

# HIDRÁULICA

## *ESGOTOS: COMPONENTES*



AUTORA

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

A coleta e destinação final adequada do esgoto de uma edificação, residencial ou comercial, é importante para a preservação da saúde e conforto das pessoas que frequentam o ambiente. Você já deve ter presenciado situações em que o escoamento do esgoto não acontecia de forma adequada, ocasionando retorno de maus odores pelas tubulações ou até mesmo refluxo desse esgoto pelos aparelhos. Essas situações podem ocorrer quando não são instalados adequadamente os dispositivos necessários para garantir o escoamento do esgoto com segurança, desde a coleta no aparelho até a destinação final adequada, seja no coletor público ou no sistema individual de tratamento. Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá as principais terminologias utilizadas no sistema de esgotamento predial e a função de cada dispositivo instalado. Todos os componentes devem estar de acordo com as normas de fabricação e instalação para um funcionamento correto.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Identificar os componentes de um sistema de coleta de esgoto predial.
- Empregar corretamente os componentes do sistema de coleta de esgoto na edificação, internamente e externamente.
- Ilustrar a instalação e o funcionamento do sistema de ventilação do sistema de coleta de esgoto predial.

A coleta e destinação final adequada do esgoto de uma edificação, residencial ou comercial, é importante para a preservação da saúde e conforto das pessoas que frequentam o ambiente. Você já deve ter presenciado situações em que o escoamento do esgoto não acontecia de forma adequada, ocasionando retorno de maus odores pelas tubulações ou até mesmo refluxo desse esgoto pelos aparelhos. Essas situações podem ocorrer quando não são instalados adequadamente os dispositivos necessários para garantir o escoamento do esgoto com segurança, desde a coleta no aparelho até a destinação final adequada, seja no coletor público ou no sistema individual de tratamento.

Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá as principais terminologias utilizadas no sistema de esgotamento predial e a função de cada dispositivo instalado. Todos os componentes devem estar de acordo com as normas de fabricação e instalação para um funcionamento correto.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 1

## Introdução

A coleta e destinação final adequada do esgoto de uma edificação, seja residencial ou comercial, é importante para a saúde e o conforto das pessoas que frequentam o ambiente. Você já deve ter presenciado situações em que o escoamento do esgoto não se dava de forma apropriada, havia retorno de maus odores pelas tubulações ou até mesmo refluxo desse esgoto pelos aparelhos. Essas situações são comuns quando não são instalados corretamente os dispositivos necessários para garantir o escoamento do esgoto com segurança, desde a coleta no aparelho até a destinação final adequada, seja no coletor público ou no sistema individual de tratamento. Neste texto, você vai conhecer as principais terminologias utilizadas no sistema de esgotamento predial, bem como a