



Instalações hidrossanitárias

Instalações hidrossanitárias

Carolina Asensio Oliva

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Adriane Monteiro Fontana
João Carlos dos Santos

Editorial

Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48i Oliva, Carolina Asensio
Instalações hidrossanitárias / Carolina Asensio Oliva.
– Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
136 p.

ISBN 978-85-522-0186-1

1. Engenharia civil. I. Título.

CDD 621

Sumário

Unidade 1 Sistema de água fria	7
Seção 1.1 - Alimentação e ramal	9
Seção 1.2 - Reservatório, recalque, coluna e barrilete	18
Seção 1.3 - Projeto de água fria	29
Unidade 2 Sistemas de água quente e gás	43
Seção 2.1 - Introdução aos sistemas de água quente e gás combustível	45
Seção 2.2 - Sistemas de água quente e gás combustível	55
Seção 2.3 - Projeto de água quente e gás combustível	66
Unidade 3 Sistemas de esgoto	77
Seção 3.1 - Introdução aos sistemas de esgoto	78
Seção 3.2 - Sistema de coleta e ventilação de esgoto	89
Seção 3.3 - Projeto de esgoto	99
Unidade 4 Sistemas de águas pluviais	109
Seção 4.1 - Cobertura, áreas molhadas e tubulação de direcionamento	110
Seção 4.2 - Projeto e dimensionamento de calhas	118
Seção 4.3 - Elaboração de projeto de águas pluviais	126

Palavras do autor

Olá, futuro engenheiro civil!

Você está preparado para iniciar os estudos em Instalações hidrossanitárias?

Neste livro, você aprenderá a fazer o dimensionamento de instalações hidrossanitárias, conhecerá os materiais empregados, as técnicas de cálculo e muito mais. Antes de iniciar uma construção, é de grande importância realizar tanto os projetos de arquitetura, das estruturas e instalações elétricas, quanto um projeto das instalações hidrossanitárias. Um projeto bem executado evita desperdícios, otimiza a execução e economiza tempo e recursos financeiros.

Ao longo deste material didático, veremos quatro unidades de ensino, a saber:

Unidade 1: Sistema de água fria – nessa unidade, o objetivo é conhecer e aprender a dimensionar os sistemas de instalações de água fria, materiais utilizados e técnicas;

Unidade 2: Sistemas de água quente e gás – nesta unidade, aprenderemos como dimensionar os sistemas de instalações de água quente, materiais e técnicas, bem como as especificidades dos sistemas de instalação de gás combustível;

Unidade 3: Sistema de esgoto – aqui, veremos os materiais utilizados nas instalações de esgoto sanitário, bem como é feito seu dimensionamento e projeto;

Unidade 4: Sistemas de águas pluviais – por fim, na unidade de sistemas de águas pluviais, veremos como deve ser feito seu projeto e dimensionamento, quais são os materiais e as técnicas utilizados.

Cada unidade discorrerá sobre os assuntos acima citados e, ao final de cada uma, você estará apto a fazer o dimensionamento de cada sistema.

Bons estudos!

Sistema de água fria

Convite ao estudo

Nesta primeira unidade, estudaremos o sistema de instalação de água fria de uma residência.

Conheceremos os materiais empregados e o passo a passo para o dimensionamento das instalações de água fria de uma residência.

Na primeira seção, veremos os materiais empregados na construção de sistemas de abastecimento predial de água fria, bem como os ramal e alimentador predial (definição, dimensionamento e projeto).

Na segunda seção, estudaremos coluna d'água e barrilete, sistema de reservação e recalque (definição, dimensionamento e projeto).

Na última seção desta unidade, faremos a elaboração de um projeto de instalações de água fria de uma residência.

Considere que você é um engenheiro civil recém-contratado em um escritório de projetos e terá que desenvolver um projeto de instalações hidrossanitárias para uma residência de um dos clientes do escritório.

Porém, antes de iniciar o projeto, seu chefe solicitou que você faça uma ampla pesquisa sobre a evolução dos materiais utilizados para o transporte e abastecimento de água fria, até os dias de hoje. Esta pesquisa deverá finalizar com uma descrição detalhada das opções existentes hoje no mercado e com uma análise sua, sobre qual material será utilizado na residência para as instalações de água fria e por quais razões.

Sua escolha deverá ser bem justificada para convencer seu chefe de que sua sugestão é a melhor opção!

Portanto, esta unidade finalizará permitindo compreender, dimensionar, projetar e executar a implantação de sistemas hidrossanitários de forma adequada, obedecendo às normas vigentes no país.

Seção 1.1

Alimentação e ramal

Diálogo aberto

Conhecer corretamente os sistemas de instalação de água fria é um passo importante na sua formação.

Um projeto bem elaborado e bom resulta em economia de tempo e dinheiro na execução das instalações, otimizando-as, utilizando os materiais corretos e da melhor forma possível, com o objetivo de criar a melhor opção para o seu cliente.

Pensando nisso, considere que você é um engenheiro civil recém-contratado de um escritório de projetos e terá que desenvolver um projeto de instalações hidrossanitárias para a residência de um dos clientes do escritório.

Porém, seu chefe solicitou que, antes de iniciar o projeto, você faça uma ampla pesquisa sobre a evolução dos materiais utilizados para o transporte e abastecimento de água fria. Esta pesquisa deverá finalizar com uma descrição detalhada das opções existentes hoje no mercado e finalizar com uma análise sua, sobre qual material será utilizado na residência para as instalações de água fria e por quais razões.

Sua escolha deverá ser bem justificada para convencer seu chefe de que sua sugestão é a melhor opção!

Mãos à obra! Vamos começar?

Nas próximas páginas, você irá adquirir o conhecimento necessário para resolver a situação-problema.

Não pode faltar

1.1 Introdução

O abastecimento de água sempre foi uma preocupação humana e percorre diferentes épocas da história e do desenvolvimento humano (CREDER, 2006).

Podemos citar como exemplos antigos aquedutos romanos, piscinas, fontes que funcionam até os dias de hoje como atração turística principalmente em Roma, entre outros. Hoje, o abastecimento de água para a população é imprescindível (CREDER, 2006).

Chamamos de instalações prediais de água fria o conjunto de

1.1.2 Formas de abastecimento

O abastecimento pode ser direto, indireto ou misto:

- **Direto:** a alimentação da rede predial é feita diretamente pela distribuição da rede pública. Não há reservatório domiciliar neste caso e a distribuição é feita de forma ascendente: peças de utilização de água são abastecidas diretamente pela rede pública.

- **Indireto:** neste tipo de abastecimento, adota-se o uso de reservatórios para evitar problemas no caso de irregularidades no abastecimento da rede pública. O sistema indireto pode ser sem bombeamento, com bombeamento ou hidropneumático.

- **Misto:** nesta forma de abastecimento, parte do abastecimento se dá diretamente pela rede pública e parte ocorre por meio de reservatórios domiciliares.

1.2 Materiais empregados

Nos sistemas de água fria, normalmente, utilizam-se peças feitas em plástico (PVC), que são imunes à corrosão. Em instalações prediais de água fria são utilizados dois tipos: PVC rígido soldável marrom, com diâmetro variável entre 20 e 110mm ou PVC roscável branco, com diâmetros entre 1/2" e 4". Porém, existem outros materiais à disposição no mercado, os quais são descritos a seguir junto de suas vantagens e desvantagens.

Quadro 1.1 | Tubulações em PVC

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• Durabilidade ilimitada.• Facilidade no transporte e manuseio.• Resistência à corrosão.• Fácil instalação.• Baixa perda de carga.	<ul style="list-style-type: none">• Baixa resistência ao calor.• Degradação caso fiquem expostas ao sol por longos períodos.

Quadro 1.2 | Tubulações em cobre

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• Menor deformação.• Maior resistência mecânica.• Boa resistência se submetidas a altas temperaturas.	<ul style="list-style-type: none">• Maior transmissão de ruídos.• Maior perda de pressão.• Baixa resistência à corrosão.

Fonte: Carvalho (2016).

Obs: tubulações de cobre eram utilizadas antigamente para transporte de água quente. Nos dias atuais, existem materiais com melhor tecnologia e mais vantagens de uso, que serão vistos em detalhes na unidade em que trataremos sobre água quente.

- Tubulações em aço galvanizado: geralmente utilizados em

tubulações aparentes e sistemas hidráulicos de combate a incêndio. As conexões feitas deste material (como cotovelos) têm ampla utilização nos pontos de torneira de jardins, pias, tanques etc. por terem maior resistência mecânica.

1.3 Peças, tubos e conexões

Para as instalações de água fria, algumas peças e conexões e alguns tubos deverão ser conhecidos. As imagens abaixo ilustram estas peças:

- Componentes controladores de fluxo:

Figura 1.2 | Torneira e misturador



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 1.3 | Registro de pressão e registro de gaveta



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Obs: Registro de pressão: utilizando quando é necessário o controle da vazão de água. Exemplos: duchas, chuveiros, torneiras.

Registro de gaveta: permite a abertura ou o fechamento da passagem de água na tubulação.

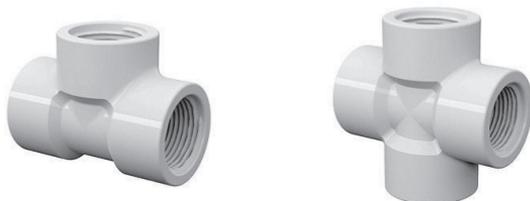
- Tubos e conexões.

Figura 1.4 | Tubos de diversos diâmetros e luva



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 1.5 | Tê e Cruzeta roscável



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 1.6 | Joelho 90 e curva 90



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 1.7 | Curva 45 e joelho 45



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 1.8 | Junção 45 e curva de transposição



Fonte: arquivo pessoal da autora.



Assimile

Nesta seção, vimos uma introdução à instalação predial de água fria, as principais formas de abastecimento, bem como os materiais e os principais componentes utilizados nas instalações atualmente.

Tomamos conhecimento com relação também às formas de abastecimento, que podem ser de forma direta, indireta ou mista, bem como de forma pública ou privada.



Refleta

Agora, reflita um pouco sobre os conhecimentos adquiridos nesta seção e sobre sua vivência com relação aos assuntos abordados.

Você já vivenciou uma obra em que as instalações de água fria estavam sendo feitas?

Conhece algum material ou componente citado em sala?

Ao visitar uma loja de materiais de construção, procure olhar a seção de materiais hidráulicos. Você reconhece os itens mostrados aqui? Viu itens novos?



Exemplificando

Pense agora um pouco sobre o local onde você mora.

Observe se a maior parte das pessoas recebe abastecimento através da rede pública ou privada, por meio de poços artesanais.

Você já procurou saber qual concessionária de abastecimento fornece água na sua cidade e qual a porcentagem da população atendida?



Pesquise mais

Pense também se existe alguma obra ocorrendo próxima ao local onde você vive.

Se tiver oportunidade, procure ir até essa obra, pergunte ao mestre de obras ou responsável como foram feitas as instalações - quais os materiais utilizados, se foram feitas a partir de projetos etc. Levante todas as informações que você puder saber e compare com o que você estudou nesta seção, aproximando ainda mais a teoria da prática.

Sem medo de errar

Como vimos nos tópicos anteriores (1.1, 1.2 e 1.3), desde os tempos antigos a humanidade tem buscado meios de abastecer os agrupamentos com água.

Desde a Roma antiga, eram utilizados grandes aquedutos em concreto, para canalizar e transportar água até as cidades. Muitas dessas construções sobrevivem até hoje. Existem registros históricos (Egito, Itália) de captação e canalização de água de chuva, que levavam água para residências e banhos públicos.

A evolução histórica do homem levou ao desenvolvimento de materiais cada vez mais eficientes para o transporte de água nas residências.

Hoje em dia, estão disponíveis alguns materiais, a saber: PVC, cobre e aço galvanizado, cada um apresenta vantagens e desvantagens.

As tubulações em aço galvanizado hoje são utilizadas em instalações de combate a incêndio, bem como instalações externas aparentes, como torneiras de jardim, devido à sua boa resistência mecânica contra choques.

As tubulações de cobre já foram amplamente utilizadas, especialmente para tubulações de água quente, há algumas décadas atrás. Caíram em desuso após o desenvolvimento de tubulações em CPVC (policloreto de vinila clorado), com características semelhantes ao PVC, porém com resistência a altas temperaturas, principalmente pelo fato de que o cobre pode sofrer corrosão, lançando na água componentes químicos indesejados.

Por fim, o PVC, hoje, é amplamente utilizado nas instalações prediais de água fria, pois fornece vantagens como facilidade de manuseio, transporte (é um material leve) e instalação, possui durabilidade praticamente ilimitada, é resistente à corrosão e apresenta baixa perda de carga no transporte de água fria.

Por esses motivos, o PVC é o material mais indicado para o projeto residencial de água fria solicitado ao escritório.

Avançando na prática

Ausência de sistema de abastecimento

Descrição da situação-problema

Suponha que no escritório que você trabalha como engenheiro civil chega até você uma nova solicitação para um projeto residencial de água fria.

No entanto, seu cliente mora em uma região sem abastecimento público feito por concessionária de distribuição de água.

Qual a solução neste caso? Descreva com detalhes para o seu cliente.

Resolução da situação-problema

No caso de não existir abastecimento público, este deverá ser feito de forma particular, através da construção de poço artesiano.

Por meio de uma empresa especializada, é feita uma perfuração no solo, até que seja encontrado um aquífero, que é uma reserva de água subterrânea, formada pela penetração e pelo acúmulo de água em meio a espaços entre as rochas. A absorção de água através das várias camadas de solo vai deixando a água cada vez mais limpa, portanto é uma água com excelente qualidade e potabilidade.

No poço artesiano, a água jorra com grande pressão, o que leva a água até a superfície do solo, permitindo sua captação.

Quando a pressão não é suficiente, é necessário o uso de um sistema de bombeamento. Neste caso, denominamos essa situação como poço semi-artesiano.

É uma boa alternativa, com bom custo benefício, e que traz água de boa qualidade para o abastecimento da residência.

Faça valer a pena

1. Os sistemas de abastecimento das instalações prediais podem ser feitos de 3 formas. Considere as afirmações a seguir:

I – Abastecimento feito em parte por reservatórios e parte diretamente pela rede pública.

II – Nesta forma de abastecimento, é feito uso de reservatórios, que são alimentados pela rede pública de distribuição.

III – Abastecimento realizado de maneira que os pontos de alimentação de água são abastecidos de forma ascendente pela rede pública de abastecimento. Analise as afirmações acima e assinale a alternativa que relaciona corretamente os tipos de abastecimento citados:

- a) I – Misto; II – Direto; III – Indireto.
- b) I – Indireto; II – Misto; III – Direto.
- c) I – Direto, II – Misto; III – Indireto.
- d) I – Misto; II – Indireto; III – Direto.
- e) I – Indireto; II – Direto; III – Misto.

2. Conforme visto anteriormente, existem diversas opções de materiais empregados nas instalações de água fria. Hoje, o material mais amplamente utilizado é o PVC, que possui as seguintes vantagens:

I – É um produto leve e de fácil manuseio, transporte e instalação.

II – Possui baixa perda de carga na instalação predial.

III – Apresenta boa resistência mecânica contra choques, sendo utilizado inclusive em instalações aparentes.

IV – Boa resistência à corrosão e durabilidade ilimitada.

Podemos dizer que a alternativa que reúne as afirmações corretas é:

- a) I e II.
- b) I, II e IV.
- c) I, II e III.
- d) II e III.
- e) I, II, III e IV.

3. Denominam-se instalações prediais de água fria o conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos destinados ao abastecimento de aparelhos e pontos de utilização de água em uma edificação. Segundo a NBR 5626/98, que direciona exigências e orienta o projeto, as instalações prediais de água fria devem atender a alguns pré-requisitos.

Assinale a alternativa que contém corretamente alguns desses pré-requisitos:

- a) Preservar a potabilidade de água e fornecê-la de forma contínua, ainda que existam interrupções e pressão muitas vezes não suficiente por questões de instalação na rede.
- b) Promover economia de água e energia e preservar a potabilidade da água, ainda que implique na geração de ruídos.
- c) O projeto deve promover abastecimento contínuo, sem desperdícios e de forma otimizada, ainda que a manutenção não seja possível.
- d) O projeto deve proporcionar economia e estanqueidade, evitar desperdício de forma otimizada, promover abastecimento de água potável de forma contínua, com pressão adequada e sem interrupções.
- e) Não preservar a potabilidade da água e não fornecê-la de forma contínua.

Seção 1.2

Reservatório, recalque, coluna e barrilete

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta nova seção (1.2), estudaremos as definições e os cálculos sobre reservatório, recalque, coluna e barriletes; uma vez que, na seção anterior (1.1), estudamos ramal, alimentador predial, materiais, dimensionamento; e, nessa mesma seção, você foi inserido no problema como um recém-contratado engenheiro civil que trabalha em um escritório de projetos e terá que desenvolver um projeto de instalações hidrossanitárias para uma residência de um cliente do escritório. Dando sequência às suas atribuições, agora você terá que calcular a capacidade do reservatório para o projeto em que está envolvido, para isso deverá considerar que se trata de uma residência unifamiliar, na qual 5 pessoas viverão, cada uma com um consumo de 200 litros por dia .

Dimensionar corretamente o sistema de reservação de água de uma edificação é de extrema importância para evitar que, no caso de desabastecimento da rede, o cliente fique sem água. Esse dimensionamento deverá levar em conta a população da edificação e o consumo diário, como já citado.

Você – como um engenheiro dedicado, em busca do sucesso e desejando a satisfação do cliente – irá buscar os conhecimentos necessários para atender à demanda. Tais informações constam no item *Não pode faltar*.

Bons estudos!

Não pode faltar

2.1 Sistemas de reservação

Em geral, no Brasil, as residências possuem reservatório superior, os quais funcionam sob baixa pressão. Esses reservatórios acabam sendo necessários por conta da recorrente falta de água no abastecimento público. O sistema de abastecimento por meio de reservatórios – e, portanto, indireto – pode ser realizado com ou sem bombeamento e alimenta os diversos pontos de consumo por meio da gravidade. Por esse motivo, ele deverá sempre estar em uma altura acima dos pontos de consumo.

A água proveniente do abastecimento público possui uma pressão própria.

Essa pressão, muitas vezes, pode apresentar alguma variação ao longo de seu trajeto.

Por isso, o reservatório residencial deverá estar localizado a uma altura tal qual a pressão advinda da rede pública seja suficiente para sua alimentação. De forma geral, a altura do reservatório com relação à via pública não deverá ser superior a 9 m.

Quando a altura ultrapassa esse valor, deverá ser utilizado um sistema de recalque, constituído por 2 reservatórios, um inferior e um superior. O reservatório inferior tem sua alimentação provida pela rede pública e este, por sua vez, alimenta o reservatório superior, por meio do sistema de recalque, constituído por motor e bomba. O reservatório superior, por sua vez, alimenta os pontos de consumo da residência.

2.1.1 Reservatório superior

Conforme visto anteriormente, o reservatório superior pode ser alimentado diretamente pela rede (alimentador predial) ou através de um sistema de recalque, formado pelo conjunto motor + bomba.

Esses reservatórios são, em geral, colocados em locais elevados, sob ou sobre a cobertura, em uma posição o mais próxima quanto possível dos pontos de consumo, por questões de economia e para evitar a perda de carga.

Quando esses reservatórios possuem capacidade acima de 2000 litros, é recomendável que se projete uma estrutura adequada de suporte, evitando apoiá-los diretamente sobre a estrutura.

Em edifícios com altura a partir de três pavimentos, esse reservatório é locado sobre a caixa de escadas do edifício, aproveitando a localização próxima dos pilares e, assim, seu reforço estrutural.

Também é necessário prever acesso ao reservatório para sua limpeza e manutenção.

2.1.2 Reservatório inferior

Quando temos um edifício com mais de 9 m de altura, faz-se necessário a implementação de um reservatório inferior. Seu acesso deverá ser fácil, permitindo sua manutenção e limpeza; ele também deverá ser isolado e afastado das instalações de esgoto.

Além disso, um espaço para localização da casa de máquinas, com a bomba e motor, responsáveis pelo sistema de recalque, deve ser previsto. Recomenda-se a instalação de 2 conjuntos, de forma que um fique

como reserva no caso de eventual dano ou manutenção/substituição do primeiro.

2.2 Cálculo do consumo de água

Existe uma grande variação do consumo de água por pessoa, que pode oscilar entre 150 até 400 litros, dependendo inclusive da cultura e dos costumes da população, bem como da disponibilidade de água potável. No Brasil, pesquisas mostram um consumo variável de 50 até 200 litros. Por essa razão, adota-se o consumo padrão de 200 litros por pessoa, por dia.

Para o cálculo de consumo diário, considera-se o consumo diário por pessoa, além da ocupação da edificação residencial para a qual se está dimensionando o reservatório, dado pela expressão:

$Cd = P \times q$, em que:

Cd = Consumo diário (em litros/dia)

P = Quantidade de pessoas que ocuparão a edificação e

q = Consumo por pessoa (em litros/dia)

Para residências em geral, quando não temos o conhecimento do número de pessoas, utilizamos algumas ocupações-padrão, conforme a lista a seguir:

Residências/apartamentos = 2 pessoas / dormitório

Escritórios = 1 pessoa a cada 6 m² de área

Lojas térreas = 1 pessoa a cada 2,50 m² de área

Lojas com mais de um pavimento = 1 pessoa a cada 5,00 m² de área

Shoppings = 1 pessoa a cada 5,00 m² de área

Restaurantes = 1 pessoa a cada 1,40 m² de área

Em relação ao consumo de litros/dia, a menos que a informação seja pré-estabelecida no projeto, quando não conhecemos os dados, também utilizamos valores médios, obtidos por meio de estatísticas e pesquisas. Apresentamos alguns desses valores:

Casas populares/rurais = 150 litros/pessoa/dia

Apartamentos = 200 litros/pessoa/dia

Escritórios = 50 litros/pessoa/dia
Residências = 250 litros/pessoa/dia
Restaurantes = 25 litros por refeição

Este consumo, conforme mostrado na relação acima, refere-se ao consumo diário, portanto, apenas para um dia. A recomendação é que essa capacidade do reservatório seja calculada para, no mínimo, 2 dias, para prover fornecimento no caso de desabastecimento da rede. Portanto, a capacidade armazenada deverá ser:

$CR = 2 \times Cd$, em que:

CR = Capacidade do reservatório

Cd = Consumo diário

(CARVALHO, 2013)

No caso de a edificação possuir reservatório superior e inferior, a capacidade total calculada pela expressão acima deverá ser distribuída da seguinte forma:

Reservatório superior = 40% CR

Reservatório inferior = 60% CR



Assimile

Lembre-se sempre de que a capacidade calculada para o reservatório deverá considerar 48h de interrupção no abastecimento, ou seja, deverá ser suficiente para abastecer a edificação e seus ocupantes por 2 dias.

2.3 Tipos de reservatórios

Reservatório moldado *in loco*

Muitas vezes, o reservatório da edificação poderá ser moldado na própria obra, denominado *in loco* (Figura 1.9), utilizado nos casos em que há necessidade de grande reservação de água. Eles devem seguir projetos específicos, além de atender às normas NBR 6118, as quais fornecem orientações para sua construção em concreto, e às NBR 9575, com relação à impermeabilização.

Seu dimensionamento será dado pela fórmula:

$V = A \times h$, em que:

V = Volume (capacidade do reservatório em m³)

A = Área do reservatório (m²)

h = Altura do reservatório (m)

(CARVALHO, 2013)

Figura 1.9 | Caixa d'água moldada *in loco*.



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caixa_D%60%C3%A1gua_do_Mercad%C3%A3o_-_panoramio.jpg>. Acesso em: 24 jun. 2017.

Reservatório industrializado

Esse tipo de reservatório pode ser fabricado em diversos materiais: metal, polietileno, fibra de vidro, fibrocimento. Em geral, sua capacidade máxima está em torno de 1000 a 2000 litros (acima disso podem ser fabricados sob encomenda).

Atualmente, os mais utilizados são aqueles em PVC e fibra de vidro, em função de suas vantagens com relação a outros materiais, tais como:

- Superfície interna lisa (evita acúmulo de sujeira);
- Leveza (facilidade no transporte);
- Encaixes precisos;
- Facilidade na instalação e manutenção.

Pense na crise hídrica da Região Metropolitana de São Paulo, em 2014-2015, que provocou o desabastecimento de milhares de pessoas, deixando a população por longos períodos sem água.

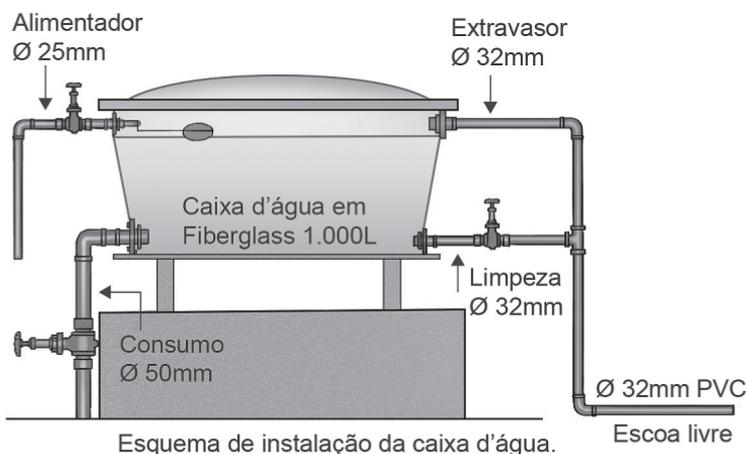
O que poderia ter sido feito para minimizar os efeitos desse desabastecimento?



Exemplificando

Veja um exemplo de ligação para um reservatório industrializado (Figura 1.10), suas partes, componentes e conexões:

Figura 1.10 | Esquema de ligação caixa d'água industrializada



Fonte: Carvalho (2013).

2.4 Rede de distribuição das instalações de água fria

A rede de distribuição das instalações de água fria é composta pelas canalizações que interligam os pontos de consumo da edificação ao reservatório. Idealmente, sugere-se que os pontos de consumo sejam separados (por exemplo: os pontos de consumo do banheiro são alimentados por uma tubulação e os pontos da cozinha, por outra), promovendo economia e evitando o uso simultâneo.

Barrilete

Imediatamente abaixo do reservatório, temos um conjunto de tubulações do qual serão derivadas as colunas de distribuição, que irão

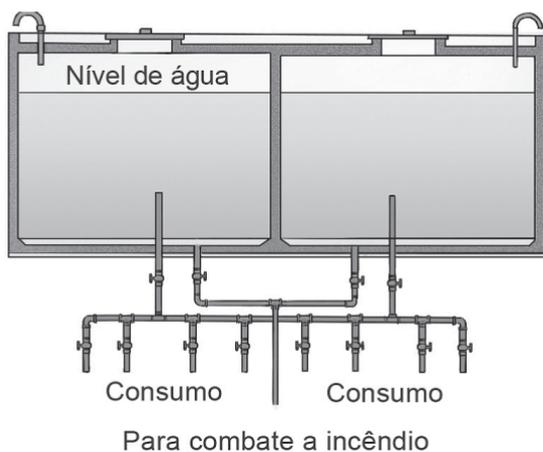
posteriormente se subdividir e alimentar os pontos de distribuição. A esse conjunto de tubulações damos o nome de barrilete.

O barrilete pode ser de 2 tipos: ramificado ou concentrado.

O ramificado (Figura 1.12) apresenta maior economia, apresentando uma quantidade menor de tubulações, com registros instalados antes do início das colunas de distribuição e de forma mais espaçada.

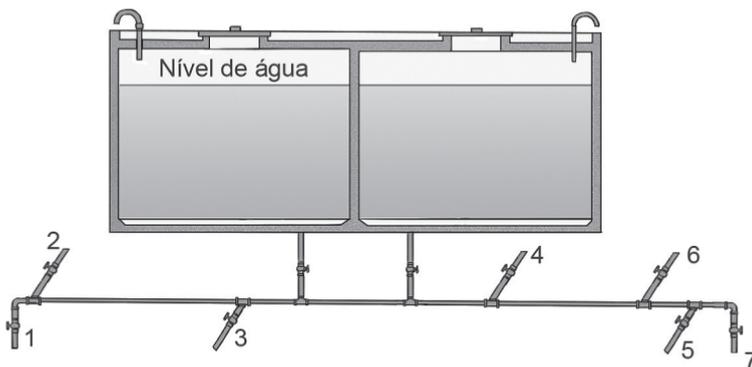
O barrilete concentrado (Figura 1.11) possui a vantagem de apresentar os registros de operação em uma área restrita, o que o torna mais seguro. No entanto, ele necessita de um espaço físico maior para a sua acomodação.

Figura 1.11 | Barrilete



Fonte: Carvalho (2013).

Figura 1.12 | Barrilete ramificado

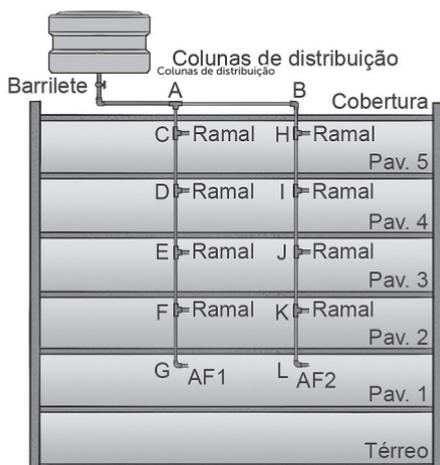


Fonte: Carvalho (2013).

Ramais, sub-ramais e colunas

As tubulações, após o barrilete, derivam-se em colunas, ramais e sub-ramais (Figura 1.13), que irão alimentar os diversos pontos de consumo da edificação. As colunas são derivadas a partir do barrilete, fazem um percurso vertical até os ramais dos pavimentos que elas alimentam, que se dividem em sub-ramais e se dirigem a pontos de alimentação. Cada coluna deverá possuir seu registro de gaveta, permitindo seu fechamento no caso de necessidade de manutenção, por exemplo (importante: sugere-se o uso de uma coluna exclusiva para alimentar a válvula de descarga, evitando a interferência com outros pontos de alimentação).

Figura 1.13 | Colunas e ramais de distribuição



Fonte: Carvalho (2013).



Pesquise mais

Converse com um engenheiro que tenha feito um projeto de instalações de água fria. Veja como foi feito o cálculo para o reservatório, para o barrilete, para a distribuição em colunas, para os ramais e sub-ramais, e compare com o que você aprendeu em aula.

Complemente seus estudos consultando a norma NBR 5626/98 – Instalação Predial de Água Fria, disponível em: <<https://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-562698-instalao-predial-de-gua-fria>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

Sem medo de errar

Como responsável por elaborar e dimensionar o projeto de instalações de água fria da edificação, você sempre deverá considerar a população que ocupará o local, analisar o consumo por pessoa – caso seu cliente não saiba fornecer qual o consumo por pessoa, você deverá pesquisar em tabelas o consumo estabelecido.

Também é importante lembrar que todo reservatório deverá ser calculado para abastecer a edificação durante pelo menos 2 dias, considerando sua população e o consumo por pessoa/por dia.

Sendo assim, conforme visto anteriormente, o consumo diário é dado pela expressão:

$$Cd = C \times q$$

Nessa situação, temos que:

$$C = 200 \text{ litros / pessoa / dia}$$

$$q = 5$$

Portanto:

$$Cd = 200 \times 5$$

$$Cd = 1000L$$

Porém, conforme a recomendação vista, a capacidade do reservatório deverá atender a dois dias, sendo assim:

$$CR = 2 \times Cd$$

$$CR = 2 \times 1000$$

$$CR = 2000L$$

Portanto, a capacidade solicitada do reservatório deverá ser de 2000 litros.

Avançando na prática

Cálculo para reservatórios inferior e superior

Descrição da situação-problema

Imagine agora que você fará o cálculo dos reservatórios inferior e superior de um edifício de 4 andares (portanto, com mais de 9 m de

altura). Cada andar possui 4 apartamentos, cada apartamento tem 2 quartos. O consumo considerado é de 200 litros por pessoa e a ocupação considerada deverá ser de 2 pessoas por dormitório.

Qual deverá ser a capacidade dos reservatórios superior e inferior nessa situação?

Resolução da situação-problema

Primeiramente, devemos calcular a capacidade do reservatório – CR.

Conforme visto anteriormente, e utilizando os dados do problema, temos que:

$$q = 4 \times 4 \times 4 = 64$$

$$Cd = 200 \times 64 = 12.800L$$

$$CR = 2 \times Cd \quad \text{de}$$

$$CR = 2 \times 12.800$$

$$CR = 25.600L$$

Porém, como temos uma edificação com mais de 9 m de altura, esse volume deverá ser dividido entre reservatório superior e inferior, conforme o que segue:

Reservatório superior (RS) = 40% da Capacidade do Reservatório (CR):

$$RS = 0,4 \times CR$$

$$RS = 0,4 \times 25.600$$

$$RS = 10.240 L$$

Reservatório inferior (RI) = 60% da Capacidade do Reservatório (CR):

$$RI = 0,6 \times CR$$

$$RI = 0,6 \times 25.600$$

$$RI = 15.360 L$$

Ou:

$$RI = CR - RS$$

$$RI = 25.600 - 10.240$$

$$RI = 15.360 L$$

Portanto, a capacidade total do reservatório deverá ser de 25.600 litros, divididos entre 10.240 litros no reservatório superior e 15.360 litros no reservatório inferior.

Faça valer a pena

1. Vimos que os reservatórios podem ser moldados *in loco* ou industrializados (adquiridos em casas de materiais para construção).

Considere um reservatório moldado *in loco* de concreto armado, com área de 250 m^2 e altura de 10 m.

Qual o volume deste reservatório?

- a) 2500 m^3 .
- b) 250 m^3 .
- c) 250 L.
- d) $22,5 \text{ m}^3$.
- e) 250,5 L.

2. Uma das partes constituintes das instalações de água fria é o barrilete. Sobre o barrilete, sua definição e suas funções, assinale a alternativa correta:

- a) O barrilete é sempre classificado como barrilete concentrado.
- b) O barrilete é a parte da instalação que alimenta diretamente os pontos de consumo em uma instalação de água fria.
- c) O barrilete pode ser subdividido em 2 tipos: diperso e ramificado.
- d) O barrilete é o conjunto de tubulações que se localiza logo abaixo do reservatório. Dele se derivam as colunas, que depois irão se distribuir nos ramais e sub-ramais, até chegar aos pontos de alimentação.
- e) O barrilete não é uma parte da instalação obrigatória, pois suas funções podem ser substituídas por outras instalações

3. Os reservatórios industrializados possuem algumas vantagens, a saber:

I – Podem atender grandes volumes de água e ser moldados em obra.

II – Facilidade no transporte devido ao baixo peso.

III – Boa precisão de seus encaixes.

IV – Sua superfície lisa evita o acúmulo de sujeira.

Analisando as afirmações I, II, III e IV, podemos afirmar que estão corretas:

- a) Todas as afirmações.
- b) Somente I e II.
- c) Somente II, III e IV.
- d) Somente I, II e IV.
- e) Somente I e III.

Seção 1.3

Projeto de água fria

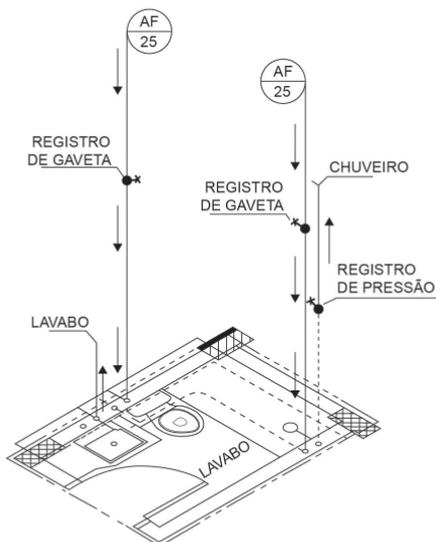
Diálogo aberto

Caro aluno, nesta unidade, nós vimos todos os itens que contemplam uma instalação de água fria. Conhecemos os principais materiais empregados, aprendemos termos como barrilete, coluna, ramal e aprendemos a calcular os sistemas de reservação.

Na última seção desta unidade, aprenderemos como calcular e dimensionar corretamente um sistema de instalação de água fria residencial, agora que você já conhece os caminhos para calcular o reservatório residencial e suas partes componentes como barrilete, colunas, ramais e já conhece as formas de abastecimento e os materiais empregados.

Dando sequência às suas atribuições como engenheiro civil em um escritório de projetos, você deverá fazer o dimensionamento conforme detalhe (Figura 1.14) a seguir:

Figura 1.14 | Exemplo para dimensionamento



Fonte: Carvalho (2013).

Você, buscando fazer um dimensionamento adequado e eficiente, encontrará todas as informações necessárias em no item *Não pode faltar*.

Bons estudos!

Não pode faltar

1.3.1 Dimensionamento das instalações de água fria

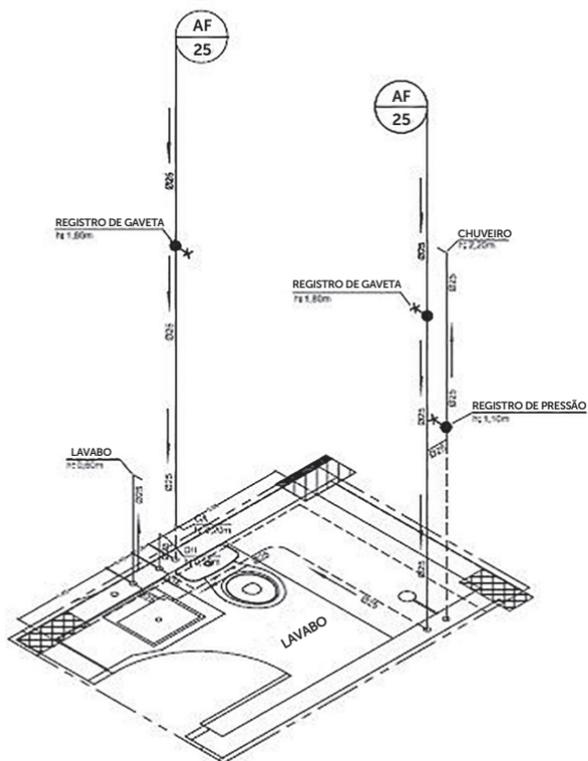
Quando estamos projetando um sistema de instalação de água fria, é importante desenharmos o detalhe de cada ambiente em perspectiva isométrica, geralmente utilizando escala 1:20 ou 1:25. Nesses detalhes serão mostradas as posições e o encaminhamento vertical das tubulações na edificação, pontos em que elas estarão embutidas na alvenaria.

O seguinte roteiro pode ser seguido, a fim de facilitar o desenho desse detalhe:

- O ambiente é traçado com esquadro e 60°;
- Localização dos pontos de alimentação (por exemplo: lavatório, bacia sanitária, chuveiro etc.);
- A seguir, uma linha fina ou tracejada liga a peça até a altura de seu ponto de alimentação;
- Na sequência, são traçados os ramais internos, ligando os pontos de consumo;
- Por último, fazemos a indicação dos ramais e sub-ramais, bem como do diâmetro da tubulação.

Observe a Figura 1.15, em que temos um exemplo de instalação de água fria em um banheiro, com as indicações de diâmetro das tubulações e seus encaminhamentos.

Figura 1.15 | Detalhe isométrico de instalação água fria para banheiro



Fonte: elaborada pela autora (2017).



Assimile

O primeiro passo, então, para o dimensionamento de um sistema de água fria, é desenhar o detalhe isométrico do ambiente a ser calculado.

É importante saber a altura de alimentação das peças sanitárias para o correto posicionamento dos pontos de alimentação.

A norma que orienta o dimensionamento das instalações de água fria é a NBR 5626/98. Cada peça que será alimentada pela instalação de água fria precisa de uma certa vazão para que seu funcionamento seja possível. Para tanto, foi elaborada uma tabela empírica, que relaciona a vazão necessária da peça a um número que chamamos de peso da peça. O peso da peça nada mais é do que um número atribuído empiricamente a ela. Esse número está relacionado à vazão de funcionamento para a qual a peça foi projetada. A instalação deverá ser projetada e calculada trecho a trecho.

Observe a Tabela 1.1 a seguir, que relaciona a vazão da peça com o número convencionado como peso da peça.

Tabela 1.1 | Tabela dos pesos relativos das peças, em função da vazão de funcionamento

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		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 roupa		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 ou registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
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

Fonte: NBR 5626 (ABNT, 1998, p.28)

A Tabela 1.2 abaixo irá relacionar a soma dos pesos das peças, com o diâmetro nominal da tubulação a ser utilizada:

Tabela 1.2 | Relação entre somatório dos pesos das peças e diâmetro das tubulações a serem utilizadas

Soma dos pesos	0	↔	1,1	↔	3,5	↔	18	↔	44	↔	100
Ø Soldável (mm)		20mm		25mm		32mm		40mm		50mm	
Ø Roscável (pol)		1,2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"	

Fonte: Carvalho (2013).

Devemos considerar as alturas-padrão para alimentação dos aparelhos conforme a relação a seguir:

BS – bacia sanitária c/ válvula h = 33 cm

BCA – bacia sanitária c/ caixa acoplada h = 20 cm

BI – bidê h = 20 cm

BH – banheira de hidromassagem h = 30 cm

CH – chuveiro ou ducha h = 220 cm

DC – ducha higiênica h = 50 cm

LV – lavatório h = 60 cm

MIC – mictório h = 105 cm

MLR – máquina de lavar roupa h = 90 cm

MLL – máquina de lavar louça h = 60 cm

PIA – pia h = 110 cm

RP – registro de pressão h = 110 cm

RG – registro de gaveta h = 180 cm

TQ – tanque h = 115 cm

TL – torneira de limpeza h = 60 cm

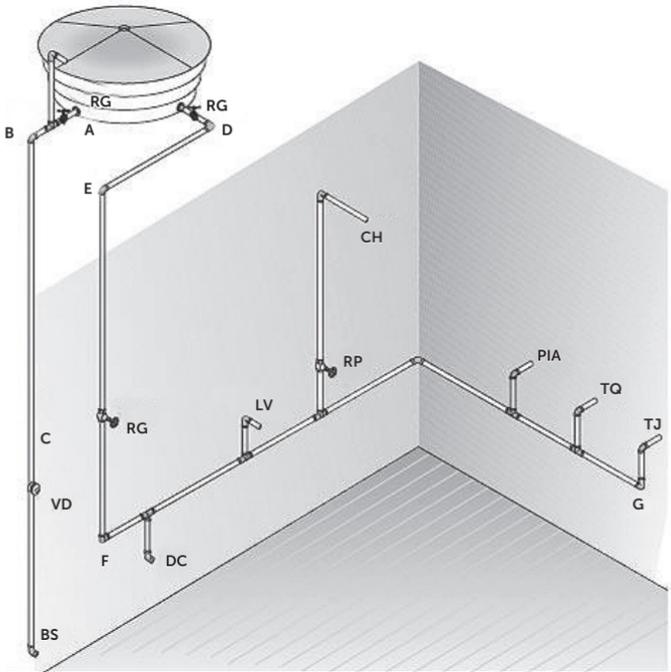
TJ – torneira de jardim h = 60 cm

VD – válvula de descarga h = 110 cm



Considere o detalhe isométrico (Figura 1.16) e veja o exemplo de dimensionamento das tubulações a seguir:

Figura 1.16 | Exemplo de dimensionamento



Fonte: CARVALHO (2013)

Para a figura acima, devemos fazer o dimensionamento trecho a trecho.

Consultando a Tabela 1.1, temos os seguintes pesos das peças utilizadas:

Bacia sanitária com válvula (BS): 1 unidade = peso 32

Ducha higiênica: 1 unidade (DC) = peso 0,4

Lavatório (torneira ou misturador) (LV): 1 unidade = peso 0,3

Chuveiro elétrico (CH): 1 unidade = peso 0,1

Pia (torneira ou misturador) (PIA): 1 unidade = peso 0,7

Tanque: 1 unidade (TQ) = peso 0,7

Torneira de jardim (TJ): 1 unidade = peso 0,4



Conforme vimos na seção passada (1.2), não se esqueça: é recomendável deixar uma coluna exclusiva para a bacia sanitária com válvula de descarga, com um ramal exclusivo que alimentará apenas esta peça (Figura 1.18).

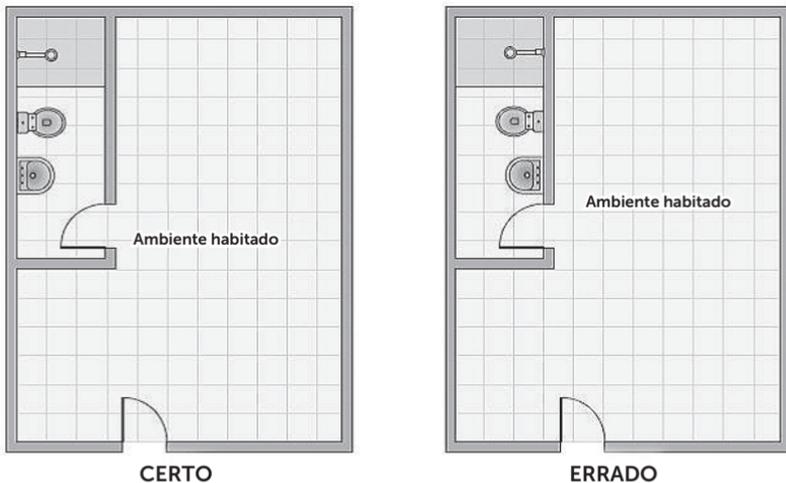
1.3.2 Velocidade da água dentro das tubulações e ruído

A norma NBR 5626/98, também faz recomendações com relação à velocidade da água dentro das tubulações, que não deverá ser maior do que 3 m/s. Caso a velocidade seja maior do que esse valor, a passagem da água gera um ruído em excesso dentro das tubulações, por causa das vibrações geradas.

Algumas sugestões também são válidas na hora de projetar o sistema de instalações de água fria. Uma delas é que, se for possível, devemos posicionar as peças na parede oposta, em vez de fazer a instalação em paredes contíguas aos ambientes habitáveis como sala, quarto etc. Caso isso não seja possível, recomenda-se utilizar dispositivo antirruído.

Além disso, não é recomendável o uso de tijolos vazados em pontos com instalação de ramal para válvula de descarga ou sob pressão pneumática.

Figura 1.18 | Localização correta das peças sanitárias



Fonte: Carvalho (2013).



Refleta

Você já esteve em alguma edificação onde era possível ouvir o ruído da passagem da água nas tubulações?

O que de diferente poderia ter sido feito no traçado das tubulações para que esse tipo de problema pudesse ser evitado?



Pesquise mais

Entre em contato com um escritório de projetos.

Peça para ver um projeto de instalações de água fria e tente entender os cálculos, faça a soma do peso das peças e compare os resultados com as tabelas vistas em aula.

Veja se foi dimensionado corretamente!

Sem medo de errar

Em nossa situação-problema da seção, temos um detalhe isométrico, com o qual devemos calcular a dimensão das tubulações.

Temos, então, o primeiro trecho que alimenta a bacia sanitária com válvula de descarga, VD.

Conforme as Tabelas 1.1 e 1.2, o peso da peça será 32, portanto, o diâmetro da tubulação poderá ser de 40 mm.

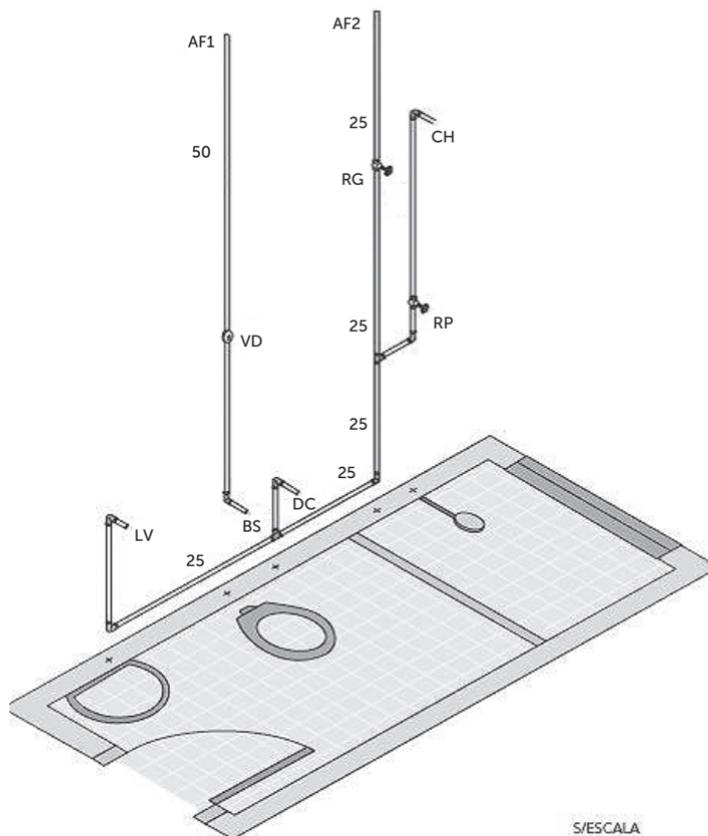
O próximo ramal conta com os seguintes trechos:

AF2, RG, RP, CH (elétrico) = peso: 0,1 – \varnothing 25 mm

RG, DC, LV = peso: 0,7 – \varnothing 25 mm

Nosso detalhe isométrico ficaria então assim, conforme a Figura 1.19:

Figura 1.19 | Exercício resolvido



Fonte: Carvalho (2013).

Avançando na prática

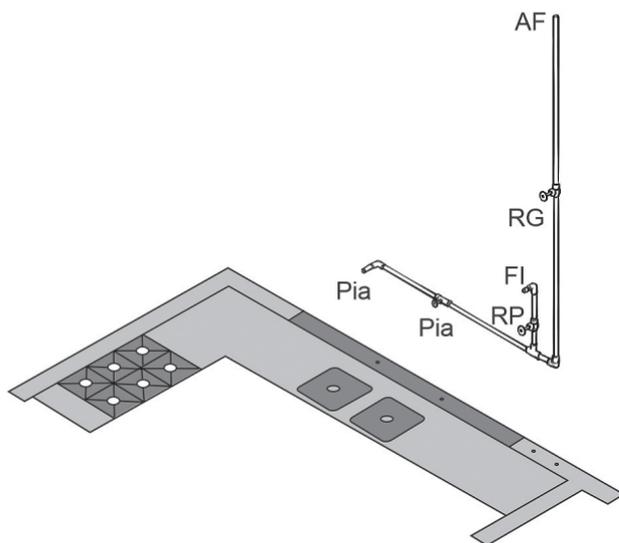
Instalação de água fria para cozinha

Descrição da situação-problema

Agora que você já está craque no assunto, vamos fazer o dimensionamento da cozinha, conforme detalhe na Figura 1.20.

Lembre-se de utilizar as Tabelas 1.1 e 1.2 para a solução!

Figura 1.20 | Dimensionamento água fria para cozinha



Fonte: Carvalho (2013).

Resolução da situação-problema

Mais uma vez, devemos consultar as Tabelas 1.1 e 1.2 para cálculo de peso das peças.

Temos os trechos:

AF, RG, RP, RP, FI, PIA, PIA – Peso = 0,15 – \varnothing 25 mm

RP, FI – Peso 0,1 = \varnothing 20 mm

AF, RG, PIA, PIA – Peso = 0,14 – \varnothing 25 mm

PIA, PIA – Peso = 0,7 – \varnothing 25 mm.

Faça valer a pena

1. Quando dimensionamos um sistema de instalação de água fria, devemos levar em consideração que cada peça tem uma vazão adequada de funcionamento, dada em l/s.

A norma NBR 5626/98 convencionou uma tabela, na qual um valor empírico foi relacionado a cada peça e à sua vazão, sendo este valor o que deverá ser utilizado para o dimensionamento da instalação predial de água fria.

Assinale a alternativa que contém a denominação correta do valor atribuído para cada peça de utilização.

a) Vazão de projeto.

- b) Peso da peça.
- c) Ramal da peça.
- d) Coluna de água.
- e) Vazão nominal.

2. O dimensionamento das instalações prediais de água fria deverá ser feito de forma a otimizar a instalação e promover o correto abastecimento das peças de utilização.

Sobre a forma como devemos fazer este projeto, é correto afirmar que:

- a) O dimensionamento pode ser feito de forma genérica, já que peças iguais terão mesma vazão.
- b) Deverá ser feito de trecho a trecho, do reservatório até o barrilete, e de forma genérica nas colunas de distribuição.
- c) Deverá ser feito em planta, trecho a trecho.
- d) Ficará a cargo do projetista, de acordo com o nível de complexidade do projeto em questão.
- e) Deverá ser feito trecho a trecho, com os detalhes de cada ambiente em perspectiva isométrica.

3. Devemos sempre buscar projetar as instalações de modo que elas não gerem ruídos ou vibrações na edificação.

Conforme a NBR 5626/98, a velocidade máxima da água dentro das tubulações deverá ser de:

- a) 1 m/s.
- b) 2,5 m/s.
- c) 3 m/s.
- d) 4 m/s.
- e) 5 m/s.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626/98** – instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 6118: 2003**: Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 9575: 2010**: Impermeabilização - seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 5626: 1998**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

CARVALHO Jr, Roberto. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC, 2006

Sistemas de água quente e gás

Convite ao estudo

Olá, futuro engenheiro civil!

Bem-vindo à Unidade 2 de nosso livro.

Na primeira unidade, vimos os sistemas prediais de água fria, suas especificidades e seu funcionamento.

Nesta segunda unidade, aprenderemos sobre as instalações prediais de água quente, seu dimensionamento, os materiais utilizados e suas particularidades. Também veremos como são feitas as instalações de gás combustível, os materiais empregados e as normas vigentes para sua instalação.

Na primeira seção da unidade, conheceremos os materiais e componentes empregados nos sistemas de aquecimento de água, as formas de abastecimento de água quente e veremos uma introdução ao fornecimento e à distribuição de gás combustível.

Na segunda seção, veremos como é feita a distribuição dos sistemas de água quente – definição, dimensionamento e projeto –, bem como são feitos os sistemas de armazenamento e distribuição de gás combustível de uso residencial.

Na última seção da unidade, colocaremos a mão na massa, elaborando um projeto de instalação predial de água quente, fazendo seu dimensionamento e o encaminhamento de tubulações, além de propor um sistema de armazenamento de gás combustível.

Como engenheiro civil de um escritório de projetos, para atender um cliente da empresa, você fará a elaboração do sistema de água quente da residência deste cliente, bem como o sistema de armazenamento de gás deste projeto, ao final da

unidade. Você deverá apresentar os materiais adequados para tal e fazer um projeto que seja otimizado, gerando a melhor solução possível, com economia e eficiência. Isso irá demandar estudo e pesquisa de sua parte, na busca pelas melhores soluções.

Portanto, esta unidade finalizará permitindo compreender, dimensionar, projetar e executar a implantação de sistemas hidrossanitários de água quente e gás combustível de forma adequada conforme as normas vigentes no país.

Bons estudos!

Seção 2.1

Introdução aos sistemas de água quente e gás combustível

Diálogo aberto

Caro estudante!

Nesta primeira seção da unidade, veremos os sistemas de aquecimento para as instalações de água quente e os materiais empregados; também vamos conhecer algumas generalidades das instalações e do armazenamento de gás combustível.

Cada vez mais, sistemas alternativos de aquecimento de água como gás e aquecimento solar vêm sendo utilizados.

Pensando nisso, considere que seu cliente quer instalar um sistema de aquecimento solar em sua residência. Por isso, você, como engenheiro, deverá calcular o volume do boiler e a área coletora necessária para tal.

As informações que você tem para este cálculo são:

Moradores da edificação: 5 pessoas.

Banheira de hidromassagem: capacidade 150 l.

1m² de área coletora = suficiente para aquecer 50 l de água.

Todas as informações que você precisa para solucionar este problema encontram-se na seção “Não pode Faltar”.

Bons estudos!

Não pode faltar

Instalações prediais de água quente

Considerações gerais:

As instalações prediais de água quente são orientadas pela norma NBR 7198/93 – Projeto e Execução de Instalações de Água Quente. As instalações prediais de água quente deverão atender aos seguintes requisitos básicos:

- Propiciar conforto aos usuários;
- Garantir o fornecimento de forma contínua, com segurança e na temperatura adequada;

- Preservar a qualidade da água;
- Otimizar o consumo de energia;

Para as instalações nos pontos de consumo, recomendam-se alguns valores de temperatura adequados ao uso, conforme Tabela 2.1:

Tabela 2.1 | Temperaturas adequadas para uso de água quente nas instalações

USO	TEMPERATURA
Uso pessoal – banhos e higiene	35°C a 50°C
Cozinhas	60°C a 70°C
Lavanderias	75°C a 85°C
Finalidades médicas	100°C

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 51).

Além da temperatura adequada, devemos observar também as orientações quanto ao consumo per capita, conforme Tabela 2.2:

Tabela 2.2 | Consumo per capita de água quente de acordo com a tipologia

TIPOLOGIA	CONSUMO LITROS/PESSOA/DIA
Casa popular / rural	36
Residência	45
Apartamento	60
Hotel (não inclusos lavadeira e cozinha)	36
Hospital	125 (por leito)
Restaurantes e similares	12 (por refeição)
Lavanderia	15 (por kg roupa seca)

Fonte: adaptada de Creder (2005, p. 9).

Sistemas de aquecimento de água

Aquecimento individual

Este tipo de sistema irá alimentar uma única peça de forma individual, como um chuveiro ou uma torneira elétrica.

Aquecimento central privado

Neste caso, tem-se um sistema de aquecimento central que atende a uma única unidade habitacional, alimentando vários pontos da edificação como cozinhas, banheiros, lavanderias etc. (é o aquecedor por acumulação, conforme Figura 2.1).

Figura 2.1 | Aquecedor por acumulação



Fonte: <http://www.aquecemaisjundiai.com.br/produtos_aquecedores-de-acumulacao-orbis.php>. Acesso em: 14 jul. 2017.

Aquecimento central coletivo

É quando um conjunto único de aquecedor atende a várias unidades habitacionais simultaneamente, como em edifícios residenciais ou comerciais, hospitais, hotéis etc.

Tipos de aquecedor

Aquecedor elétrico

Este tipo de aquecedor utiliza energia elétrica para seu funcionamento. Pode ser de 2 tipos: aquecedor elétrico de passagem e aquecedor elétrico por acumulação.

No aquecedor elétrico de passagem, são instalados dispositivos intermediários nas tubulações que fazem o aquecimento instantâneo da água, como no caso do chuveiro ou da torneira elétrica.

O aquecedor elétrico por acumulação (também conhecido por boiler elétrico) oferece maior conforto, pois a água é aquecida para utilização posterior. Este tipo de aquecedor permite uso com maior vazão nos chuveiros e outros pontos de alimentação. É fornecida água quente de imediato, na temperatura desejada pelo usuário.

Aquecedor a gás

Este tipo de aquecedor deverá ser alimentado pelo reservatório superior da edificação ou através de dispositivos de pressurização. Apresenta duas vantagens em relação ao aquecedor elétrico: pressão de água mais adequada e água quente para uso imediato. Deve-se estar atento à sua instalação, evitando vazamentos.

Existem dois modelos: aquecedor a gás de passagem ou por acumulação. No primeiro, ao abrir a torneira, o aquecedor começa a funcionar automaticamente, conferindo maior economia e conforto no momento do banho, além do aquecedor de parede, indicado para este uso, poder ser instalado de forma fácil em um espaço reduzido. No modelo por acumulação, a água aquecida fica armazenada. Sua desvantagem é o tamanho do aquecedor que acaba ocupando um espaço físico maior, sendo seu uso justificado apenas quando o volume de água quente a ser consumido simultaneamente é elevado (mais de quatro pontos de utilização).

Aquecedor solar

Os aquecedores solares têm sido uma opção cada vez mais utilizada nos dias de hoje, especialmente devido ao valor da energia elétrica, pois a instalação deste sistema compensa a economia na conta no médio prazo.

Para seu dimensionamento, devemos seguir as orientações:

1. Para dimensionar o volume do boiler, deve-se considerar 100L/pessoa (uso em cozinha, lavatório, chuveiro)
2. No caso de existir banheira, deve ser somada sua capacidade em L ao volume
3. Placas coletoras: considera-se que cada 1m² de placa aquece de 50 a 60 litros de água.



Exemplificando

Dimensione o sistema solar de uma residência, considerando uma família de 4 pessoas.

Considere a instalação de 1 banheira de hidromassagem com volume de 200 l.

Calcule o volume do boiler e a área coletora.

(1m² de placa: 50 l de água aquecida).

Resolução

Volume do boiler:

$$\text{Volume} = 4 * 100$$

$$\text{Volume} = 400l + 200l(\text{banheira})$$

$$\text{Volume} = 600l$$

Portanto, o volume do boiler será de 600 l.

Cálculo da área coletora: (considere 50 l / m²)

$$50l = 1m^2$$

$$600l = A$$

$$50A = 600$$

$$A = 600 / 50$$

$$A = 12m^2$$

Portanto, a área coletora será de 12 m².



Assimile

Como você pode perceber, existem várias opções de sistemas de aquecimento de água.

Pesquise, no local onde você mora, empresas que instalem sistemas de aquecimento solar. Verifique com elas, para uma residência básica, em quanto tempo é obtido o retorno financeiro com o investimento num sistema de aquecimento solar, levando em consideração a economia de energia com este sistema.

Materiais utilizados

Existem hoje no mercado algumas opções para instalações de água quente: cobre, CPVC (ploricloreto de vinila clorado), PEX (polietileno retificado) e PPR (Polipropileno Copolímero Random).

O cobre já foi muito utilizado algumas décadas atrás, mas tem caído em desuso. Hoje em dia, os mais utilizados são o CPVC (que é um tipo especial de derivado de PVC, resistente a altas temperaturas) e o PPR. A grande desvantagem das tubulações em cobre é a necessidade de isolamento térmico para impedir a troca de calor com o ambiente.



Refleta

Vamos conhecer melhor os materiais utilizados em instalações de água quente?

Vá até uma casa de materiais de construção. Informe-se sobre as marcas e os tipos possíveis e fotografe as opções disponíveis no mercado hoje com relação aos materiais utilizados para as instalações de água quente. Reflita qual o melhor custo-benefício disponível para uma instalação residencial.

Instalações de gás combustível

Generalidades

Nas instalações de gás combustível, existem 2 tipos de gases utilizados:

➤ Gás Liquifeito de Petróleo (GLP):

- Este gás é o último produto gerado no refino do petróleo, por ser o mais leve;

- Considerando-se condições normais de temperatura e pressão (CNTP), este material encontra-se em estado gasoso. Quando mantido sob pressão, muda para o estado líquido, facilitando seu armazenamento e uso;

- É um gás inodoro; por isso, é adicionada uma mistura à base de enxofre, com o objetivo de facilitar a identificação de vazamentos.

- Abastecimento: feito em recipientes transportáveis (2 a 90 kg ou a granel, por meio de recipientes estacionários ou tanques (acima de 90kgs). Para garantir a segurança, estes recipientes devem ser fabricados rigorosamente segundo normas técnicas.

➤ Gás natural (GN)

- Este gás pode ter sua produção associada ou não ao petróleo;

- É formado essencialmente por metano e outros hidrocarbonetos, tais como: etano, propano etc.;

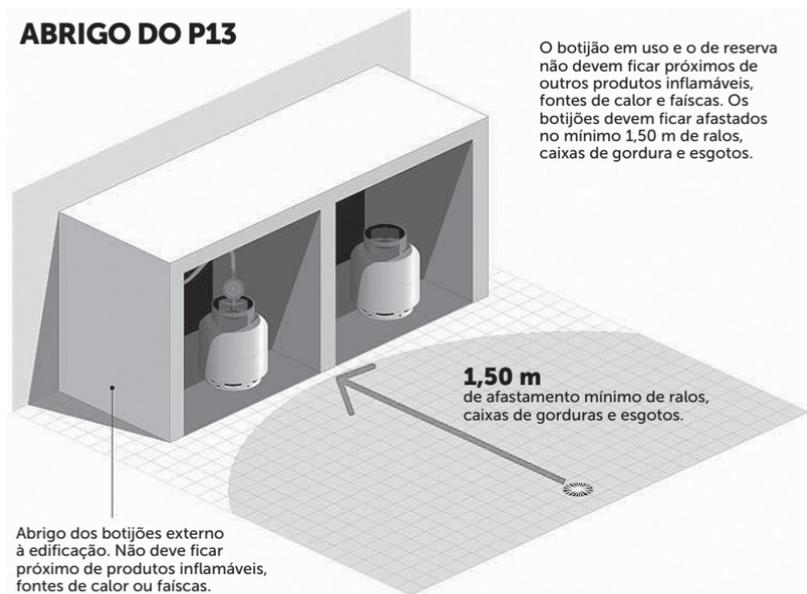
- O GN é mais leve que o ar, por isso se dissipa, podendo ocorrer seu acúmulo nas partes altas dos ambientes.

- Abastecimento: feito por meio de canalizações, através da rede de distribuição da concessionária que faz o abastecimento. Desta forma, não há necessidade de estocagem ou reabastecimento, deixando mais área livre nas edificações.

Instalação

No caso do GLP, sendo a capacidade de armazenamento menor que 90kgs, não é necessária a instalação de central de gás. Os botijões e cilindros deverão ser armazenados em abrigos próprios, na parte externa das edificações, devem ser ventilados e de fácil acesso, conforme Figura 2.2:

Figura 2.2 | Exemplo de abrigo para botijão de 13kgs (uso residencial)



Fonte: <<http://bombeirosvaldo.blogspot.com.br/2013/11/gas-botijoes-p13-conhecendo-os.html>>. Acesso em: 19 ago. 2017.



Pesquise mais

Em sua cidade, existe concessionária de distribuição de gás natural?

Qual a cobertura dessa rede de distribuição e suas especificidades?

Caso não exista esta distribuição em sua cidade, pesquise sobre alguma concessionária de distribuição de gás natural e descreva seus pré-requisitos para abastecimento e cobertura da rede na cidade de atuação.

Sem medo de errar

Em nossa situação-problema da seção, como engenheiro de um escritório de projetos, você precisa dimensionar o sistema de aquecimento solar de uma residência.

Os dados que temos são os seguintes:

Habitantes da edificação: 5 pessoas

Capacidade banheira: 150 .

Coletor: 1 m² aquece 50 l de água.

Conforme vimos no item *Não pode faltar*, consideramos 100L por pessoa para cálculo do boiler, somando-se também o volume da banheira. Sendo assim temos:

$$\text{Volume} = 5 * 100$$

$$\text{Volume} = 500\text{l} + 150\text{l}$$

$$\text{Volume} = 650\text{l}$$

Portanto, o volume do boiler será 650 l.

Para o cálculo da área coletora, temos:

$$1\text{m}^2 = 50\text{l}$$

$$A = 650\text{l}$$

$$50\text{l} * A = 650\text{l}$$

$$A = 650\text{l} / 50\text{l}$$

$$A = 13\text{m}^2$$

Portanto, a área coletora necessária para aquecer 650 l de água será de 13 m².

Avançando na prática

Sistemas de Aquecimento

Descrição da situação-problema

Existem diversas formas de aquecimento de água para fazermos uma instalação de água quente.

Como engenheiro civil, você deve conhecer estes sistemas, suas características ou vantagens, para informar corretamente seu cliente e auxiliá-lo a escolher o mais adequado para sua residência.

Comente e descreva os sistemas de aquecimento disponíveis no mercado.

Resolução da situação-problema

Conforme visto nesta seção, temos os seguintes tipos de aquecimento e suas características:

1. Aquecedor elétrico

Este tipo de aquecedor utiliza energia elétrica para seu funcionamento. Ele pode ser de 2 tipos: aquecedor elétrico de

passagem e aquecedor elétrico por acumulação.

No aquecedor elétrico de passagem, são instalados dispositivos intermediários nas tubulações que fazem o aquecimento instantâneo da água, como no caso do chuveiro ou da torneira elétrica.

O aquecedor elétrico por acumulação (também conhecido por boiler elétrico) oferece maior conforto, pois a água é aquecida para utilização posterior. Este tipo de aquecedor permite uso com maior vazão nos chuveiros e outros pontos de alimentação. É fornecida água quente de imediato, na temperatura desejada pelo usuário.

2. Aquecedor a gás

Este tipo de aquecedor deverá ser alimentado pelo reservatório superior da edificação ou através de dispositivo de pressurização. Apresenta duas vantagens em relação ao aquecedor elétrico: pressão de água mais adequada e água quente para uso imediato. Deve-se estar atento à sua instalação, evitando vazamentos.

3. Aquecedor solar

Os aquecedores solares têm sido uma opção cada vez mais utilizada nos dias de hoje, especialmente devido ao valor da energia elétrica, pois a instalação deste sistema compensa a economia na conta no médio prazo.

Faça valer a pena

1. Considere uma casa onde residem 4 pessoas e que não possui banheira de hidromassagem instalada. Esta família deseja instalar um sistema de aquecimento solar para sua residência. As placas coletoras que serão adquiridas têm capacidade para aquecer 60L de água por m^2 e o consumo por pessoa que deverá ser adotado deve ser de 100L.

Considerando os dados fornecidos, indique a alternativa que contém, respectivamente, a capacidade do boiler e a área coletora necessária para aquecer o volume solicitado.

- a) 600 l e $10m^2$.
- b) 400 l e $40m^2$.
- c) 400 l e $7 m^2$.
- d) 800 l e $14m^2$.
- e) 600 l e $12m^2$.

2. Tem-se hoje, no mercado, diferentes alternativas para abastecimento de gás combustível nas edificações. Sobre suas características, considere o que segue:

(I) Gás I:

- Este gás pode ter sua produção associada ou não ao petróleo;
- É formado essencialmente por metano e outros hidrocarbonetos, tais como: etano, propano etc.;
- É mais leve que o ar, por isso se dissipa, podendo ocorrer seu acúmulo nas partes altas dos ambientes.
- Abastecimento: feito por meio de canalizações, através da rede de distribuição da concessionária que faz o abastecimento. Desta forma, não há necessidade de estocagem ou reabastecimento, deixando mais área livre nas edificações.

(II) Gás II:

- Este gás é o último produto gerado no refino do petróleo, por ser o mais leve;
- Considerando-se condições normais de temperatura e pressão (CNTP), este material encontra-se em estado gasoso. Quando mantido sob pressão, muda para o estado líquido, facilitando seu armazenamento e uso;
- É um gás inodoro; por isso, é adicionada uma mistura à base de enxofre, com o objetivo de facilitar a identificação de vazamentos.
- Abastecimento: feito em recipientes transportáveis (2 a 90kgs) ou a granel, por meio de recipientes estacionários ou tanques (acima de 90kgs). Para garantir a segurança, estes recipientes devem ser fabricados rigorosamente segundo normas técnicas.

A alternativa que cita adequadamente o Gás I e o Gás II, respectivamente, é:

- a) I- Gás Liquefeito de Petróleo; II – Gás enxofre.
- b) Ambos são Gás Liquefeito de Petróleo
- c) Ambos são gás natural.
- d) I – Gás Natural; II- Gás Liquefeito de Petróleo.
- e) I – Gás Liquefeito de Petróleo; II- Gás Natural.

3. Existem hoje diversos materiais disponíveis no mercado para a instalação do sistema predial de água quente.

Assinale a alternativa que contém corretamente os materiais utilizados na instalação predial de água quente:

- a) Cobre, PVC e PPR.
- b) Cobre, CPVC, PEX e PPR.
- c) PVC e PERR.
- d) Cobre, CPVC e PPR.
- e) Cobre, PVC, PEX e PPR.

Seção 2.2

Sistemas de água quente e gás combustível

Diálogo aberto

Caro aluno,

Na seção anterior, tivemos uma introdução aos sistemas prediais de água quente e gás combustível, conhecendo os materiais aplicados e as normas gerais de armazenamento e distribuição. Nesta seção, veremos como fazer o dimensionamento das instalações de água quente e conheceremos mais detalhes acerca das instalações de gás combustível.

Como futuro engenheiro civil, você precisa atender ao seu cliente de forma eficiente e econômica, no que diz respeito a todas as instalações contidas na residência.

Para isso, é preciso tomar alguns cuidados no dimensionamento das tubulações de água quente, pois, apesar de suas semelhanças com o dimensionamento dos sistemas de água fria, existem especificidades.

Como profissional preocupado com a correta elaboração do projeto proposto, você deverá descrever o passo a passo para o dimensionamento e para o encaminhamento das tubulações de água quente, bem como alertar para os cuidados que deverão ser tomados durante sua especificação.

Todas as informações que você precisa estão contidas em *Não pode faltar*.

Boa leitura!

Não pode faltar

Instalações prediais de água quente

A rede de distribuição de água quente deverá sempre ser instalada independente da rede de distribuição de água fria, porém seu traçado e dimensionamento são feitos da mesma forma que aprendemos nas instalações de água fria.

Nestas instalações, devemos buscar sempre utilizar materiais adequados, conforme visto na seção anterior, para que a tubulação suporte adequadamente a temperatura da água aquecida que será levada até os pontos de consumo. Em algumas situações, inclusive, faz-se necessário o

uso de isolamento térmico para estas instalações.

Por convenção, o ponto de água quente é localizado do lado esquerdo do ponto de água fria, imaginando o observador olhando de frente a instalação. Isso se justifica pelo fato de que as pessoas possuem uma tendência natural e inconsciente de abrir primeiro a torneira localizada do lado direito. Ao localizar o ponto de água quente do lado esquerdo estamos minimizando a chance de ocorrerem acidentes.

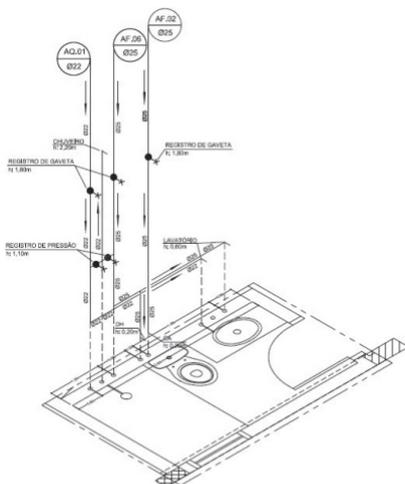
Passo a passo do dimensionamento e distribuição das instalações de água quente

Nas instalações prediais de água quente, deveremos seguir o mesmo passo a passo que utilizamos na instalação de água fria. Então, vamos relembrar:

- O ambiente é traçado com esquadro e 60°;
- Localização dos pontos de alimentação (por exemplo: lavatório, pia sanitária, chuveiro etc.);
- A seguir, uma linha fina ou tracejada liga a peça até a altura de seu ponto de alimentação;
- Na sequência, são traçados os ramais internos, ligando os pontos de consumo;

Por último, fazemos a indicação dos ramais e sub-ramais, bem como o diâmetro da tubulação. As prumadas de água fria e quente deverão sempre ser separadas, conforme a Figura 2.3.

Figura 2.3 | Encaminhamento das tubulações de água fria e água quente



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Depois, devemos montar uma tabela, indicando as peças que serão alimentadas pelos ramais de água quente – chuveiro, torneiras etc. Com essa informação, devemos consultar a tabela de peso da peça – uma tabela empírica, que relaciona a vazão necessária da peça a um número, que representa o peso da peça. A instalação deverá ser projetada e calculada trecho a trecho.

A Tabela 2.3 indica os pesos das peças, conforme relação de vazão de projeto. Apesar da tabela indicar alguns itens como “água fria”, o mesmo peso deverá ser atribuído para instalações de água quente, já que o peso destas peças não se altera.

Tabela 2.3 | Relação entre vazão de projeto das peças de utilização e peso da peça

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		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
Lavadoras de pratos ou de roupa		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 ou registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
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

Fonte: NBR 5626 (BRASIL, 1998).

Com a soma dos pesos das peças em mãos, devemos consultar a tabela de diâmetros de tubulação para definir o seu dimensionamento, conforme Tabela 2.4:

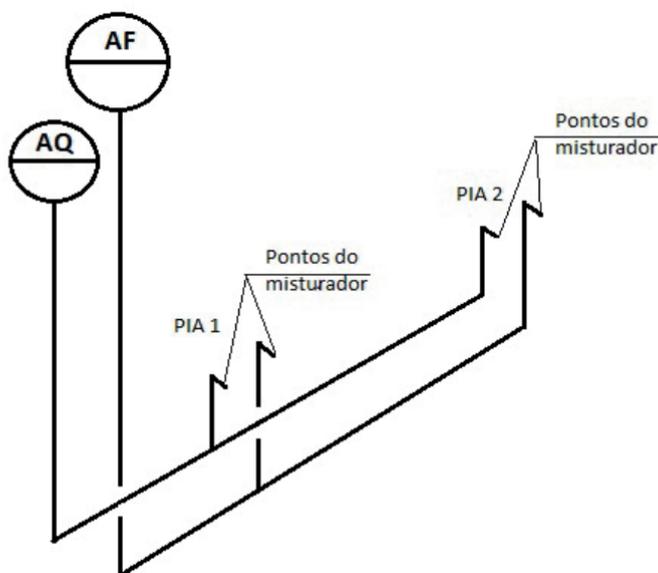
Tabela 2.4 | Relação entre somatório dos pesos das peças e diâmetro das tubulações a serem utilizadas

Soma dos pesos	0	⇔	1,1	⇔	3,5	⇔	18	⇔	44	⇔	100
Ø Soldável (mm)		20mm		25mm		32mm		40mm		50mm	
Ø Roscável (pol)		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"	

Fonte: Carvalho (2013).



Numa cozinha terá uma bancada com duas pias; cada uma das pias terá um misturador de água, que misturará água fria com água quente. Fazendo uso das Tabelas 2.3 e 2.4 calcule o diâmetro da tubulação do sistema dado a seguir:



Fonte: SANTOS, J. C. Material Didático

Fazendo uso da Tabela 2.3 determinamos as vazões e pesos

	Aparelho	Vazão (l/s)	Peso
PIA 1	Misturador	0,25	0,70
PIA 2	Misturados	0,25	0,70
Σ			1,40

Tendo o conhecimento da somatória dos pesos que é 1,40, a partir da Tabela 2.4 determinamos o diâmetro da tubulação.

Soma dos pesos	0	\Leftrightarrow	1,1	\Leftrightarrow	3,5
ϕ Soldável (mm)		20		25	
ϕ Roscável (pol)		1/2		3/4	

Como a somatória dos pesos foi igual a 1,4, entre 1,1 e 3,5, o diâmetro será em tubulação soldável igual a 25 mm e em tubulação roscável 3/4".



Não se esqueça!

Os procedimentos dos traçados das tubulações de água fria e água quente são os mesmos.

Porém, os materiais são diferentes! A tubulação de água quente requer um tipo especial de PVC, conforme vimos na Seção 1 desta unidade, "Sistemas de Água Quente e Gás", para garantir proteção térmica contra a temperatura elevada da água que passa por essas tubulações.

Abastecimento de gás combustível

Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)

Conforme vimos na Seção 2.1, o GLP pode ser armazenado e transportado em recipientes (botijões) com capacidade que variam de 2 a 90 kg. A responsabilidade de produzir um material com boa qualidade cabe à empresa, e o consumidor não deve aceitar recipientes com pintura danificada, amassados etc.

A Tabela 2.5 relaciona alguns usos conforme o tamanho e a capacidade dos botijões e traz informações de dimensão:

Tabela 2.5 | Capacidade e dimensões dos recipientes de gás e seu uso

Recipiente		Dimensões (mm)		Indicação de uso / observação
Tipo	Capacidade de carga (Kg)	Diâmetro	Altura	
P2	2	212	239	Fogageiros, lampiões, soldas, laboratórios / não adaptável a regulador de pressão
P5	5	272	333	Fogões residenciais
P13	13	360	460	Fogões residenciais
P20	20	309	885	Específico para empilhadeiras / deve ser usado na horizontal, porque o consumo se dá na fase líquida
P45	45	380	1280	Centrais de gás (edifícios residenciais e comerciais, restaurantes, bares, lavanderias, hospitais, escolas)
P90	90	555	1213	Centrais de gás (edifícios residenciais e comerciais, restaurantes, bares, lavanderias, hospitais, escolas)

Fonte: Guisí; Rocha (2012).

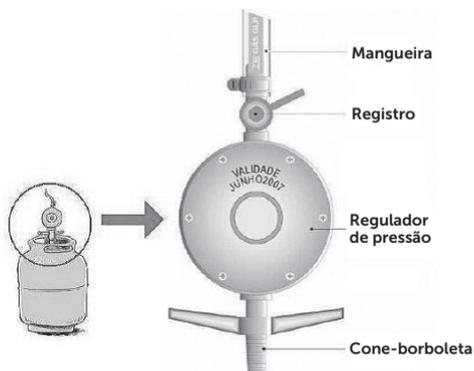
Instalação do GLP

Para encaminhamento do GLP dos recipientes até o fogão, por exemplo, é utilizada uma mangueira flexível de PVC transparente, que possui uma faixa amarela em seu interior com indicação de data de fabricação e prazo de validade, que é de 5 anos e deverá possuir 0,80 m. Caso seja necessário alimentar pontos além desta distância, deverão ser utilizadas tubulações feitas de cobre, conectadas à mangueira flexível e

levadas até os pontos de utilização. Todas deverão estar de acordo com as normas do INMETRO.

Além da mangueira, toda instalação deverá possuir um regulador de pressão, também em conformidade com a padronização do INMETRO, e informando sua data de fabricação e prazo de validade, que também é de 5 anos, conforme esquematizado na Figura 2.4:

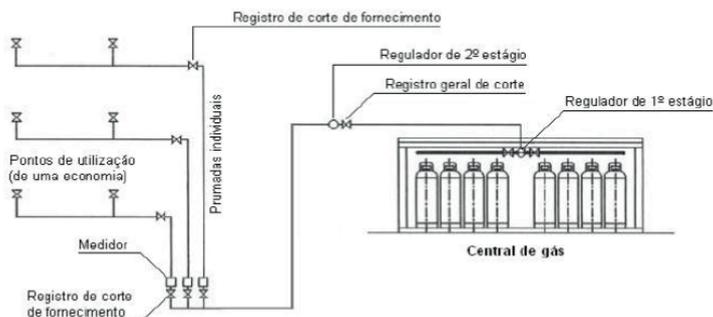
Figura 2.4 | Regulador de pressão



Fonte: Guisi; Rocha (2012).

Quando a edificação necessitar de armazenamento maior que 90 kg (em condomínios de apartamentos, por exemplo), é necessária a implantação de uma central de gás, independentemente do número de pavimentos, usuários ou área construída. Essa central pode ser construída com prumadas individuais, conforme Figura 2.5 – em que cada unidade tem sua prumada individual, ou seja, a medição do consumo é paga de acordo com o que a unidade consumiu efetivamente, porém tem um custo maior de implantação – ou com prumadas coletivas, em que o consumo é rateado entre todas as unidades, conforme Figura 2.5.

Figura 2.5 | Esquema de central de gás com prumadas individuais



Fonte: Guisi; Rocha (2012).

Figura 2.6 | Esquema de central de gás com prumada coletiva



Fonte: Guisi; Rocha (2012).



Refleta

A distribuição de gás combustível em sua residência é por meio de botijão ou central de gás? Caso seja central, trata-se de prumada individual ou coletiva?

Ou o fornecimento é através de rede concessionária?

Tire fotos e descreva como é o sistema usado em sua residência.

No caso das instalações de gás natural (GN), deverão ser seguidas as orientações da concessionária que faz o fornecimento da região, além das orientações e instruções normativas do corpo de bombeiros, as quais diferem de um estado para o outro.



Pesquise mais

Na sua cidade, existe alguma concessionária que fornece gás natural?

Pesquise como é feito o fornecimento, quais são as regiões atendidas e quais as orientações de instalação.

Sem medo de errar

Nas instalações prediais de água quente, deveremos seguir o mesmo passo a passo que utilizamos para as instalações de água fria. Então, vamos relembrar:

- O ambiente é traçado com esquadro e 60°;
- Localização dos pontos de alimentação (por exemplo: lavatório, pia sanitária, chuveiro etc.);

- A seguir, uma linha fina ou tracejada liga a peça até a altura de seu ponto de alimentação;
- Na sequência, são traçados os ramais internos, ligando os pontos de consumo.

Depois, devemos montar uma tabela, indicando as peças que serão alimentadas pelos ramais de água quente – chuveiro, torneiras etc. Com essa informação, devemos consultar a tabela de peso da peça – uma tabela empírica, que relaciona a vazão necessária da peça a um número, que representa o peso da peça. A instalação deverá ser projetada e calculada trecho a trecho.

Com o somatório dos pesos, trecho a trecho, em mãos, consultamos a Tabela 2.3 para saber o diâmetro das tubulações a serem utilizadas.

Alguns cuidados a serem tomados incluem:

- As prumadas de água fria e água quente deverão ser separadas uma da outra; uma tubulação fará a alimentação de água fria e outra de água quente;
- Para a tubulação de água quente deverão ser utilizados materiais específicos para a instalação de água quente, pois estes possuem proteção contra elevadas temperaturas que poderiam danificar o PVC comum utilizado nas instalações de água fria.

Avançando na prática

Água quente – aquecimento elétrico x aquecimento gás

Descrição da situação-problema

Com o período de estiagem, sabemos que a conta de energia elétrica tende a ficar mais cara.

Por isso, é importante conhecer sistemas alternativos para disponibilidade de água quente.

Além do aquecimento elétrico, podemos ter água quente por aquecimento a gás, conforme vimos na Seção 2.1.

Como engenheiro civil, você recebeu uma solicitação de um cliente que deseja saber, comparativamente, a diferença entre manter um sistema de aquecimento elétrico e com gás. Para isso, observe a seguir um cálculo simplificado para tal. Iremos comparar o sistema elétrico, sistema com GLP e sistema com gás natural encanado (GN), fornecido pela concessionária da cidade.

Para os valores a seguir, consideramos uma residência com

consumo de 400 litros de água quente por dia.

Para o cálculo, temos também os seguintes dados:

- Potência calorífica (eletricidade): 860 kcal / kWh
- Potência calorífica (GN): 4.200 Kcal/ m³
- Potência calorífica (GLP): 11.000 Kcal/ kg

Suponha também que, em nosso exemplo, a temperatura da água deverá ser elevada de 20°C para 70°C. Existe uma fórmula que relaciona a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura da água, dada por:

$$Q = m * c * t$$

Em que:

Q = quantidade de calor necessária para aquecer a água

m = massa (volume de água a ser aquecido)

c = calor específico da água

t = temperatura

(c água = 1)

Sendo assim, calcule:

1. A quantidade de calor necessária para aquecer a água conforme os dados fornecidos;
2. O gasto de cada fonte de aquecimento considerando os resultados encontrados em 1.

Obs.: potência calorífica: é a capacidade de transformação de um tipo de energia em energia térmica.

Resolução da situação-problema

O primeiro passo para a solução é calcular a quantidade de calor necessária para aquecer 400 l de água, 50° C (de 20° C para 70° C), então:

$$Q = m * c * t.$$

$$Q = 400 * 1 * 50$$

$$Q = 20.000 \text{ kcal}$$

Portanto, são necessários 20.000 Kcal para elevar a temperatura da água de 20°C para 70°C, para um volume de 400 l.

Sendo assim, temos, para cada fonte de aquecimento:

$$\text{Eletricidade} = 20.000 / 860$$

$$\text{Eletricidade} = 23,25 \text{ kWh}$$

$$\text{GN} = 20.000 / 4200$$

$$\text{GN} = 4,76 \text{ m}^3$$

$$\text{GLP} = 20.000 / 11.000$$

$$\text{GLP} = 1,82 \text{ kg}$$

Para avaliar qual sistema sai mais barato em termos financeiros, deve-se fazer um levantamento de preços na região e comparar qual sistema sairia mais barato.

Faça valer a pena

1. A instalação do GLP exige alguns cuidados e medidas de segurança e deve seguir corretamente as normas estabelecidas, sendo que, para recipientes acima de 90 kg, deverá ser instalada uma central de gás. Sobre a instalação das centrais de gás, é correto afirmar que:

- a) Não é exigida quando a área construída é menor que 400m^2 . Entre 400 até 750m^2 , deverá ser instalada uma central de gás com prumada coletiva.
- b) Pode ser concebida como prumada individual, em que a medição da leitura é feita na entrada da distribuição, ou prumada coletiva, quando a leitura pode ser feita por pavimento do edifício.
- c) Pode ser instalada em prumada individual ou coletiva. Na prumada individual, a medição é feita conforme o uso de fato por unidade. Na prumada coletiva, a leitura é feita do total, e o consumo é rateado entre as unidades.
- d) Caso o armazenamento seja superior a 90 kg, porém divididos em diversos cilindros menores, a instalação da central de gás não é obrigatória. Escolher um item.
- e) Nenhuma alternativa está correta.

2. Sabemos que para o dimensionamento das tubulações de água quente segue-se o mesmo procedimento utilizado para o dimensionamento das tubulações de água fria utilizando-se do mesmo passo a passo, e das mesmas tabelas.

No entanto, devemos tomar 2 cuidados muito importantes no momento de elaborar o projeto de instalações de água quente. Estes cuidados estão citados na alternativa:

- a) Uso de material com proteção térmica adequada, para uso misto com instalação de água fria.
- b) Os cuidados com as instalações variam caso a caso.
- c) A prumada para as 2 instalações pode ser a mesma, desde que seja instalado misturador no ponto de alimentação.
- d) Uso de material específico para prumadas conjuntas de água fria e quente.
- e) As prumadas de água quente deverão ser separadas da água fria e deve-se utilizar materiais apropriados para uso com água em elevadas temperaturas.

3. Nas instalações de GLP, utilizamos mangueira flexível e regulador de pressão, conforme padronização do INMETRO.

Estes componentes deverão indicar seu prazo de validade, que é de, respectivamente:

- a) 5 anos e 5 anos.
- b) 5 anos e 3 anos.
- c) 3 anos e 5 anos.
- d) 4 anos e 5 anos.
- e) 5 anos e 10 anos.

Seção 2.3

Projeto de água quente e gás combustível

Diálogo aberto

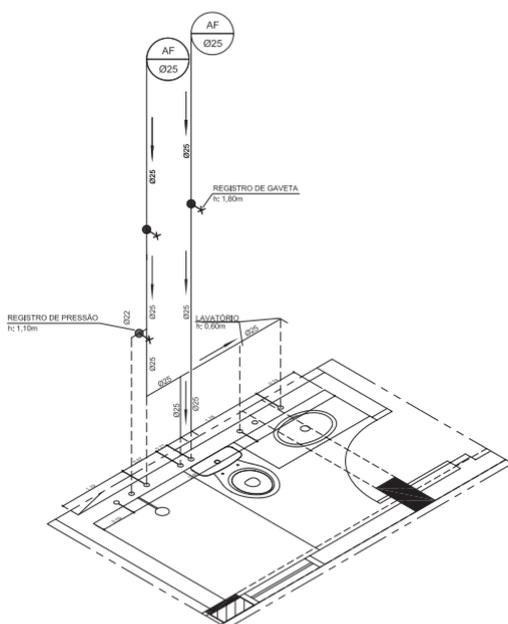
Caro estudante, bem-vindo à última seção de nossa unidade!

Nas Seções 2.1 e 2.2, aprendemos sobre particularidades, características, materiais utilizados nas instalações de água quente e gás combustível. Na sequência, vimos detalhes de como deverão ser feitas tais instalações.

Nesta seção, 2.3, vamos colocar a mão na massa!

Você, como engenheiro civil em seu renomado escritório de projetos, está elaborando o projeto de instalações de água quente de alguns ambientes conforme solicitado. Iniciando pelo sanitário, você já fez o dimensionamento do sistema de água fria, e agora deverá traçar as tubulações de água quente que irão alimentar o chuveiro e a torneira do lavatório, conforme Figura 2.7 a seguir.

Figura 2.7 | Banheiro com as instalações de água fria já traçadas



Fonte: arquivo pessoal da autora.

As informações que você precisa estão na seção *Não pode faltar*.
Boa leitura!

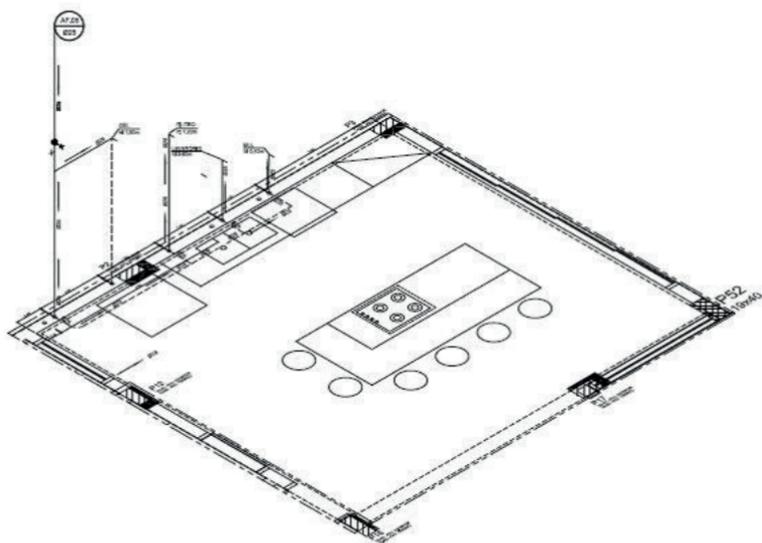
Não pode faltar

1. Projeto de água quente

Conforme vimos na Seção 2.2, o procedimento para o traçado de água quente segue o mesmo passo a passo das instalações de água fria.

Sendo assim, a seguir, na Figura 2.8, temos uma cozinha na qual será instalada uma torneira de água quente na pia da bancada:

Figura 2.8 | Exemplo de água quente na cozinha



Fonte: arquivo pessoal da autora.

O primeiro passo, então, é relacionarmos o peso das peças que alimentam a tubulação.

No caso da nossa cozinha, temos que a pia terá um ponto de água quente. Para identificar o peso da peça, basta consultarmos a Tabela 2.6 a seguir:

Tabela 2.6 | Relação entre vazão de projeto das peças de utilização e peso da peça

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		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
Lavadoras de pratos ou de roupa		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 ou registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
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

Fonte: NBR 5626 (ABNT, 1998).

No exemplo dado, temos uma pia, com uma peça de misturador. A vazão de projeto desta peça é de 0,25 l/s e o peso relacionado é de 0,7.

Na seqüência, consultamos a Tabela 2.7 que relaciona a soma dos pesos, com o diâmetro da tubulação:

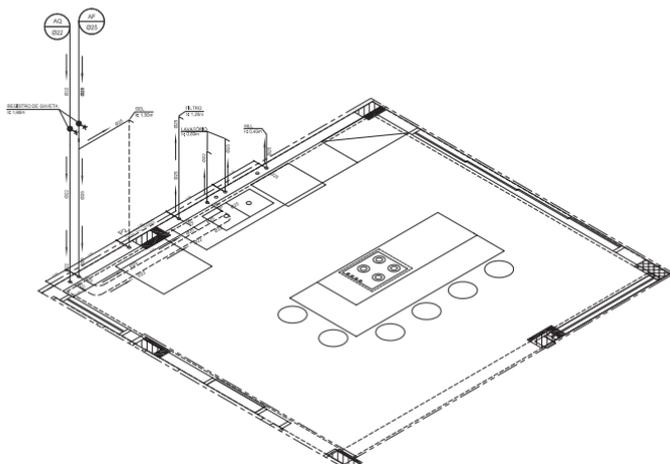
Tabela 2.7 | Relação entre somatório dos pesos das peças e diâmetro das tubulações a serem utilizadas

Soma dos pesos	0	⇔	1,1	⇔	3,5	⇔	18	⇔	44	⇔	100
Ø Soldável (mm)		20mm		25mm		32mm		40mm		50mm	
Ø Roscável (pol)		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"	

Fonte: Carvalho (2013).

Pela Tabela 2.7, então, temos uma soma entre 0 e 1,1 (0,7), que nos indica diâmetro de 20 mm. No mercado hoje temos opções disponíveis de 15 mm - insuficiente para nosso caso - e a próxima medida seria de 22 mm, sendo esta a escolhida para nosso projeto. Com o traçado da tubulação ficaríamos com o seguinte, conforme Figura 2.9:

Figura 2.9 | Isométrica da cozinha com tubulações de água fria e quente traçadas



Fonte: arquivo pessoal da autora.



Assimile

É importante conhecer os diâmetros das tubulações de água quente existentes no mercado.

Atualmente, as tubulações para instalação de água quente disponíveis hoje têm os seguintes diâmetros (ou bitola):

- 15 mm
- 22 mm
- 28 mm
- 35 mm
- 42 mm
- 54 mm
- 73 mm
- 89 mm
- 114 mm



Refleta

Como vimos, no mercado, existem diâmetros específicos das tubulações para instalações de água quente.

Por isso, ao chegarmos numa somatória de pesos das peças na Tabela 2.7 em que não temos a bitola específica disponível, devemos sempre indicar o uso do próximo tamanho disponível, a fim de evitar o subdimensionamento.

Por exemplo: se a soma dos pesos indica um diâmetro de 32 mm, nota-se que nas bitolas disponíveis temos 28 e 35. Portanto, será indicado um diâmetro de 35 mm de projeto, que é o próximo disponível.

2. Projeto de gás combustível

Para as instalações de gás combustível, conforme vimos na Seção 2.2, a mangueira flexível abastece o ponto de alimentação a partir do botijão. Porém, tendo um tamanho bastante limitado deste flexível (80 cm), quando o ponto se encontra mais distante, é necessário o uso de tubulações em cobre.

De um modo geral, nas instalações residenciais para alimentação de peças como forno ou fogão, utilizamos tubulação embutida com diâmetro nominal de 15 mm, suficiente para este uso.

A tubulação de cobre se conecta à mangueira flexível, e é encaminhada até os pontos de utilização.

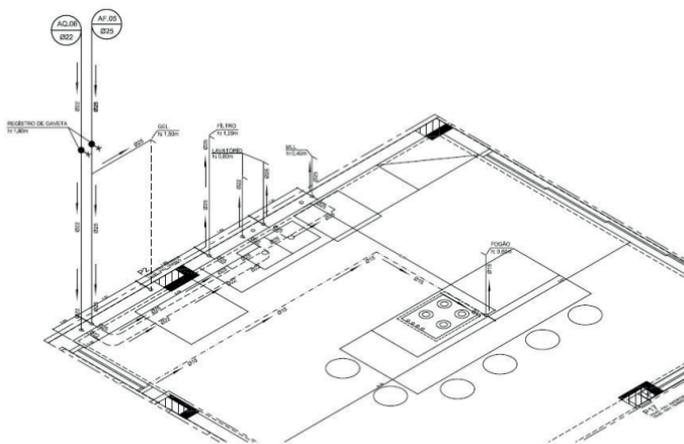


Exemplificando

Utilizando o mesmo exemplo da cozinha na qual fizemos o traçado da tubulação de água quente, suponha que o botijão de gás desta residência se encontra do lado de fora, a alguns metros da cozinha.

Observe, na Figura 2.10, como ficaria o traçado da instalação de gás para alimentar o fogão:

Figura 2.10 | Alimentação do fogão no projeto de gás



Fonte: acervo da autora.

O profissional que irá realizar a instalação deverá ter conhecimento e fazer a instalação de forma correta e cuidadosa, fazer as soldas de maneira adequada, evitando assim vazamentos e acidentes.



Pesquise mais

No caso das instalações de gás natural por concessionária, a mesma pode fazer recomendações específicas para as instalações. Pesquise, na sua cidade, quais seriam as recomendações de instalação da empresa que faz o fornecimento.

Sem medo de errar

No banheiro do nosso projeto, precisamos, primeiro, consultar a tabela de peso das peças para definir os diâmetros.

Relacionando as peças que serão alimentadas, temos o chuveiro e o lavatório. Vamos consultar o peso dessas peças na Tabela 2.6:

Tabela 2.6 | Relação entre vazão de projeto das peças de utilização e peso da peça

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		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
Lavadoras de pratos ou de roupa		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 ou registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
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

Fonte: NBR 5626 (BRASIL, 1998).

No projeto dado, temos um chuveiro com misturador, cuja peça é o registro de pressão, com peso 0,1, e um lavatório, com peso 0,3. Portanto, a somatória dos pesos das peças será de 0,4:

Consultando a Tabela 2.7 que relaciona a soma dos pesos, com o diâmetro da tubulação, temos:

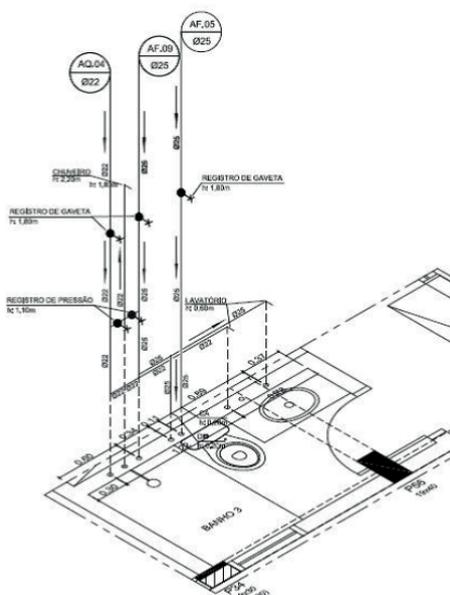
Tabela 2.7 | Relação entre somatório do pesos das peças e diâmetro das tubulações a serem utilizadas

Soma dos pesos	0	⇔	1,1	⇔	3,5	⇔	18	⇔	44	⇔	100
Ø Soldável (mm)		20mm		25mm		32mm		40mm		50mm	
Ø Roscável (pol)		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"	

Fonte: Carvalho (2013).

No caso, a Tabela 2.7 nos indica um diâmetro de 20 mm. Como não temos este diâmetro disponível no mercado, devemos utilizar o próximo tamanho disponível que seria de 22 mm. Portanto, o traçado deverá ficar da seguinte forma, conforme Figura 2.11:

Figura 2.11 | Resolução



Fonte: acervo da autora.

Avançando na prática

Projeto de gás combustível

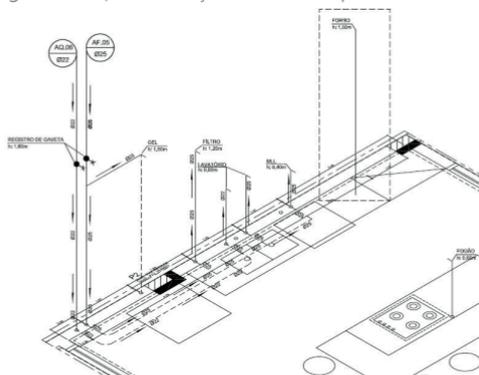
Descrição da situação-problema

Suponha que o exemplo da cozinha mostrado na seção *Não pode faltar*, representa o projeto do seu cliente em seu escritório de projetos. Seu cliente informou que, além do fogão, ele pretende

colocar um forno a gás, separado, pois seu fogão será do tipo “cooktop”.

Dada a localização do forno, conforme Figura 2.12, proponha então um novo traçado da tubulação de gás, alimentando tanto o cooktop quanto o forno.

Figura 2.12 | Localização do cooktop e forno

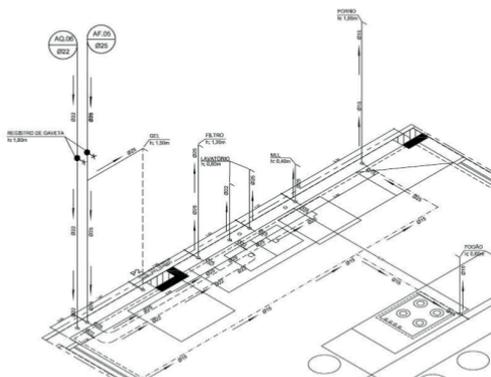


Fonte: acervo da autora.

Resolução da situação-problema

Conforme as orientações da seção *Não Pode Faltar*, nas tubulações de gás residencial com alimentação por gás tipo GLP (o nosso comum botijão), devemos utilizar tubulações de cobre com diâmetro nominal de 15 mm, pois o botijão encontra-se distante dos pontos de alimentação. A nova solução alimentando forno e cooktop ficaria da seguinte forma (Figura 2.13):

Figura 2.13 | Resolução da situação-problema



Fonte: acervo da autora.

Faça valer a pena

1. Nas instalações de água quente, seguimos os mesmos procedimentos e tabelas utilizados nas instalações de água fria. Ao consultar a tabela que relaciona o peso da peça e o diâmetro da tubulação, seu projeto de água quente indicou uma tubulação com 25 mm de diâmetro. Ao consultar o fabricante, você notou que este diâmetro não está disponível, apenas os de 22 ou 25 mm.

O procedimento a ser adotado, neste caso, está descrito corretamente na alternativa:

- a) Dependendo das peças que serão alimentadas, poderá ser utilizada a tubulação de 22 mm.
- b) Deverá ser utilizado o próximo diâmetro disponível, no caso, de 35 mm.
- c) O projetista deverá solicitar a fabricação de uma peça sob medida neste caso.
- d) É indiferente o uso de tubulação de 22 ou 35 mm neste caso.
- e) Caso o fabricante não forneça o material no diâmetro adequado, deverá ser substituído por tubulação correspondente em PVC comum.

2. Em algumas situações de instalação de gás combustível do tipo GLP, a distância entre o botijão e o ponto a ser alimentado pode ser maior que 80 cm.

Neste caso, devemos proceder com a instalação da seguinte forma, conforme indicado na alternativa:

- a) Basta adquirir uma mangueira flexível com tamanho adequado à instalação.
- b) Nos casos em que a distância é maior que 80 cm entre o botijão e o ponto a ser alimentado, a solução seria fazer a alimentação por gás natural, em vez de GLP.
- c) Para não inviabilizar a instalação, deverá ser alterado o projeto de forma que o ponto a ser alimentado fique a menos de 80 cm do botijão.
- d) A mangueira flexível, que tem tamanho máximo de 80 cm, deverá ser conectada à tubulação de cobre, e esta irá alimentar os pontos de uso da instalação.
- e) Poderá ser feita emenda da mangueira flexível com outra de tamanho adequado, chegando até o ponto a ser alimentado.

3. Para as instalações de gás combustível a mangueira flexível abastece o ponto de alimentação a partir do botijão. Porém, tendo um tamanho bastante limitado deste flexível (80 cm), quando o ponto se encontra mais distante, é necessário o uso de tubulações em cobre.)

Indique o diâmetro da tubulação embutida para alimentação de gás combustível em fornos e fogões.

- a) 10 mm.
- b) 15 mm.
- c) 20 mm.
- d) 32 mm.
- e) 40 mm.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198**: projeto e execução de instalações de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 5626/98**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

CARVALHO JUNIOR, Roberto. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GHISI, Eneidir; ROCHA, Vinicius Luis. **Instalações prediais de gás combustível**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2012.

Sistemas de esgoto

Convite ao estudo

Olá, futuro engenheiro civil!

Estamos iniciando a terceira unidade do nosso livro.

Na primeira unidade, vimos os sistemas prediais de água fria, suas especificidades e seu funcionamento, bem como os sistemas de reserva e abastecimento.

Na segunda unidade, aprendemos sobre as instalações prediais de água quente, seu dimensionamento e assim como suas particularidades e o funcionamento e dimensionamento das instalações de gás combustível.

Agora, na terceira unidade, veremos as instalações de esgoto sanitário, materiais, componentes, particularidades e como é feito seu dimensionamento e o encaminhamento de tubulações para instalação.

Na primeira seção desta nova unidade, faremos uma introdução aos sistemas de instalação de esgoto sanitário, suas particularidades e materiais utilizados, e você aprenderá também a identificar as partes de uma instalação.

Na segunda seção, conheceremos algumas particularidades das instalações, como os sistemas de coleta e ventilação utilizados.

Na última seção da unidade, aprenderemos como fazer o dimensionamento e o projeto das instalações de esgoto sanitário.

Como engenheiro civil, você deverá conhecer esses detalhes e também a maneira como é feito tal dimensionamento para que seu projeto busque sempre eficiência e economia.

Vamos lá?

Seção 3.1

Introdução aos sistemas de esgoto

Diálogo aberto

Olá, caro estudante!

Imagine que você é um engenheiro civil e trabalha em um escritório de projetos. Um novo cliente precisa que você elabore um projeto de instalações de esgoto sanitário para sua futura residência.

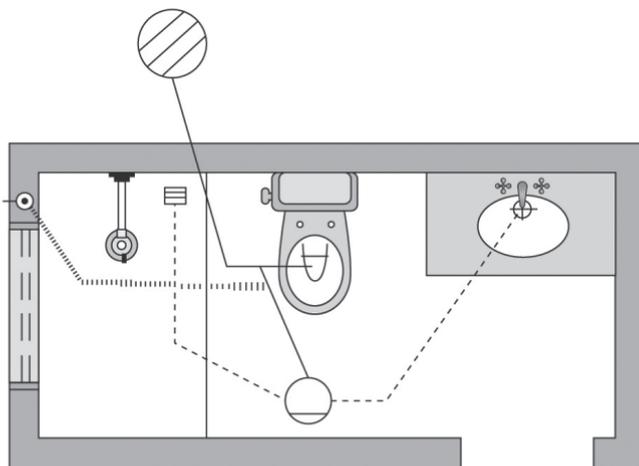
Para que seu projeto seja elaborado de forma eficiente e econômica, é necessário conhecer corretamente as partes que compõem uma instalação de esgoto sanitário.

Para elaborar de forma correta e eficiente um projeto de instalações de esgoto sanitário, é necessário o conhecimento das partes que o compõem, sua posição e a função de cada parte. Portanto, será necessário identificar, na Figura 3.1, as partes constituintes de uma instalação de esgoto sanitário do banheiro representado.

Você irá encontrar todas as informações necessárias após uma leitura atenta da seção *Não pode faltar*.

Bons estudos!

Figura 3.1 | Partes componentes de uma instalação de esgoto sanitário



Fonte: adaptada de <<http://rotadosconcursos.com.br/questoes-de-concursos/engenharia-civil-hidraulica-e-hidrologia/528454>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Não pode faltar

1. Introdução

As instalações prediais de esgoto sanitário são destinadas a coletar, conduzir e afastar da edificação os despejos provenientes do uso de equipamentos sanitários, dando a eles correta destinação. A destinação final do esgoto sanitário será a rede pública de coleta, quando disponível, ou o sistema particular de recebimento e pré-tratamento de efluentes, em regiões sem coleta e tratamento da rede pública (CARVALHO, 2013).

O sistema predial de esgoto sanitário deverá seguir algumas recomendações, conforme a NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário –, tais como:

- Evitar a contaminação da água.
- Permitir rápido escoamento dos despejos coletados.
- Impedir o retorno de gases provenientes das instalações de esgoto sanitário.
- Permitir a inspeção da instalação e de seus elementos de forma rápida e fácil.
- Permitir a fixação de aparelhos sanitários somente por meio de dispositivos que facilitem sua remoção no caso da necessidade de reparos e manutenção.
- Impedir o acesso do esgoto ao sistema de ventilação predial.
- Impedir o acesso de corpos ou objetos estranhos ao sistema.



Assimile

É interessante conhecer as normas de padronização para projetar de maneira eficiente e econômica.

Faça o download da NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário –, e anote os pontos mais importantes que você encontrou.

Disponível em: <http://www.masterhousesolucoes.com.br/download/NBR_8160.pdf>. Acesso em: 26 set. 2017.

Além das características citadas, devemos também utilizar materiais adequados ao seu uso, especificados de acordo com o

tipo de efluente a ser conduzido, a temperatura, os efeitos químicos e físicos e os esforços ou solicitações mecânicas.

O material mais comumente utilizado é o PVC da linha sanitária, nas linhas normal ou reforçada, dependendo do uso. Podem ser utilizados também o ferro fundido e a manilha cerâmica. Materiais que não são padronizados pela norma brasileira não poderão ser utilizados nessas instalações.

O PVC é o mais utilizado atualmente por suas inúmeras vantagens. No caso de tubulações aparentes, instaladas na horizontal e/ou suspensas em lajes, o recomendável é a utilização de tubulações mais resistentes, com um reforço extra em sua espessura.

Outro material que pode ser utilizado é o ferro fundido. Ele tem como vantagens sua característica incombustível e sua alta resistência a choques e impactos. Este material é mais comumente utilizado no caso de tubulações aparentes, como em garagens e subsolos, por exemplo, ou em locais onde há risco de acidentes. Possui também alta resistência a substâncias químicas e altas temperaturas e tem boa durabilidade.

As manilhas cerâmicas em geral são utilizadas no caso de efluentes industriais e/ou solventes orgânicos. Possuem alta resistência no caso de solos agressivos e correntes eletrolíticas.

É necessário utilizar dispositivos de inspeção, permitindo o acesso ao interior das tubulações, possibilitando sua fácil manutenção.



Refleta

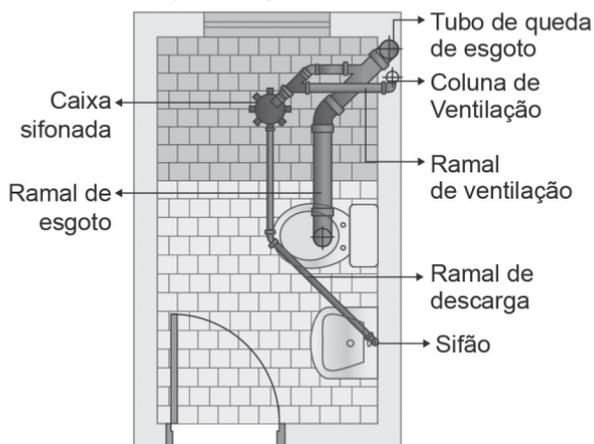
Nem sempre a rede de coleta pública está disponível em algumas regiões.

Faça uma pesquisa em sua região e veja qual a porcentagem da população que é atendida pela coleta e pelo tratamento de esgoto.

2. Partes de uma instalação predial de esgoto sanitário

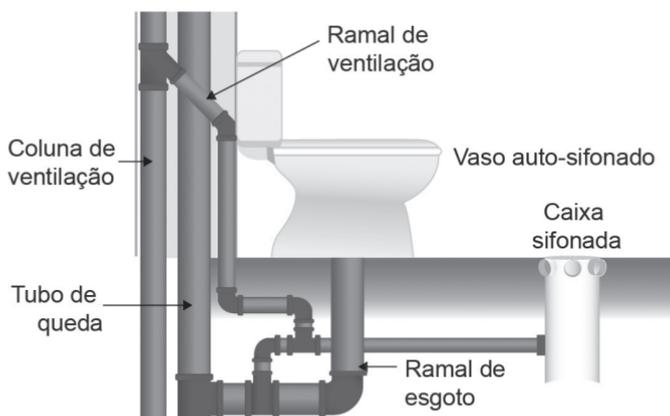
O esquema representado nas Figuras 3.2 e 3.3 mostra as partes constituintes de uma instalação de esgoto sanitário. Veremos na sequência qual a função de cada uma dessas partes.

Figura 3.2 | Partes da instalação de esgoto sanitário



Fonte: Carvalho (2013).

Figura 3.3 | Partes da instalação de esgoto sanitário



Fonte: Carvalho (2013).

2.1 Ramal de descarga

O ramal de descarga é a parte da instalação que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários instalados, tais como o vaso sanitário, o bidê e o lavatório. O vaso sanitário deverá, obrigatoriamente, estar ligado de forma direta à caixa de inspeção, no caso de edificações térreas, ou ao tubo de queda do esgoto, no caso de instalações em pavimentos superiores. Os ramais do lavatório, do bidê, do lavatório, da banheira, do ralo e do tanque deverão ser conectados à caixa sifonada. Os ramais que possuem efluentes de gordura, como da pia

de cozinha, deverão ser conectados à caixa de gordura, no caso de edificação térrea, ou em tubo de queda específico (tubo de gordura), para as instalações em pavimento superior (CARVALHO, 2013).

2.2 Desconectores

Os desconectores possuem um fecho hídrico, com a finalidade de impedir a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto. Nas instalações prediais de esgoto sanitário, são utilizados dois tipos de desconectores: a caixa sifonada e o sifão. Cada desconector pode atender apenas um aparelho sanitário ou todos os aparelhos sanitários instalados na unidade, a exemplo da caixa sifonada.

A NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário – determina a obrigatoriedade do uso de desconector em todos os aparelhos sanitários; além disso, sua instalação deve permitir manutenção.

O sifão é um dos tipos de desconectores utilizados. Ele possui uma camada líquida, denominada fecho hídrico, com a finalidade de servir como vedação impedindo o retorno de gases provenientes da instalação. A altura mínima dessa camada de água (fecho hídrico) é de 50 mm ou 5 cm.

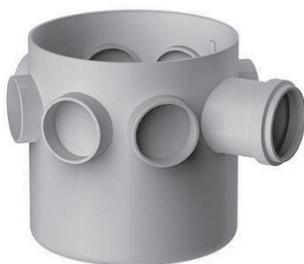
A caixa sifonada é uma caixa de formato cilíndrico, provida de desconector, fabricado em PVC e ferro fundido, com diâmetros de 100 mm, 125 mm e 150 mm. Pode ter de uma a sete entradas de esgoto, para tubulações de 40 mm, e tem apenas uma opção de saída, que pode ter diâmetro de 50 ou 75 mm. Sua localização deve permitir o recebimento dos ramais de descarga e encaminhar os efluentes até a rede de esgoto. As Figuras 3.4 e 3.5 mostram, respectivamente, o sifão e a caixa sifonada.

Figura 3.4 | Sifão em PVC



Fonte: <<http://www.tigre.com.br/tanques-lavatorios/sifao>> Acesso em: 26 set. 2017.

Figura 3.5 | Caixa sifonada



Fonte: <<https://goo.gl/JjKx8v>>. Acesso em: 26 set. 2017.

2.3 Ralos

Existem 2 tipos de ralos: seco (sem proteção hídrica) e sifonado (com proteção). Em geral, o ralo seco tem como finalidade recolher água proveniente de chuveiro (boxe), pisos laváveis, áreas externas, terraços, varandas etc. Por esse motivo, não podem receber efluentes de ramais de descarga.

Podem ser fabricados em ferro fundido ou PVC e são diversos os modelos da peça. Os ralos secos deverão ser conectados à caixa sifonada.



Exemplificando

Hoje em dia, existem no mercado os mais diversos tipos de ralo seco, buscando atender às mais diversas solicitações dos projetos arquitetônicos. O ralo mais comum encontrado hoje é o ralo comum seco, representado na figura a seguir:

Figura 3.6 | Ralo seco comum



Fonte: <<https://goo.gl/mHBA3x>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Outro tipo que vem sendo bastante usado é o ralo tipo linear, por sua aparência estética mais interessante e pela diversidade de acabamentos, cores e tamanhos.

Faça uma pesquisa acerca desses modelos e tipos disponíveis no mercado, além de pesquisá-los em uso em ambientes como banheiros e áreas externas.

2.4 Ramal de esgoto

O ramal de esgoto tem por finalidade receber os efluentes provenientes dos ramais de descarga da edificação. Sua conexão com o subcoletor ou coletor predial deverá ser feita por meio da caixa de inspeção, no caso de se localizar no pavimento térreo, ou no tubo de queda, no caso de pavimento sobreposto. Em edificações com vários pavimentos, o ramal de esgoto localizado no térreo deve ser interligado diretamente à caixa de inspeção, através de uma tubulação independente (CARVALHO, 2013).

2.5 Tubo de queda

Esse elemento é a tubulação vertical existente nas edificações com dois ou mais pavimentos e recebe os efluentes oriundos dos ramais de esgoto e dos ramais de descarga. Sempre que possível deverá ser instalado sem desvios no alinhamento vertical e com o mesmo diâmetro em todo percurso. Porém, esse diâmetro não deverá ser menor que a tubulação que estiver conectada a ele, em geral o ramal da bacia sanitária, que é de 100 mm. Quando recebe efluentes de pia de cozinha, copa etc., seu diâmetro não deverá ser menor que 75 mm.

2.6 Tubo ventilador e coluna de ventilação

O tubo ventilador tem como finalidade possibilitar o escoamento do ar da atmosfera para o interior das tubulações de esgoto e vice-versa e, dessa forma, impedir que ocorram rupturas no fecho hídrico dos conectores instalados.

Quando atende mais de um pavimento, esse tubo ganha o nome de coluna de ventilação. Neste caso, sua extremidade deverá permanecer aberta para a atmosfera, e ultrapassar a cobertura ou laje em pelo menos 30 cm. Caso esteja localizado em uma laje com outro uso que não somente de cobertura – varandas ou terraços, por

exemplo –, ele deverá ultrapassá-la pelo menos 2 m. Com relação ao projeto, não deverá ser situado a menos de 4 m de qualquer janela, porta, ou vão de ventilação.

Sempre que possível, tanto o tubo ventilador quanto a coluna de ventilação deverão estar instalados em uma única prumada. Em geral, o diâmetro é de 50 mm para residências e de 75 mm no mínimo para edificações com dois pavimentos ou mais (CARVALHO, 2013).

Já o ramal de ventilação é o trecho da instalação que interliga o desconector, ramal de descarga ou ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários, a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.

2.7 Caixas de inspeção e caixa de gordura

A caixa de inspeção tem a finalidade de permitir a limpeza, a inspeção e a manutenção da rede de esgoto. Deverá ser instalada sempre que ocorrer mudança de direção ou inclinação no encaminhamento das tubulações, ou ainda quando a tubulação tiver mais de 12 m de comprimento. Pode ser feita de plástico, concreto ou alvenaria. Sua profundidade máxima é de 1 m e a medida mínima interna deverá ser de 60 cm. Sua tampa deverá ser visível, nivelada ao piso, e possuir vedação perfeita. No caso de edificações com vários pavimentos, a caixa de inspeção deverá ser instalada a pelo menos 2 m de distância dos tubos de queda que se conectam a ela.

Já a caixa de gordura é um dispositivo que retém, em sua parte superior, óleos, graxas, gorduras, que devem ser removidos periodicamente, evitando que caiam na rede de esgoto e causem obstruções. Nas residências, recebe efluentes das pias de cozinhas, copas etc. Ela pode ser pré-fabricada, em plástico PVC ou ferro fundido ou, ainda, moldada *in loco*.



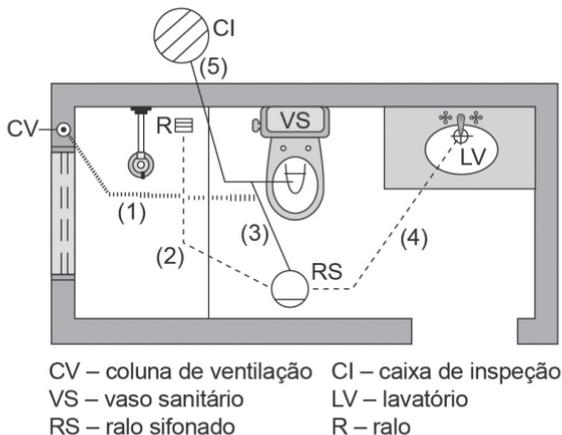
Pesquise mais

Pesquise e fotografe, em lojas de materiais de construção, os componentes da instalação vistos nesta seção, os materiais usados, as cores padrão, se existirem, e outras características que considerar interessantes. O sifão, por exemplo, pode ter outros tipos de acabamento além de PVC, como o acabamento cromado. Encontre este e outros exemplos.

Sem medo de errar

Conforme vimos na Seção 3.1, as partes de uma instalação de esgoto sanitário, e também o exemplo da Figura 3.2, em nossa situação-problema as partes da instalação serão nomeadas da seguinte forma, conforme Figura 3.7.

Figura 3.7 | Resolução da SP



Fonte: <<http://rotadosconcursos.com.br/questoes-de-concursos/engenharia-civil-hidraulica-e-hidrologia/528454>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Avançando na prática

Materiais disponíveis para instalações hidrossanitárias

Descrição da situação-problema

Seu cliente do escritório, que solicitou um projeto de instalações de esgoto sanitário, deseja conhecer os materiais disponíveis no mercado, suas características e modos de uso.

Descreva, conforme a seção *Não pode faltar*, as opções disponíveis para seu cliente, quais as vantagens e os usos de cada tipo.

Resolução da situação-problema

Conforme vimos nesta seção, o material mais utilizado para a execução das instalações de esgoto sanitário é o PVC da linha sanitária, em suas linhas normal ou reforçada, conforme a aplicação. Podem ser utilizados também o ferro fundido e a manilha cerâmica. Materiais que não são padronizados pela norma brasileira não poderão ser utilizados nessas instalações.

O PVC é o mais utilizado atualmente por suas inúmeras vantagens. No caso de tubulações aparentes, instaladas na horizontal e/ou suspensas em lajes, recomenda-se o uso de tubulações mais resistentes, com um reforço extra em sua espessura.

Outro material que pode ser utilizado é o ferro fundido. Tem vantagens como sua característica incombustível e sua alta resistência a choques e impactos. Este material é mais usado em tubulações aparentes, como em garagens e subsolos, por exemplo, ou em locais onde há risco de acidentes. Possui também alta resistência a substâncias químicas, altas temperaturas e tem boa durabilidade.

As manilhas cerâmicas em geral são utilizadas no caso de efluentes industriais e/ou solventes orgânicos. Possuem alta resistência no caso de solos agressivos e correntes eletrolíticas.

É necessário o uso de dispositivos de inspeção, permitindo o acesso ao interior das tubulações, possibilitando sua fácil manutenção.

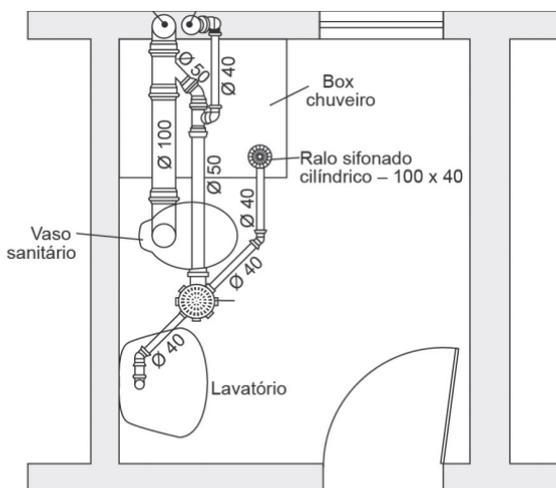
Portanto, para uma instalação residencial, recomenda-se o uso do PVC e sua linha adequada para instalações de esgoto sanitário.

Faça valer a pena

1 Como sabemos, a instalação de esgoto sanitário é composta por diversas partes.

Observe a figura a seguir:

Figura 3.8 | Planta de um banheiro com detalhamento de esgoto sanitário



Fonte: <<https://br.pinterest.com/pin/731201689469943694/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

O componente indicado pela seta representa:

- a) a caixa de gordura.
- b) a caixa sifonada.
- c) o tubo de queda.
- d) o ramal de ventilação.
- e) a coluna de ventilação.

2. Leia atentamente a descrição a seguir:

“Este elemento é a tubulação vertical existente nas edificações com dois ou mais pavimentos e recebe os efluentes oriundos dos ramais de esgoto e dos ramais de descarga. Sempre que possível deverá ser instalado sem desvios no alinhamento vertical e com o mesmo diâmetro em todo percurso. Porém, este diâmetro não deverá ser menor que a tubulação que estiver conectada a ele, em geral o ramal da bacia sanitária, que é de 100 mm. Quando recebe efluentes de pia de cozinha, copa etc, seu diâmetro não deverá ser menor que 75 mm.”

Essa descrição refere-se:

- a) ao ramal de ventilação.
- b) à caixa de inspeção.
- c) à caixa sifonada.
- d) ao tubo de queda.
- e) ao ralo sifonado.

3. Observe as descrições a seguir:

I - Material mais utilizado atualmente por suas inúmeras vantagens. No caso de tubulações aparentes, instaladas na horizontal e/ou suspensas em lajes, o recomendável é a utilização de tubulações mais resistentes, com um reforço extra em sua espessura.

II – Este outro material tem vantagens como sua característica incombustível e sua alta resistência a choques e impactos. É mais comumente utilizado no caso de tubulações aparentes, como em garagens e subsolos, por exemplo, ou em locais onde há risco de acidentes. Possui também alta resistência a substâncias químicas, altas temperaturas e tem boa durabilidade.

III – Material em geral utilizado no caso de efluentes industriais e/ou solventes orgânicos. Possui alta resistência no caso de solos agressivos e correntes eletrolíticas.

As afirmações I, II e III referem-se, respectivamente, aos seguintes materiais:

- a) CPVC, ferro fundido e cobre.
- b) CPVC, ferro fundido e manilha cerâmica.
- c) PVC, ferro fundido e manilha cerâmica.
- d) Cobre, manilha cerâmica e ferro fundido.
- e) Ferro fundido, PVC e manilha cerâmica.

Seção 3.2

Sistema de coleta e ventilação de esgoto

Diálogo aberto

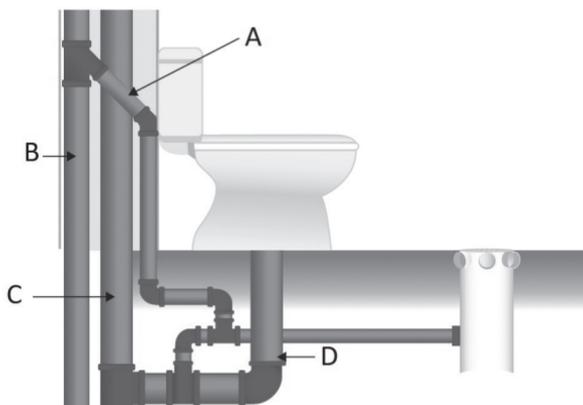
Olá, caro aluno!

Nesta seção, conheceremos maiores detalhes com relação à coleta e à ventilação dos sistemas de esgoto sanitário. Como engenheiro civil, é importante conhecer como essas instalações ocorrem, pois será de sua responsabilidade elaborar todo o projeto de instalação, até o escoamento dos detritos para um sistema de coleta, escoamento e tratamento, que pode ser feito por meio de uma concessionária pública que preste o serviço no município ou de forma privada, quando este serviço não se encontra disponível na região da instalação.

Como futuro engenheiro civil, você deverá conhecer as partes da instalação que levam os detritos sanitários da edificação até um sistema de coleta público, por exemplo.

Por isso, identifique na Figura 3.9, a seguir, as partes componentes da instalação do banheiro de seu cliente, indicadas nas letras A, B, C e D, agregando os conhecimentos já adquiridos na Seção 3.1, na qual vimos as partes componentes das instalações hidrossanitárias, e também na leitura desta seção, na qual conheceremos mais detalhes dos trechos que compõem as instalações de esgoto sanitário:

Figura 3.9 | Partes das instalações de esgoto sanitário de um banheiro



Fonte: adaptada de Carvalho (2013).

Não pode faltar

1. Sistemas de coleta e escoamento dos esgotos sanitários

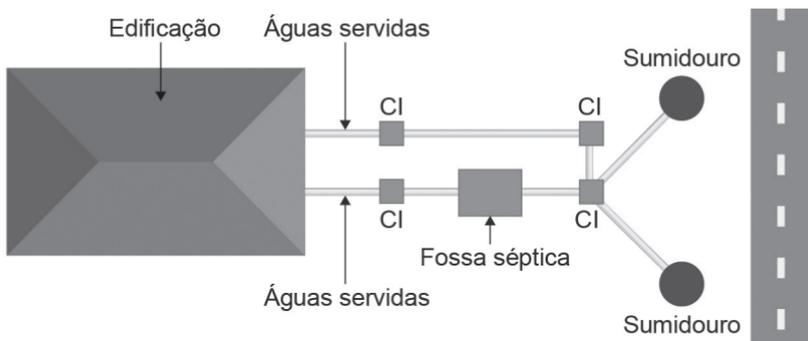
Nas instalações de esgoto sanitário, podemos ter alguns tipos de sistema de coleta e escoamento dos dejetos e o sistema pode ser individual ou coletivo.

Sistemas individuais

Quando temos um sistema individual de coleta, cada edificação tem seu próprio sistema de coleta, escoamento e tratamento (como fossa séptica ou sumidouro). Quando não há sistema público de coleta, o sistema particular de tratamento deverá ser elaborado de acordo com as normas pertinentes (como a NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário)

Na Figura 3.10, abaixo, podemos observar um sistema individual.

Figura 3.10 | Sistema de coleta e escoamento privado individual



Fonte: Carvalho (2013).



Refleta

Apesar de todos os avanços e evoluções da humanidade, muitas pessoas no mundo ainda vivem sem recursos básicos, como o acesso à água potável e o saneamento básico.

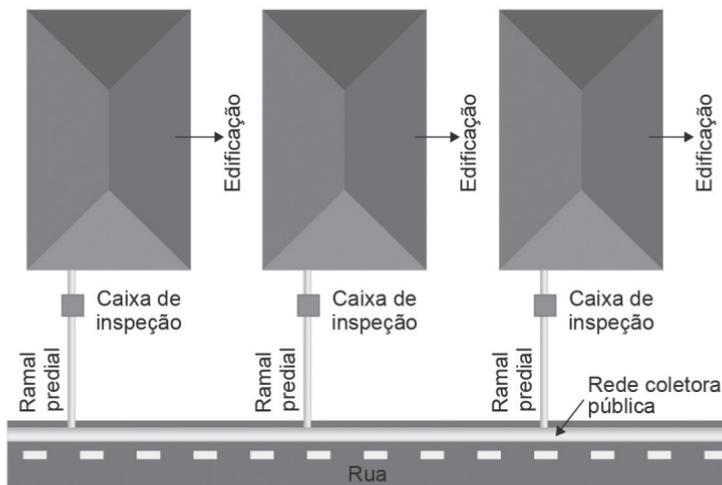
Visite o site <<http://www.tratabrasil.org.br/>> (acesso em: 26 set. 2017) para coletar informações sobre a situação mundial e compará-las com a situação brasileira em termos de acesso à água potável e a saneamento básico.

Sistemas coletivos

Quando existem sistemas coletivos, as redes coletoras se localizam nas ruas, escoando os esgotos coletados até locais determinados para

tratamento e posterior lançamento em curso d'água determinado. A Figura 3.11 ilustra um sistema coletivo.

Figura 3.11 | Sistema de coleta e escoamento coletivo



Fonte: Carvalho (2013).



Assimile

Muitos locais funcionam com coleta privada, com usos de fossa séptica e sumidouros.

Acesse o link a seguir para conhecer com mais detalhes como é feita essa instalação:

<<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/como-funciona-a-fossa-septica/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

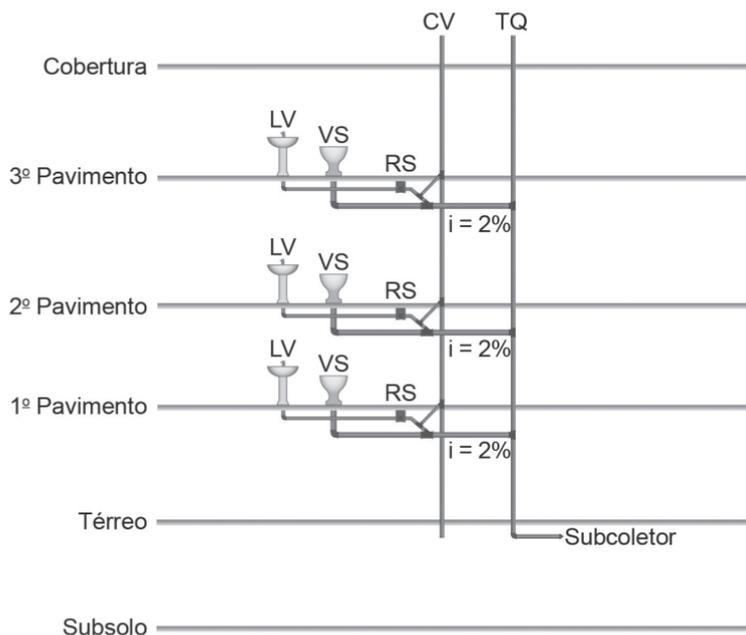
2. Ventilação do sistema de esgoto – detalhes

Na Seção 3.1, vimos as partes componentes das instalações de esgoto sanitário. Agora, apresentaremos alguns detalhes acerca das partes componentes das instalações.

Tubo de queda

Conforme vimos na Seção 3.1, este elemento é a tubulação vertical existente nas edificações com dois ou mais pavimentos, e recebe os efluentes oriundos dos ramais de esgoto e dos ramais de descarga. Sempre que possível deverá ser instalado sem desvios no alinhamento vertical e com o mesmo diâmetro em todo percurso. A Figura 3.12 ilustra o tubo de queda em uma edificação.

Figura 3.12 | Prumada dos tubos de queda em uma edificação



Fonte: Carvalho (2013).

Ramal de ventilação

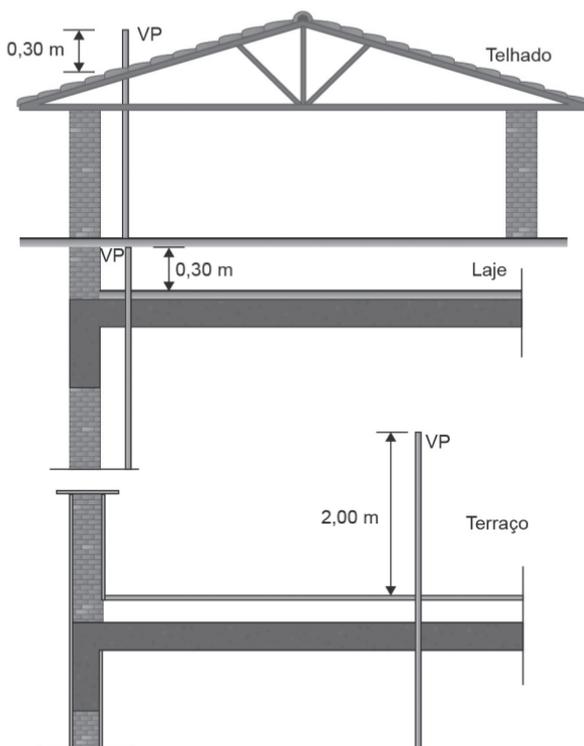
O ramal de ventilação é o trecho da instalação que interliga o desconector, ramal de descarga ou ramal de esgoto, de um ou mais aparelhos sanitários, a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.

Essa ligação do ramal de ventilação até a coluna de ventilação deverá ser executada de forma a impedir o acesso do esgoto sanitário até o interior deste ramal de ventilação. Por isso, toda a tubulação deverá ser instalada com um aclave mínimo de 1%. O ramal deve ser conectado à coluna de ventilação a 15 cm, ou mais, acima do nível de transbordamento da água, tendo como referência o mais alto dos aparelhos sanitários.

A distância entre o ponto de inserção do ramal de ventilação ao tubo de esgoto e a conexão da mudança do horizontal para a vertical deverá ser a mais curta possível, sendo que, entre a saída do aparelho sanitário e a inserção do ramal de ventilação, a distância deve ser igual a, pelo menos, o dobro do ramal de descarga (CARVALHO, 2013).

A Figura 3.13 mostra os detalhes da instalação.

Figura 3.13 | Esquema de ligação



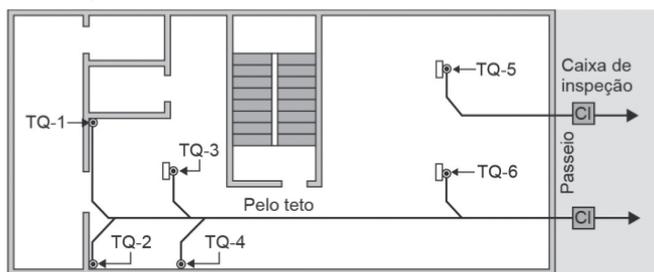
Fonte: Carvalho (2013).

3. Subcoletor

A tubulação horizontal que recebe os efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto é chamada subcoletor. Preferencialmente, ele deverá ser instalado na parte não edificada do lote. No caso de construções com vários pavimentos, em geral, o subcoletor é fixado na laje de cobertura do subsolo, por meio de braçadeiras, e deve ser protegido e com inspeção viável.

O diâmetro mínimo dessa tubulação deverá ser de 100 mm e sua declividade mínima deverá ser 2%, conectada com caixas de inspeção ou outros dispositivos para permitir sua manutenção, que deverão ser instalados sempre que ocorram mudanças de direção no encaminhamento das tubulações ou nas interligações com outras tubulações de esgoto. A Figura 3.14 traz um desenho esquemático dessas conexões.

Figura 3.14 | Exemplo de rede coletora no subsolo de um edifício de vários andares



Fonte: Carvalho (2013).



Exemplificando

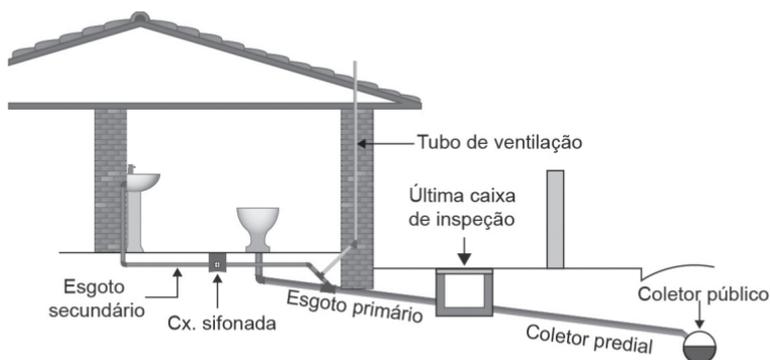
Visite um edifício de apartamentos e identifique, na área do subsolo, as tubulações pertencentes à rede coletora predial. Faça um registro fotográfico e identifique as tubulações aparentes que passam por esse pavimento.

4. Coletor predial

A NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário – define o coletor predial como o trecho da tubulação compreendido entre a última inserção do subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga e a coleta pública. Cada edificação deverá executar sua própria instalação de esgoto, com sua respectiva ligação ao sistema de coleta pública, que deverá funcionar por gravidade. A distância do coletor predial até o coletor público deverá ser de no máximo 15 m. Esse coletor também deverá ter diâmetro mínimo de 100 mm.

A Figura 3.15 traz um corte esquemático de ligação entre o coletor predial e o coletor público.

Figura 3.15 | Corte esquemático coletor predial



Fonte: Carvalho (2013).



Pesquise mais

Pesquise, em sua cidade, qual empresa faz a coleta pública de esgoto e quais as diretrizes que ela fornece para a coleta predial, os detalhes de instalações etc.

Sem medo de errar

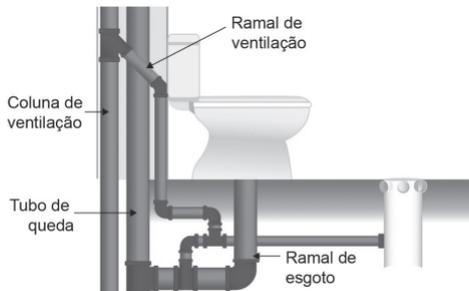
No *Diálogo Aberto* desta seção foi solicitado que você, como futuro engenheiro, identificasse as partes da instalação que levam os detritos sanitários da edificação até um sistema de coleta pública. Você deveria indicar as partes indicadas pelas letras A, B, C e D do corte da instalação de esgoto do vaso sanitário de seu cliente.

Assim, as partes assinaladas com A, B, C e D, correspondem, respectivamente a:

- A: Ramal de ventilação
- B: Coluna de ventilação
- C: Tubo de queda
- D: Ramal de esgoto.

O desenho ficaria da seguinte forma:

Figura 3.16 | Corte da instalação de esgoto do vaso sanitário



Fonte: adaptada de Carvalho (2013).

Avançando na prática

Coleta em fossa séptica e sumidouro

Descrição da situação-problema

Prezado futuro engenheiro civil, como profissional desta área, é importante conhecer as alternativas ao sistema de coleta,

escoamento e tratamento de esgoto quando a coleta pública não está disponível no local. No item *Assimile*, vimos como instalar uma fossa séptica em tais situações.

Suponha que, em seu escritório, um cliente que deseja fazer um projeto de instalações de esgoto sanitário não tenha acesso ao serviço público de coleta, por isso você deverá orientar em linhas gerais como deve ser feita a instalação e a coleta dessas instalações.

Não esqueça de consultar os links a seguir sobre:

<<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/como-funciona-a-fossa-septica/>>. Acesso em 25 out. 2017.

Como construir uma fossa séptica e um sumidouro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_+continue=46&v=YuVDGzPlkuw> Acesso em: 26 set. 2017.

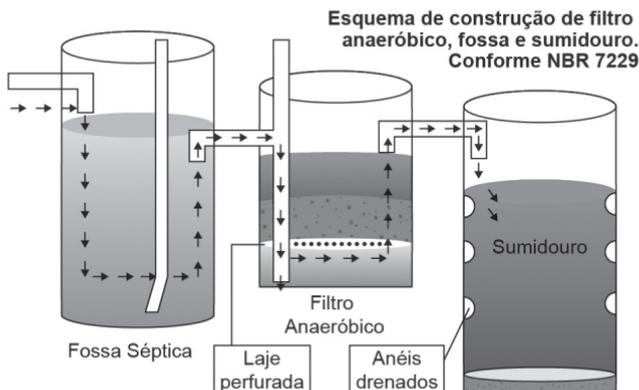
Resolução da situação-problema

Conforme visto nos links recomendados, que nos trouxeram orientações gerais para construções desse tipo de instalações, conforme a NBR 7229/93 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos:

- “Os tanques ou fossas sépticas consistem unidades de escoamento horizontal e contínuo que realizam a separação de sólidos leves e pesados, decompondo-os em anaeróbio”

A Figura 3.17 mostra um esquema de construção de filtro anaeróbico, fossa e sumidouro.

Figura 3.17 | Esquema de construção de filtro anaeróbico, fossa e sumidouro



Fonte: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/como-funciona-a-fossa-septica/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

- Seu tamanho deverá ser capaz de atender um consumo de 200 litros por pessoa por dia e depende do número de pessoas que habitam a moradia. No entanto, seu tamanho mínimo deverá ser capaz de atender 1000 litros.

- Podem ser pré-moldadas ou construídas no local.

Deverá ser previsto um caimento mínimo de 2% da tubulação que leva os efluentes até a fossa, por essa razão deverão ser instaladas na parte mais baixa do terreno.

Faça valer a pena

1. Considere e analise a afirmação a seguir que define um trecho das instalações prediais de esgoto sanitário:

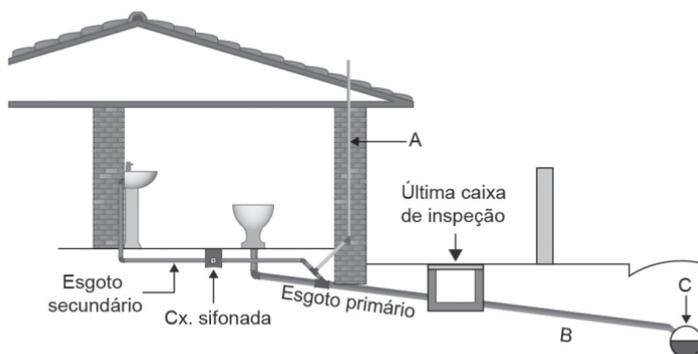
“A NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário – define _____ como o trecho da tubulação compreendido entre a última inserção do subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga e a coleta pública. Cada edificação deverá executar sua própria instalação de esgoto, com sua respectiva ligação ao sistema de coleta pública, que deverá funcionar por gravidade. A distância do coletor predial até o coletor público deverá ser no máximo de 15 m. Este coletor também deverá ter diâmetro mínimo de 100 mm.”

A alternativa que preenche corretamente o espaço acima está expressa em:

- a) o ramal de ventilação.
- b) o coletor predial.
- c) o ramal de descarga.
- d) o ramal de esgoto.
- e) o tubo de queda.

2. Observe a figura a seguir:

Figura 3.15 | Corte esquemático coletor predial



Fonte: Carvalho (2013).

Na figura esquemática acima, as letras A, B e C representam partes da instalação predial. A alternativa que preenche A, B e C corretamente está expressa, respectivamente, em:

- a) Coletor público, ramal de descarga, ramal predial.
- b) Tubo de queda, ramal de descarga, sumidouro.
- c) Tubo de ventilação, coletor predial, coletor público.
- d) Tubo de ventilação, ramal de descarga coletor público.
- e) Ramal de descarga, ramal de esgoto e coletor público.

3. Considere a descrição a seguir:

A tubulação horizontal que recebe os efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto é chamada de _____. Preferencialmente, ele deverá ser instalado na parte não edificada do lote. No caso de construções com vários pavimentos, em geral, o subcoletor é fixado na laje de cobertura do subsolo, por meio de braçadeiras, e deve ser protegido e com inspeção viável.

Considerando a afirmação acima, assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna da afirmação:

- a) ramal de esgoto.
- b) tubo de queda.
- c) coletor predial.
- d) ramal de descarga.
- e) subcoletor.

Seção 3.3

Projeto de esgoto

Diálogo aberto

Caro futuro engenheiro civil!

Bem-vindo à última seção da Unidade 3.

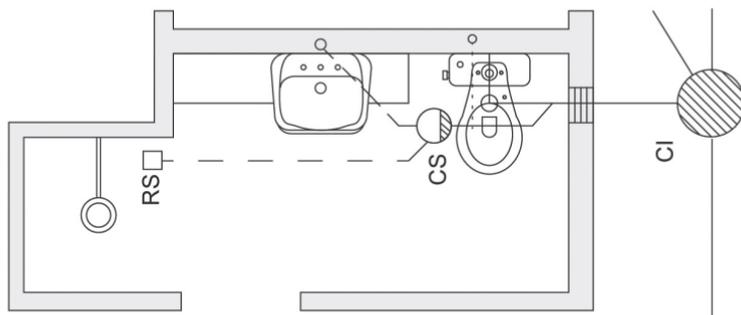
Nas seções anteriores, conhecemos como funcionam os sistemas de coleta e escoamento dos esgotos sanitários, suas características, os materiais utilizados e as partes indispensáveis, como a ventilação. Nesta última seção, aprenderemos como dimensionar e projetar corretamente um sistema de esgoto sanitário. Com os exemplos e informações contidos no item *Não pode faltar* você estará apto a projetar um sistema de esgoto sanitário para qualquer projeto.

Por isso, imagine que no seu escritório de projetos, chegou uma demanda de um cliente para que você projete o sistema de esgoto sanitário de um novo banheiro que será acrescido na residência, conforme projeto da Figura 3.18. Use os conhecimentos adquiridos a seguir e apresente a solução, mostrando o diâmetro das tubulações e suas partes.

Vamos lá?

Bons estudos!

Figura 3.18 | Exemplo banheiro para dimensionamento



Fonte: adaptada de <<https://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula%2015/aula15.htm>> Acesso em: 27 set. 2017.

Não pode faltar

Para o dimensionamento das tubulações de esgoto sanitário, devemos consultar uma tabela, de forma semelhante ao que fizemos no dimensionamento de água fria e quente, em que utilizávamos a tabela que continha o “peso” de cada peça sanitária relacionado com sua vazão de funcionamento. Para o dimensionamento do sistema de esgoto, utilizamos também uma tabela que considera o “peso” de cada peça sanitária, chamado de Unidade Hunter de Contribuição (UHC). Cada aparelho possui uma vazão adequada para seu correto funcionamento e, quanto maior sua vazão, maior seu UHC e maior deverá ser o diâmetro da tubulação para atendê-lo. Os valores da UHC foram estabelecidos pela NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário e se encontram na Tabela 3.1 a seguir:

Tabela 3.1 | Aparelhos sanitários, UHC e diâmetro mínimo da tubulação

Aparelho sanitário		Número de UHC	Diâmetro nominal do ramal de descarga
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 Lavagem (panelas)	3	50
		4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50

Fonte: Carvalho (2013).

É importante lembrar também que o sistema de esgoto funciona por gravidade, por isso, declividades mínimas deverão ser atribuídas para as tubulações. De modo geral, adota-se uma declividade mínima de 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm, e de 1%, para tubulações com 100 mm ou mais, com exceção dos subcoletores,

que deverão obedecer às orientações conforme a NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário. Os níveis do terreno e seu perfil natural devem ser analisados em conjunto com as instalações, a fim de prever essas declividades e permitir o correto funcionamento do sistema, para que o mesmo possa escoar corretamente até sua interligação com a rede pública ou privada de tratamento.



Assimile

Problemas de escoamento são comuns em instalações de esgoto que não respeitaram as declividades mínimas.

Por isso, não se esqueça: é preciso que você, como engenheiro civil, realize a especificação do projeto e, além disso, verifique *in loco* se a execução está sendo feita de forma correta.

Também podemos utilizar as tabelas a seguir, a saber: a Tabela 3.2 relaciona o UHC e diâmetro nominal para aparelhos não contemplados pela Tabela 3.1. A Tabela 3.3 traz informações em relação ao dimensionamento dos ramais de esgoto. A Tabela 3.4 traz as informações dos ramais de ventilação.

Tabela 3.2 | Diâmetros nominais dos ramais de descarga, relacionados com o UHC

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga	Número de UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: Carvalho (2013).

Tabela 3.3 | Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Carvalho (2013).

Tabela 3.4 | Dimensionamento dos ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de UHC	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de UHC	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: Carvalho (2013).



Minimizar erros durante a instalação de esgoto sanitário é de extrema importância.

Leia as informações do link a seguir para conhecer alguns erros e problemas bastante comuns que ocorrem nas instalações: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/evite-8-erros-de-esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: 27 set. 2017.

Traçado das tubulações

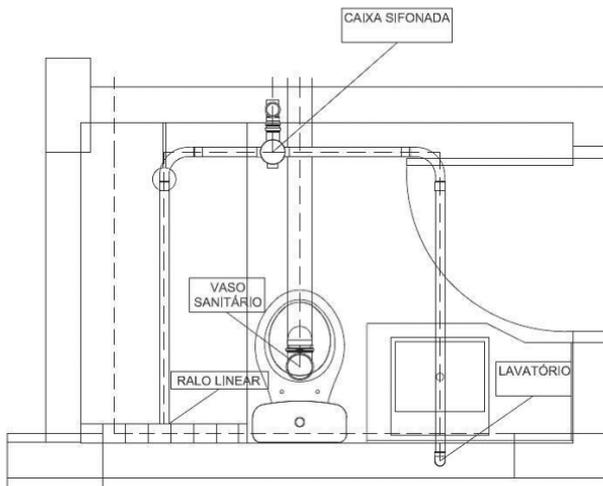
Para procedermos ao traçado das tubulações, recomenda-se, primeiramente, marcar as partes que o constituem: onde irão passar os tubos, ralos, ramal de descarga, ventilação, caixa de gordura etc.

Na sequência, montamos uma tabela com cada aparelho sanitário, relacionando seu UHC e seus diâmetros.

Por último, fazemos a marcação desses diâmetros em projeto.

Veja o exemplo a seguir, de um banheiro, expresso na Figura 3.19

Figura 3.19 | Traçado de esgoto sanitário em banheiro



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Primeiramente, devemos consultar o UHC de cada aparelho sanitário, conforme valores apontados na Tabela 3.1. Esses valores estão expressos a seguir:

Lavatório: 1 UHC. Diâmetro: 40 mm

Vaso sanitário: 6 UHC. Diâmetro: 100 mm.

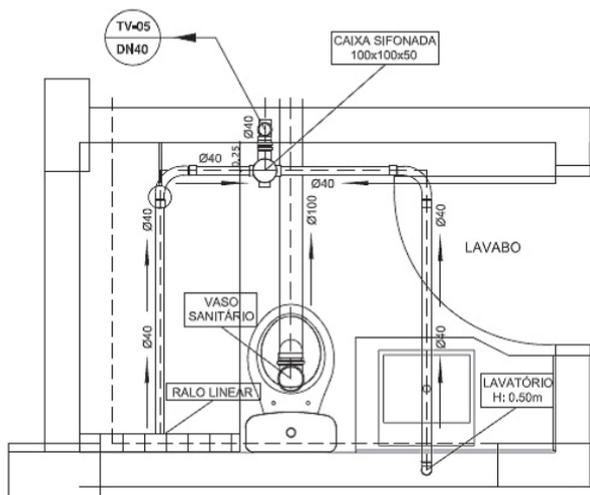
Chuveiro: 2 UHC. Diâmetro: 40 mm.

Total UHC: 9

Temos também o tubo de ventilação (TV). Conforme a Tabela 3.4, para grupos de aparelhos sanitários sem bacia, com soma de UHC até 12, pode-se utilizar um diâmetro de 40mm, que é o caso do nosso exemplo.

Portanto, a instalação ficaria conforme representado na Figura 3.20, inclusive com a indicação do sentido do escoamento:

Figura 3.20 | Traçado da tubulação com diâmetros respectivos



Fonte: arquivo pessoal da autora.



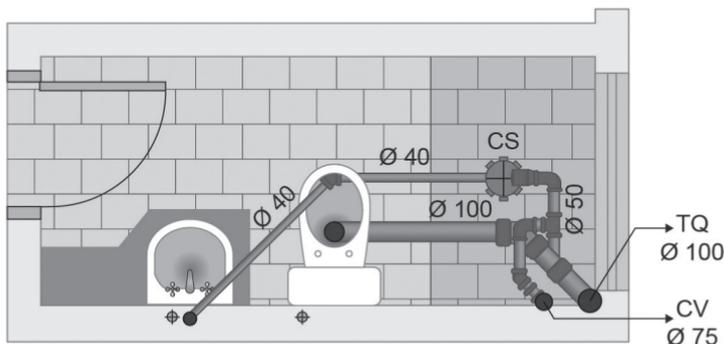
Exemplificando

Instalações em pavimentos sobrepostos

Existem diferenças quando temos instalações em edificações térreas ou com pavimentos sobrepostos. No caso de edificações térreas, o ramal de esgoto do vaso sanitário é interligado diretamente à caixa de inspeção. Em residências com pavimentos sobrepostos, é necessário prever a localização do tubo de queda e do tubo de ventilação, além de rebaixos com forro de gesso, com o objetivo de esconder as tubulações que passam logo abaixo da laje, no teto do pavimento inferior.

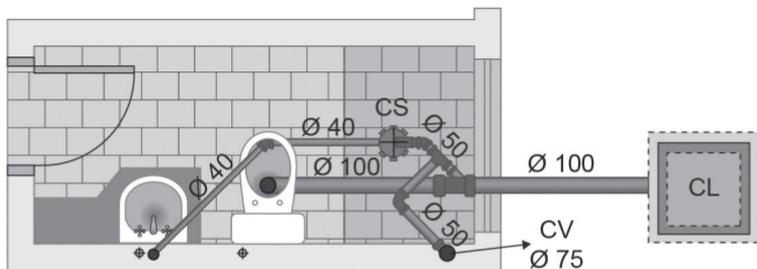
As Figuras 3.21 e 3.22 mostram, respectivamente, uma instalação em pavimento-tipo (edificação com pavimentos sobrepostos) e em edificação térrea.

Figura 3.21 | Instalação em pavimento-tipo



Fonte: Carvalho (2013).

Figura 3.22 | Instalação em edificação térrea



Fonte: Carvalho (2013).



Pesquise mais

É bastante comum, principalmente em edifícios com vários andares, o uso de shafts em banheiros nas instalações hidrossanitárias.

Pesquise o que são os shafts, para que servem, quais suas vantagens e desvantagens, e encontre fotos e exemplos para sua pesquisa. Se possível, visite uma edificação que possui esse sistema para entendê-lo melhor.

Sem medo de errar

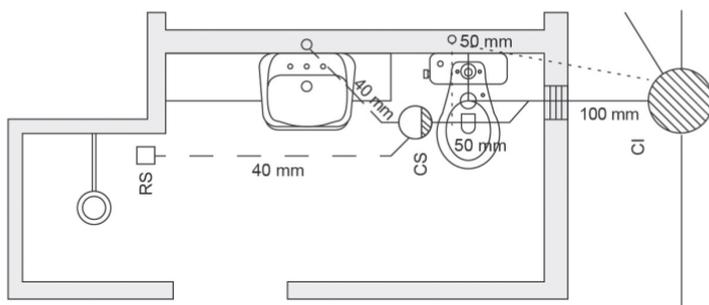
Primeiramente, devemos identificar os aparelhos sanitários e qual o UHC de cada um, com o objetivo de identificar os diâmetros recomendados da tubulação:

Vaso sanitário: 6 UHC. Diâmetro mínimo: 100 mm.

Chuveiro: 2 UHC. Diâmetro mínimo: 40 mm
Lavatório: 1 UHC. Diâmetro mínimo: 40 mm
Ralo seco: 1 UHC. Diâmetro mínimo: 40 mm.
Total: 10 UHC.

O projeto resolvido, então, ficaria conforme a Figura 3.23:

Figura 3.23 | Dimensionamento do banheiro



Fonte: Adaptado de <<https://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula%2015/aula15.htm>>. Acesso em: 27 set. 2017.

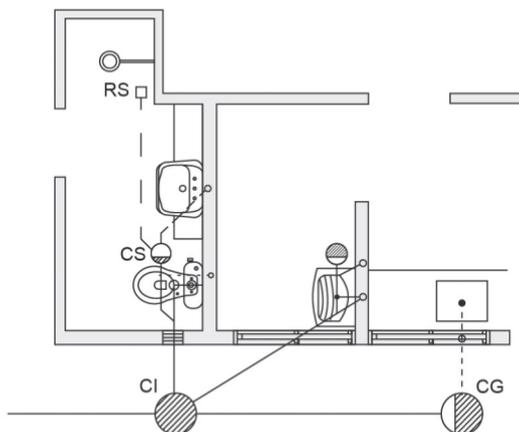
Avançando na prática

Dimensionamento da área de serviço e cozinha

Descrição da situação-problema

Considere que, no mesmo projeto do banheiro da situação-problema anterior, tem-se a seguinte situação, conforme a Figura 3.24:

Figura 3.24 | Projeto com banheiro, área de serviço e cozinha



Fonte: adaptada de: <<https://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula%2015/aula15.htm>>. Acesso em: 27 set. 2017.

Considere que na área de serviço você deverá deixar previsão para instalação de uma máquina de lavar roupas, de UHC 10. Finalize o traçado da área de serviço e cozinha, com os respectivos diâmetros.

Resolução da situação-problema

Primeiramente, vamos descobrir os valores de UHC e os respectivos diâmetros.

Área de serviço:

Tanque: UHC 3. Diâmetro: 40 mm

Ralo piso: UHC 1. Diâmetro: 40 mm

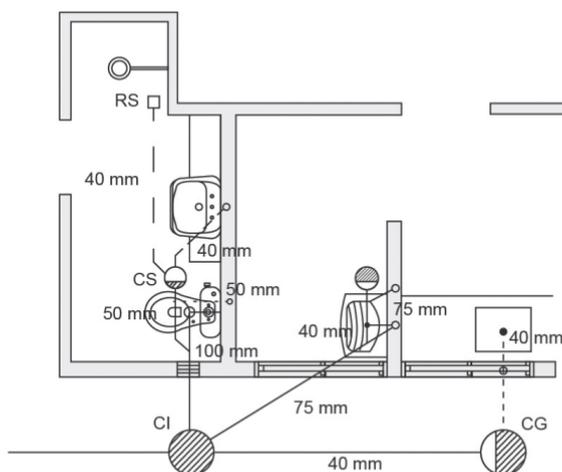
Máquina lavar roupas: UHC 10. Diâmetro 75 mm

Cozinha:

Pia de cozinha: UHC 3. Diâmetro: 50 mm.

O dimensionamento, então, ficaria conforme a Figura 3.25:

Figura 3.25 | Projeto com banheiro, área de serviço e cozinha resolvido



Fonte: adaptada: <<https://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula%2015/aula15.htm>>. Acesso em: 27 set. 2017.

Faça valer a pena

1. Para dimensionamento do projeto de esgoto, é necessário conhecermos os aparelhos sanitários que farão parte desse projeto, bem como dimensionar corretamente os diâmetros da tubulação, evitando o subdimensionamento. Para isso, consultamos tabelas pré-estabelecidas.

O número que relaciona a vazão apropriada da peça, com o diâmetro necessário, é conhecido como:

- a) Peso da peça.
- b) Vazão de projeto.
- c) Ramal de esgoto.
- d) Ramal de descarga.
- e) Unidade Hunter de Contribuição.

2. Existem diferenças quando temos instalações em edificações térreas ou com pavimentos sobrepostos. No caso de edificações térreas, o _____ do vaso sanitário é interligado diretamente _____. Em residências com pavimentos sobrepostos, é necessário prever a localização _____ e _____, além de rebaixos com forro de gesso, com o objetivo de esconder as tubulações que passam logo abaixo da laje, no teto do pavimento inferior. A alternativa que preenche corretamente as lacunas está expressa em:

- a) ramal de descarga; ao tubo de queda; da caixa de inspeção; do tubo de queda
- b) ramal de esgoto; à caixa de inspeção; tubo de queda; do tubo de ventilação
- c) ramal de esgoto; ao tubo de ventilação; da caixa de gordura; do ramal de descarga
- d) tubo de queda; ao ramal de ventilação; do subcoletor; da caixa de inspeção
- e) Nenhuma alternativa preenche corretamente as lacunas.

3. As tubulações de esgoto deverão obedecer uma declividade mínima para permitir seu correto escoamento. Esta declividade deverá ser:

- a) 1% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 3% para tubulações com 100 mm de diâmetro ou mais, com exceção dos coletores e subcoletores.
- b) 4% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 2% para tubulações com 100 mm de diâmetro ou mais, inclusive coletores e subcoletores.
- c) 2% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 1% para tubulações com 100 mm de diâmetro ou mais, inclusive coletores e subcoletores.
- d) 1% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 3% para tubulações com 100 mm de diâmetro ou mais, inclusive coletores e subcoletores.
- e) 2% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm e 1% para tubulações com 100 mm de diâmetro ou mais, com exceção dos coletores e subcoletores.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8160**: instalações prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

CARVALHO JUNIOR, Roberto. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013.

Sistemas de águas pluviais

Convite ao estudo

Olá, futuro engenheiro civil, estamos iniciando a quarta unidade do nosso livro.

Na primeira unidade, vimos os sistemas prediais de água fria, suas especificidades e seu funcionamento, além dos sistemas de reserva e abastecimento.

Na segunda unidade, veremos as instalações prediais de água quente e seu dimensionamento, os materiais utilizados nessas instalações e suas particularidades, bem como o funcionamento e o dimensionamento das instalações de gás combustível.

Na terceira unidade, tivemos a oportunidade de aprender sobre as instalações de esgoto sanitário, os materiais, componentes e as particulares dessas instalações. Também aprendemos como é feito o dimensionamento e o encaminhamento das tubulações.

Agora, na última unidade do livro, aprenderemos sobre os sistemas de coleta e sobre o encaminhamento de águas pluviais.

Na primeira seção desta nova unidade, aprenderemos os detalhes sobre coberturas, materiais, partes constituintes da cobertura e normas gerais de orientação.

Na segunda seção, veremos detalhes das calhas e como é feito seu dimensionamento.

Na última seção da unidade, aprenderemos como fazer o projeto das instalações de água pluviais.

Como engenheiro civil, você deverá conhecer esses detalhes com relação à organização de uma instalação de águas pluviais, suas partes constituintes e como é feito o dimensionamento para que seu projeto busque sempre eficiência e economia.

Vamos lá?

Seção 4.1

Cobertura, áreas molhadas e tubulação de direcionamento

Diálogo aberto

Olá, caro estudante!

Seja bem-vindo à última unidade do nosso livro.

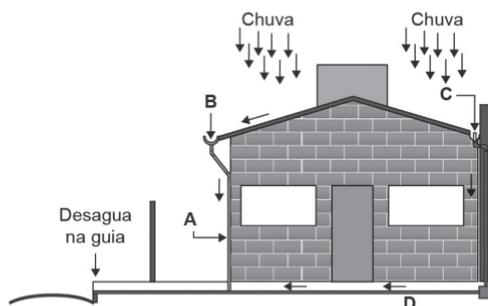
Fechando nosso estudo sobre as instalações hidrossanitárias, aprenderemos como projetar e dimensionar o projeto de instalações de águas pluviais. Como futuro engenheiro civil, é preciso conhecer suas particularidades, para que você possa projetar esse sistema de forma eficiente, evitando transtornos de um sistema subdimensionado ou conduzido de forma incorreta, o que pode acarretar em empoçamentos, alagamentos e vazamentos na edificação.

Imaginando que você já atua em sua profissão, num escritório de projetos, um dos pontos-chave para um bom projeto é conhecer suas partes e características, antes mesmo de iniciar seu próximo projeto, que será um projeto de instalações de águas pluviais. Você irá projetar uma instalação de águas pluviais para seu cliente e deverá conhecer as partes constituintes dessa instalação.

Teste seus conhecimentos na Figura 4.1 a seguir, que mostra um desenho esquemático de uma instalação de águas pluviais. As informações para completar este desafio estão indicadas na seção *Não pode faltar*.

Boa leitura!

Figura 4.1 | Desenho esquemático de uma instalação de águas pluviais



Fonte: adaptada de Carvalho (2013).

Considerações gerais

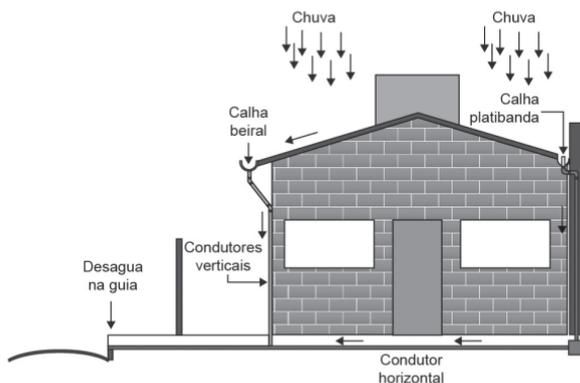
As águas pluviais são aquelas originadas pelas chuvas. Fazer sua captação permite seu correto escoamento, evitando, desta forma, alguns problemas, como erosão do solo e alagamentos, entre outros. A cobertura nas edificações tem como finalidade proteger contra as chuvas e, por essa razão, o volume de água que cai sobre ela deverá ser devidamente conduzido e escoado para os sistemas de coleta adequados. As instalações de águas pluviais devem se destinar única e exclusivamente para este fim e não é permitido fazer sua interligação com outras partes das instalações hidrossanitárias ou permitir que as águas provenientes do sistema de águas pluviais sejam despejadas no sistema de esgoto.

A norma que orienta as instalações de águas pluviais é a NBR 10844/89 – Instalações de Águas Pluviais, que devem atender às exigências mínimas:

- Recolher e conduzir as águas pluviais até os locais permitidos pelos dispositivos legais.
- Ter estanqueidade.
- Permitir a limpeza e a desobstrução no interior das instalações.
- Absorver os esforços provenientes de variações de temperatura.
- Apresentar resistência contra intempéries e choques mecânicos.

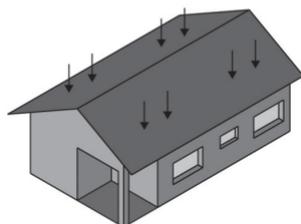
A Figura 4.2 mostra um desenho esquemático de um sistema de águas pluviais.

Figura 4.2 | Desenho esquemático de uma instalação de águas pluviais



Fonte: Carvalho (2013).

Figura 4.3 | Desenho esquemático da cobertura

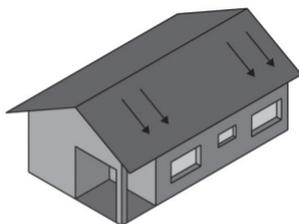


Fonte: Carvalho (2013).

- Águas da cobertura

Área do telhado que é composta por uma superfície plana e tem uma inclinação determinada, conduzindo as águas das chuvas para uma mesma direção. E as águas, por sua vez, serão captadas por calhas, grelhas etc., conforme Figura 4.4 a seguir:

Figura 4.4 | Águas da cobertura

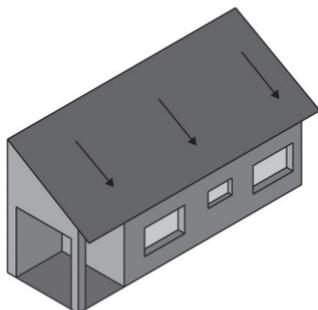


Fonte: Carvalho (2013).

- Beiral

Denomina-se beiral o prolongamento da cobertura para além do limite das paredes externas. Sua função principal é proteger portas e janelas das águas das chuvas e da insolação direta, tendo sua água captada pelo sistema de calhas, conforme Figura 4.5.

Figura 4.5 | Beiral



Fonte: Carvalho (2013).



Refleta

A platibanda é outro elemento arquitetônico que faz parte da cobertura e é bastante utilizada hoje nos projetos. Isso permite elaborar projetos com a “cobertura embutida”.

Pesquise na internet como funciona esse sistema e fotografe em sua vizinhança casas que utilizem este modelo de cobertura.

• Calhas

A finalidade principal das calhas é de coletar a água da chuva que se precipita sobre a cobertura e levá-la até os condutores verticais. As calhas se apresentam com seções das mais variadas formas – retangular, semicircular etc. O material mais empregado em sua fabricação é o PVC rígido, com peças pré-fabricadas e prontas para instalação; além disso, ela apresenta uma superfície lisa que tem como finalidade facilitar o escoamento de água, além de ser resistente à ação química. As calhas também podem ser fabricadas em chapas de aço galvanizado, ferro fundido ou fibrocimento. No caso de edificações com mais de 3 pavimentos, deverá ser utilizado o PVC reforçado. Já o ferro fundido é utilizado no caso de instalações sujeitas a choques.



Assimile

Hoje, existem no mercado diversos modelos e marcas disponíveis para as instalações de águas pluviais.

Algumas seções comuns utilizadas nas instalações de águas pluviais estão dispostas na Figura 4.6 a seguir:

Figura 4.6 | Seções comuns das calhas



Fonte: Carvalho (2013).



Exemplificando

Hoje existe uma infinidade de marcas, formatos e diâmetros de calhas para atender a cada necessidade de projeto.

Vá até uma loja de materiais de construção e pesquise esses diferentes diâmetros, marcas e materiais, por meio de um levantamento fotográfico.

Posicionamento das calhas no telhado

Conforme a NBR 10844/89, as calhas deverão ser posicionadas, preferencialmente, na extremidade da cobertura ou o mais próximo possível dela. Devem ter uma inclinação uniforme de, no mínimo, 0,5%, no sentido dos condutores verticais, evitando assim o empoçamento da água. No caso de calhas posicionadas na água furtada, esta calha terá a inclinação conforme o projeto da cobertura, ou seja, acompanhará o caimento do telhado.

Quando as calhas são posicionadas de forma incorreta no telhado, conforme Figura 4.7, com altura insuficiente entre calha e laje de cobertura, o que impossibilita a correta inclinação da calha, favorecendo o empoçamento da água da chuva, pode haver extravasamento de água e vazamentos futuros.

Figura 4.7 | Posicionamento incorreta da calha



Fonte: Carvalho (2013).

O projeto deverá sempre prever essa situação, de forma a permitir sua correta instalação, conforme Figura 4.8.

Figura 4.8 | Posicionamento correto da calha



Fonte: Carvalho (2013).



Pesquise mais

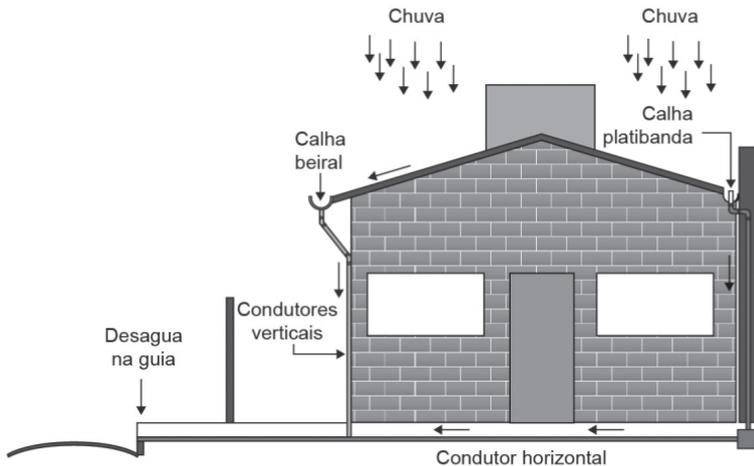
As calhas podem ser embutidas ou aparentes no projeto e cada uma apresenta vantagens e desvantagens, tanto em relação às questões estéticas quanto às questões funcionais.

Pesquise e enumere as vantagens e desvantagens de cada uma.

Sem medo de errar

Conforme vimos na seção 4.1, as partes constituintes da Figura 4.9 deverão ser assim nomeadas.

Figura 4.9 | Resolução da situação-problema



Fonte: Carvalho (2013).

Portanto, a resposta ficaria:

- A: Condutores verticais
- B: Calha do beiral
- C: Calha da platibanda
- D: Conductor horizontal

Avançando na prática

Calhas e suas seções

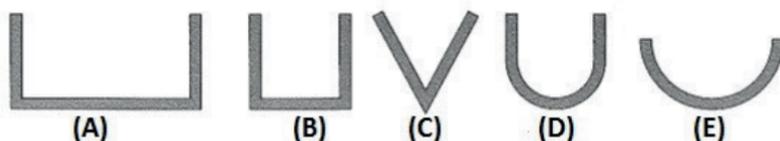
Descrição da situação-problema

Ao projetar os sistemas de águas pluviais, é preciso conhecer

também os tipos de calhas disponíveis no mercado, materiais de fabricação e seções utilizadas.

A Figura 4.10 mostra as seções disponíveis no mercado atualmente:

Figura 4.10 | Seções das calhas



Fonte: adaptada de Carvalho (2013).

Indique as seções representadas respectivamente pelas letras A, B, C, D e E.

Resolução da situação-problema

Conforme visto na seção *Não pode faltar*, as letras correspondem, respectivamente a:

A = Seção retangular

B = Seção U

C = Seção V

D = Seção circular

E = Seção semicircular

Faça valer a pena

1 A cobertura é formada por várias partes, cada qual com sua função.

A Figura 4.11, a seguir, representa uma dessas partes:

Figura 4.11 | Representação de uma das partes constituintes da cobertura



Fonte: <<http://www.forroecia.com.br/Servicos.aspx>>. Acesso em: 31 out. 2017.

O elemento representado destina-se principalmente à proteção das aberturas das chuvas e insolação diretas.

Assinale a alternativa que define corretamente o elemento mostrado.

- a) Água do telhado.
- b) Inclinação do telhado.
- c) Platibanda.
- d) Forro.
- e) Beiral.

2. A NBR 10844/89 fixa normas e orientações com relação às instalações prediais de águas pluviais. Com relação a essas orientações, considere as afirmações a seguir:

I- As águas pluviais, quando não houver rede própria de concessionária pública para fazer seu recolhimento e destinação, poderão ser conduzidas até o recolhimento do esgoto sanitário pelo órgão competente, visto que as águas pluviais, por serem limpas, não prejudicam o sistema de coleta de esgoto.

II- Deverá ser estanque e permitir sua limpeza e manutenção em seu interior.

III- O sistema deverá apresentar resistência contra intempéries e choques mecânicos e absorver os esforços provenientes das variações de temperatura.

Está(ão) correta(s) a(s) alternativa(s):

- a) I, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) II, apenas.
- e) III, apenas.

3. Hoje em dia, existe uma infinidade de materiais utilizados na fabricação de calhas e condutores verticais, cada um com suas características e especificidades, destinados às instalações prediais de águas pluviais.

Assinale a alternativa que cita corretamente os materiais utilizados na fabricação de calhas e condutores para as instalações de águas pluviais.

- a) CPVC, aço galvanizado e manilha cerâmica.
- b) PVC e aço galvanizado.
- c) Aço galvanizado e ferro fundido.
- d) PVC rígido, aço galvanizado, ferro fundido.
- e) PVC flexível, aço inoxidável e manilha cerâmica.

Seção 4.2

Projeto e dimensionamento de calhas

Diálogo aberto

Olá, futuro engenheiro civil!

Estamos chegando ao fim de nosso livro.

Nesta unidade, estamos aprendendo como é feito o dimensionamento do projeto de águas pluviais de uma edificação.

Na presente seção, veremos como é feito o dimensionamento das calhas, que são os condutores horizontais das águas que caem sobre a cobertura.

Imagine que você está fazendo o projeto de águas pluviais de uma residência e está definindo as dimensões da seção da calha que será usada. Você tem duas opções disponíveis: calha semicircular em PVC ou retangular em chapa de aço galvanizado.

Defina as dimensões para cada tipo de calha, com as informações da seção *Não pode faltar*. Considere, para fins de cálculo:

Vazão: 170 L/min, com declividade de 1%

Comprimento do telhado: 14 metros.

Boa leitura!

Não pode faltar

1. Calhas

A finalidade das calhas é coletar as águas provenientes das chuvas que caem nos telhados e conduzir essas águas até os condutores verticais, que depois irão conduzi-las até o local adequado de coleta no terreno.

Conforme vimos na seção anterior, as calhas podem ter diversas seções e podem ser fabricadas por diversos materiais, sendo que hoje o mais utilizado é o PVC.

Para um projeto de águas pluviais, as calhas deverão ser dimensionadas corretamente, a fim de evitar que sejam subdimensionadas, causando grandes transtornos no caso de um grande volume de chuvas, que pode ocasionar transbordamento de calhas e posterior infiltração de água.

2. Dimensionamento das calhas

O dimensionamento das calhas representa o primeiro passo para dimensionar o projeto de águas pluviais de uma edificação.

Primeiramente, deve ser estabelecida a intensidade pluviométrica (**I**). Para isso, deverá ser fixada a duração da precipitação e o período de retorno adequado, que representa o número médio de anos que, para uma mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada pelo menos uma vez). A NBR 10844/89 fixa esse período de retorno (**T**) de acordo com a área a ser drenada, da seguinte forma:

T = 1 ano, no caso de obras externas em que empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, no caso de terraços e sacadas;

T = 25, para coberturas e áreas em que empoçamentos ou extravasamentos não possam ser tolerados.

Uma intensidade pluviométrica (**I**) de 150 mm/h, com duração de 5 minutos, deverá ser considerada para área de telhado de até **100 m²**. Para áreas maiores de cobertura, deverão ser consultadas tabelas de intensidade pluviométrica de acordo com a região onde a edificação será implantada (essas tabelas são facilmente encontradas na internet).



Exemplificando

A intensidade pluviométrica pode sofrer grande variação dependendo da região do país.

Pesquise, na internet, a intensidade pluviométrica para sua região, considerando o período de retorno para 1, 5 e 25 anos.

A vazão que será coletada pelas calhas leva em consideração a intensidade pluviométrica para determinação de seu diâmetro e será dada por:

$Q = I * A / 60$, em que:

Q = vazão em litros/min

I = intensidade pluviométrica, mm/h

A = área de contribuição, em **m²** (esse item será visto na sequência)

3. Área de contribuição dos telhados

A área de contribuição de uma cobertura deverá estar bem caracterizada no projeto de arquitetura, por meio de cortes e declividades, resultante de um bom estudo de divisão de áreas, com a finalidade de permitir um projeto eficiente e econômico.

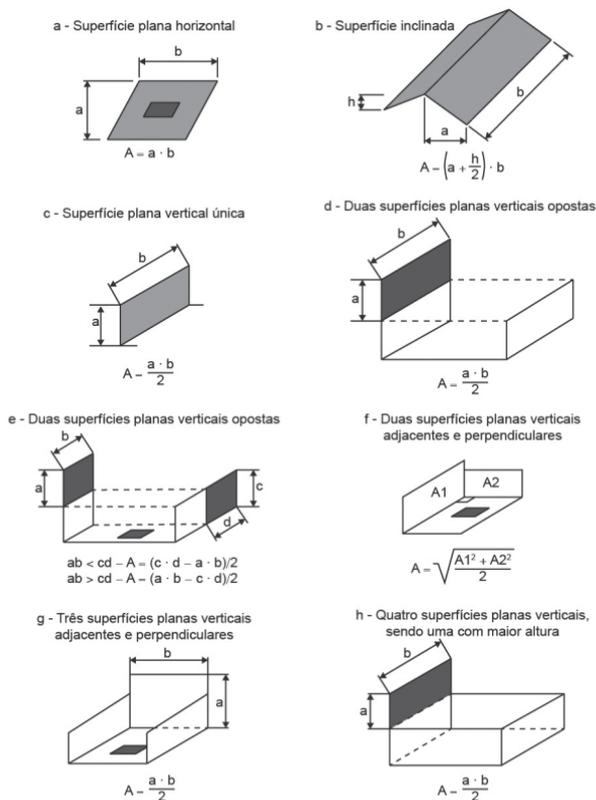
Levando em consideração que as chuvas não caem horizontalmente, deverão ser considerados outros incrementos resultantes da inclinação da cobertura e da existência de paredes que interceptam as águas das chuvas que necessitem também serem drenadas.



Assimile

Observe, na Figura 4.12, os esquemas indicativos para cálculo da área de contribuição do telhado, conforme a NBR 10844/89:

Figura 4.12 | Esquemas de cálculo da área de contribuição da cobertura



Fonte: Carvalho (2013).

Outro ponto que não pode ser esquecido é que as calhas deverão possuir declividades mínimas para permitir o correto escoamento da água, que irão variar entre 0,5%, 1% e 2%.

A seção da calha também irá influenciar na sua capacidade em dar vazão às águas das chuvas. Por essa razão, a NBR 10844/89 fixa os diâmetros das calhas de acordo com a vazão e com a declividade.

3.1 Calhas semicirculares

A Tabela 4.1 representa os diâmetros para calhas semicirculares de acordo com a vazão, em litros/min, para cada declividade especificada:

Tabela 4.1 | Diâmetros das calhas circulares

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 127).

No caso de se trabalhar com calhas em beiral ou platibanda, quando as saídas estiverem a menos de 4 m de uma mudança de direção, a vazão de projeto deverá ser multiplicada pelos valores da Tabela 4.2:

Tabela 4.2 | Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto

Tipo de Curva	Curva a menos de 2m da saída da calha	Curva entre 2 e 4m da saída da calha
Canto reto	1,20	1,10
Canto arredondado	1,10	1,05

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 127).

3.2 Calhas de seção retangular

No caso de calhas com seção retangular, normalmente fabricadas em chapas de aço galvanizado, o uso de fórmulas é dispensado. Na Tabela 4.3, apresenta-se de forma simplificada o dimensionamento de calhas retangulares em função do comprimento do telhado, que deverá ser considerado como a medida da água da cobertura na direção do escoamento. No caso

de dois telhados que contribuem para uma mesma calha, deverá ser somado o comprimento de ambos.

Tabela 4.3 | Dimensões das calhas de seção retangular em função do comprimento do telhado

Comprimento do telhado (m)	Largura da calha (m)
Até 5	0,15
5 a 10	0,20
10 a 15	0,30
15 a 20	0,40
20 a 25	0,50
25 a 30	0,60

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 129).

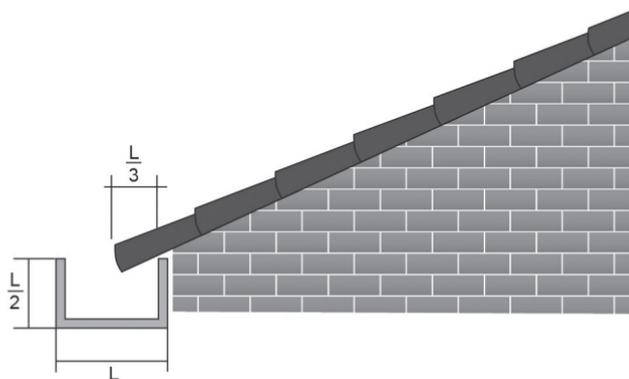


Refleta

É importante prestarmos atenção em certos detalhes construtivos.

No caso do posicionamento de calhas de forma aparente, é preciso que o comprimento da telha avance em pelo menos $\frac{1}{3}$ em cima da calha, evitando que a água escorra fora da calha, conforme figura:

Figura 4.13 | Posicionamento da telha com relação à calha



Fonte: Carvalho (2013).



Pesquise mais

Pesquise, em casas próximas de onde você mora ou na internet, como fica o posicionamento das calhas, no caso de telhados embutidos com uso de platibandas.

Sem medo de errar

Conforme vimos, nas Tabelas 4.1 e 4.3, para os dados fornecidos:
Vazão: 170 L/min com declividade de 1% – para a tabela de calhas semicirculares em PVC, teremos um diâmetro de 100 mm.

Com o telhado de comprimento 14 m, necessitaremos de uma calha retangular em chapa de aço galvanizado com 0,30 m.

Portanto:

Calha semicircular (PVC): 100 mm

Calha retangular (chapa aço galvanizado): 0,30 m.

Avançando na prática

Cálculo da calha

Descrição da situação-problema

Você está projetando o sistema de calhas para uma residência, em seu escritório de projetos.

Considere que o telhado desta casa é composto de uma única água, medindo 6 m de largura, por 12 m de comprimento, com declividade das calhas de 1%.

Seu cliente gostaria de fazer uma cotação com calha semicircular em PVC, bem como com seção retangular em chapa de aço galvanizado. Portanto, você deverá apresentar o cálculo da seção da calha para os dois tipos solicitados.

Resolução da situação-problema

Primeiramente, vamos calcular para a calha em PVC de seção semicircular.

Como temos um telhado com área menor que 100 m², podemos utilizar uma intensidade pluviométrica de 150 mm/h. A área de contribuição do referido telhado será de 72 m².

Temos então:

$$Q = I * A / 60$$

$$Q = 150 * 72 / 60$$

$$Q = 10800 / 60$$

$$Q = 180L / \text{min}$$

Considerando a Tabela 4.1, com declividade de 1%, o diâmetro da calha semicircular em PVC será de 100 mm.

Caso seja usada calha com seção retangular em chapa de aço galvanizado, como o comprimento do telhado é de 12 m, basta consultarmos a Tabela 4.3, que nos dará uma largura de calha de 0,30 m.

Faça valer a pena

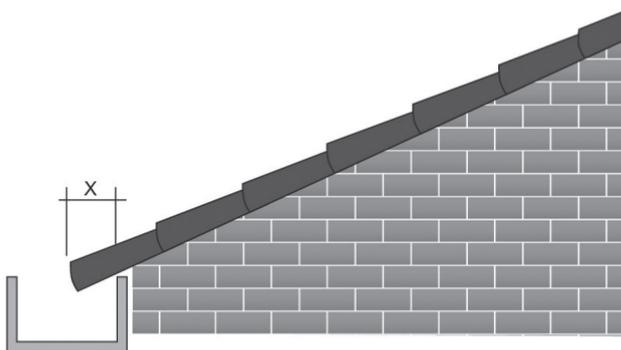
1. Considere uma cobertura com 92 m^2 de área, onde será instalada uma calha em PVC com seção semicircular e declividade de 2%. Considere também que a intensidade pluviométrica da região é de 200 mm/h.

A seção da calha deverá ser de:

- a) 50 mm.
- b) 100 mm.
- c) 125 mm.
- d) 150 mm.
- e) 200 mm.

2. Ao posicionar a calha, no final do beiral do telhado, devemos tomar cuidado para ocorrer uma projeção da última fiada de telhas em cima da calha, evitando assim que a água escorra fora da calha, conforme mostra a Figura 4.14.

Figura 4.14 | Projeção do beiral sobre a calha



Fonte: adaptada de Carvalho (2013).

A proporção indicada na figura pela letra X deverá ser de:

- a) 3.
- b) 2.
- c) 1.
- d) $1/2$.
- e) $1/3$.

3. Considere a cobertura de uma área de lazer de uma chácara, com medidas 7 m de largura, por 21 m de comprimento. Para esta cobertura, deverá ser concebida uma calha de seção retangular em chapa de aço galvanizado.

Qual deverá ser a largura dessa calha? Caso o comprimento do telhado caia para 13 m, qual seria a nova largura da calha?

- a) 0,30 m e 0,50 m.
- b) 0,25 m e 0,35 m.
- c) 0,50 m e 0,30 m.
- d) 0,40 m e 0,20 m.
- e) 0,30 m e 0,10 m.

Seção 4.3

Elaboração de projeto de águas pluviais

Diálogo aberto

Olá, caro estudante!

Bem-vindo à última seção do nosso livro!

Nesta seção, iremos aprender os últimos detalhes do dimensionamento de águas pluviais, que são os condutores verticais e horizontais. Na seção anterior, vimos como dimensionar as calhas e agora fecharemos nosso conteúdo e você, como futuro engenheiro civil, será capaz de projetar e dimensionar um projeto de águas pluviais.

Suponha que, em seu escritório de projetos, você está dimensionando um projeto de águas pluviais. Agora, chegou a hora de dimensionar os condutores verticais para seu cliente.

Para isso, considere a seguinte situação: a cobertura da edificação do seu cliente possui uma área de contribuição de 200 m². Adotando um diâmetro de 75 mm para os condutores verticais, quantos condutores serão necessários para escoar a água de chuva recolhida nessa cobertura?

Você encontrará as informações necessárias para responder à questão proposta na seção *Não pode faltar*.

Boa leitura!

Não pode faltar

1. Condutores verticais

Os condutores verticais têm como finalidade recolher as águas captadas pelas calhas da cobertura, levando-as até a parte inferior da edificação e as despejando sobre o terreno ou as escoando até as redes coletoras, as quais podem estar situadas no terreno ou até no subsolo.

Sempre que houver a possibilidade, esses condutores deverão ser projetados em prumada única. Caso seja necessário fazer desvios, recomenda-se o uso de curvas de 90° de raio longo ou cotovelos de 45°, prevendo aberturas para inspeção e manutenção.

Em locais em que existe bastante arborização, há risco de as folhas

das árvores entupirem os condutores. Por essa razão, é importante usar telas nos beirais das calhas, evitando a entrada de folhas e galhos e facilitando sua limpeza.

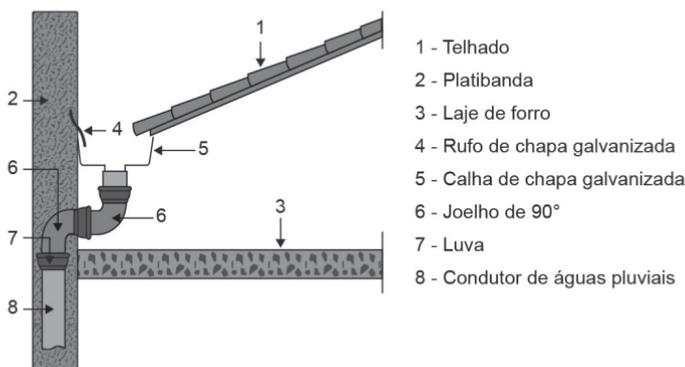
Os materiais mais usados na fabricação são o PVC e o ferro fundido, utilizado em tubulações aparentes sujeitas a choques.



Assimile

Observe na Figura 4.15 o detalhe de ligação entre a calha e o condutor vertical:

Figura 4.15 | Detalhe da ligação entre calha e condutor vertical



Fonte: Carvalho (2013).

2. Dimensionamento dos condutores verticais

Os condutores verticais deverão ser dimensionados levando em consideração intensidade de chuva alta, com pequena duração, porém de grande intensidade, e a área de contribuição da vazão correspondente.

A NBR 10844/89 determina ábacos de cálculo específicos, sendo que o diâmetro interno mínimo deverá ser sempre de 70 mm para condutores de seção circular.

Esse dimensionamento deverá levar em consideração alguns dados, nos quais:

Q = vazão de projeto, em litros/min

H = altura da lâmina de água na calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m.

Os ábacos de cálculo contidos na norma são bastante complexos e não há um critério rigoroso estabelecido para o dimensionamento dos

condutores verticais. Por essa razão, veremos um critério simplificado de pré-dimensionamento bastante utilizado por projetistas, que relaciona a área do telhado com a seção do condutor. A Tabela 4.4 apresenta a relação entre o diâmetro dos condutores, vazão e a área do telhado em m^2 , considerando uma chuva crítica de 150 mm/h.

Tabela 4.4 | Relação entre o diâmetro dos condutores, vazão e a área do telhado em m^2

Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Área do telhado (m^2) (chuva 150 mm/h)
50	0,57	14
75	1,76	42
100	3,78	90
125	7,00	167
150	11,53	275
200	25,18	600

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 130)

De posse desta tabela, devemos aplicar a seguinte fórmula:

$$n = At / Ac , \text{ em que:}$$

n = número de condutores

At = área de contribuição do telhado

Ac = área escoada pelo condutor



Exemplificando

Suponha que você tenha um telhado com área de contribuição de 150 m^2 . Adotando um diâmetro de 100 mm para os condutores verticais, quantos condutores serão necessários para escoar a água de chuva recolhida nessa cobertura?

Solução:

Consultando a Tabela 4.4, temos que um condutor de diâmetro 100 mm poderá atender uma área de telhado até 90 m^2 (Ac).

Aplicando a fórmula, temos que:

$$n = At / Ac$$

$$n = 150 / 90$$

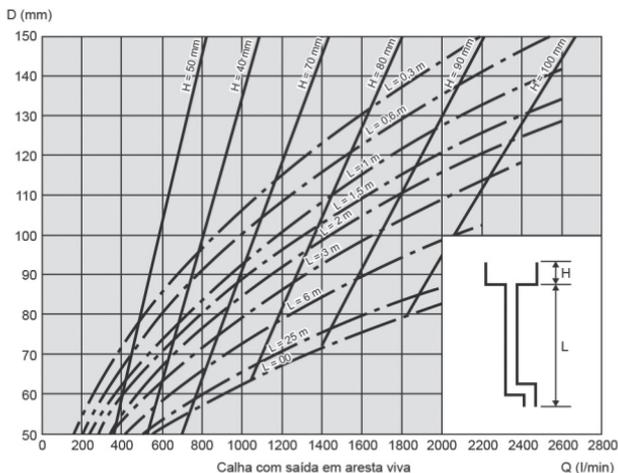
$$n = 1,66$$

Portanto, serão necessários 2 condutores.



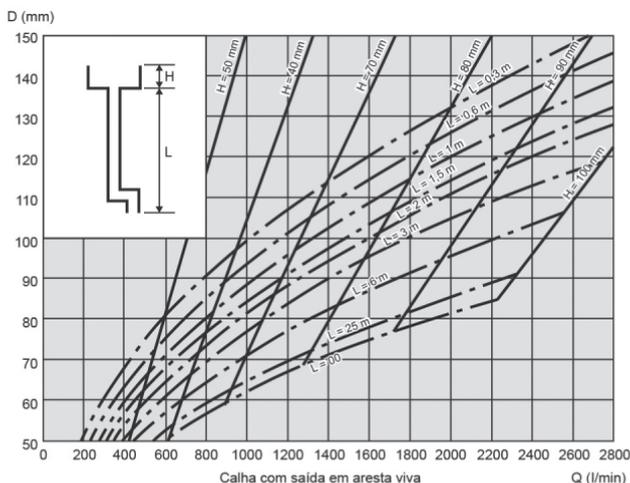
Observe, nas Figuras 4.16 e 4.17, os ábacos de cálculo para condutores do tipo normal e com funil de saída, respectivamente. Reflita sobre sua complexidade para uso em projeto.

Figura 4.16 | Ábaco para dimensionamento de condutor normal conforme NBR 10844/89



Fonte: Carvalho (2013).

Figura 4.17 | Ábaco para dimensionamento de condutor com funil de saída, conforme NBR 10844/89



Fonte: Carvalho (2013).

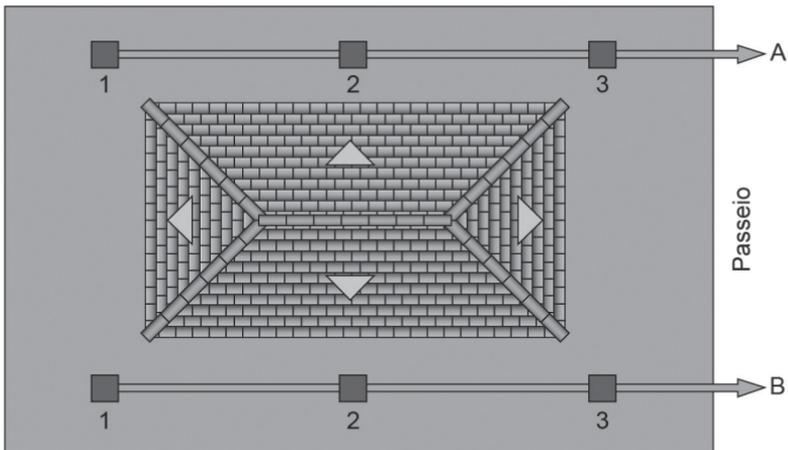
3. Condutores horizontais

A finalidade dos condutores horizontais é recolher as águas pluviais dos condutores verticais ou do terreno e escoar essas águas até os locais permitidos pelos dispositivos legais.

Quando a tubulação está localizada de forma que não está sujeita a choques, é utilizado o PVC, ou o ferro fundido, em caso de tubulações expostas e/ou sujeitas a choques. Quando é aparente ou enterrada, a NBR 10844/89 recomenda a instalação de caixas de inspeção sempre que houver conexões com outras tubulações, mudança de declividade, mudança de direção e/ou a cada 20 m em trechos retilíneos.

A Figura 4.18 mostra um desenho esquemático com os condutores verticais até a rede coletora.

Figura 4.18 | Coletores horizontais



Fonte: Carvalho (2013).

4. Dimensionamento dos condutores horizontais.

Sempre que possível, os condutores verticais deverão ser dimensionados com declividade mínima e uniforme de 0,5%. De acordo com a norma, a conexão entre os condutores verticais e horizontais deverá ser feita com curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia, estando o condutor aparente ou enterrado. A Tabela 4.5 fornece a capacidade dos condutores horizontais com seção circular, para vazões em L/min, em função da declividade, diâmetro e rugosidade, conforme a NBR 10844/89.

Tabela 4.5 | Capacidade dos condutores horizontais com seção circular, para vazões em L/min, em função da declividade, diâmetro e rugosidade, conforme a NBR 10844/89

4	(n=0,011) PVC, cobre, alumínio e fibrocimento				(n=0,012) Ferro fundido, concreto liso				(n=0,013) Cerâmica áspera, concreto áspero			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	89	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 133).

A rede coletora de águas pluviais também possui um cálculo simplificado, conforme a Tabela 4.6, que considera a correlação entre a área de contribuição e a declividade do terreno, supondo uma precipitação de 150 mm/h.

Tabela 4.6 | Correlação entre a área de contribuição e a declividade do terreno, supondo uma precipitação de 150 mm/h.

DIÂMETRO (MM)	DECLIVIDADE/ÁREA			
	0,5%	1%	2%	4%
50	-	-	32	46
75	-	69	97	139
100	-	144	199	288
125	167	255	337	502
150	278	390	557	780
200	548	808	1105	1616
250	910	1412	1807	2824

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 133).



Pesquise mais

Tente descobrir, na casa em que você mora, o número de condutores verticais, bem como seu diâmetro, e como estão localizados os condutores horizontais. Faça um croqui representando a edificação e a localização desses condutores.

Sem medo de errar

Se consultarmos a Tabela 4.4, para os dados propostos na situação-problema, um condutor de diâmetro 75 mm poderá atender uma área de telhado até 48 m² (Ac).

Agora, temos que utilizar os dados fornecidos.

Aplicando a fórmula, temos que:

$$n = At / Ac$$

$$n = 200 / 48$$

$$n = 4,16$$

Portanto, serão necessários 5 condutores.

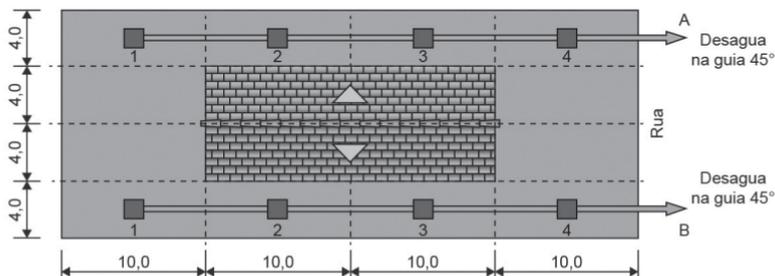
Avançando na prática

Dimensionamento dos condutores horizontais

Descrição da situação-problema

Agora, considere que você irá dimensionar os condutores horizontais da residência. Dimensione a rede coletora da Figura 4.19, para uma declividade de 2%, utilizando os dados da Tabela 4.6:

Figura 4.19 | Condutores horizontais de uma residência



Fonte: Carvalho (2013).

Resolução da situação-problema

Utilizando os dados da Tabela 4.6, devemos dimensionar trecho a trecho, conforme Tabela 4.7.

Adotando as medidas de cada trecho fornecidas pela Figura 4.19, é preciso calcular cada trecho, A e B, separadamente, e a área de cada trecho (de 1 até 2, de 2 até 3, e assim por diante), dimensionando assim a área de contribuição que será captada pelo sistema. Cada trecho,

conforme é possível aferir pela Figura 4.19, será responsável pela captação de 80 m² de área. No entanto, conforme avançamos até o ponto em que deságua (A e B), as captações vão acumulando o volume captado no trecho anterior, que deverá ser levado em consideração no cálculo.

Dessa forma, chegamos aos seguintes valores:

Tabela 4.7 | Dimensionamento dos condutores horizontais

Declividade	Declividade	Declividade		Declividade
		Declividade	Declividade	
A	1-2	80	80	75
	2-3	80	160	100
	3-4	80	240	125
	4-A	80	360	125
B	1-2	80	80	75
	2-3	80	160	100
	3-4	80	240	125
	4-B	80	360	125

Fonte: Carvalho (2013).

Faça valer a pena

1. Você é um engenheiro civil já formado, trabalhando em um escritório de projetos. Chega uma nova demanda e você precisa calcular e dimensionar o projeto de águas pluviais de uma nova residência para o seu cliente. Neste projeto, suponha que você tem um telhado com área de contribuição de 200 m². Adote um diâmetro de 125 mm para os condutores verticais.

Quantos condutores serão necessários para escoar a água de chuva recolhida nessa cobertura?

- 2.
- 1.
- 3.
- 4.
- Nenhum.

2. Os condutores verticais devem ser dimensionados de acordo com a vazão que irão atender e elaborados em material adequado. Pensando nisso, considere as seguintes afirmações:

I – (A): material utilizado para tubulações aparentes e expostas a choques.

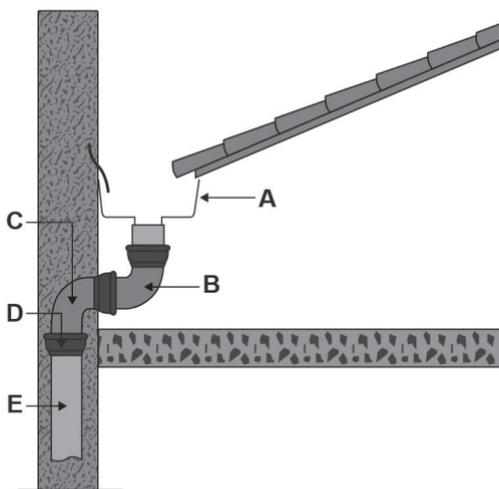
II – (B): material largamente utilizado, quando as tubulações não estão sujeitas a choques mecânicos.

A e B referem-se, respectivamente, aos seguintes materiais:

- a) PVC rígido e PVC comum.
- b) Manilha cerâmica e ferro fundido.
- c) PVC rígido e chapa de aço galvanizado.
- d) Ferro fundido e PVC.
- e) PVC e ferro fundido.

3. Considere a Figura 4.20, que mostra parte de uma instalação de águas pluviais:

Figura 4.20 | Partes de uma instalação de águas pluviais



Fonte: Adaptado de Carvalho (2013).

As letras A, B, C, D e E, correspondem, respectivamente aos seguintes componentes:

- a) Joelho 90, rufo de chapa galvanizada, cotovelo 90, curva 90, calha.
- b) Calha de chapa galvanizada; joelho 90, joelho 90, luva, condutor de águas pluviais.
- c) Calha, cotovelo 90, curva 90, conector, condutor de águas pluviais.
- d) Calha, joelho 90, joelho 90, luva, condutor horizontal.
- e) Condutor horizontal, joelho 90, joelho 90, luva, calha.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10844**: instalações de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

CARVALHO JUNIOR, Roberto. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013.

ISBN 978-85-522-0186-1



9 788552 201861 >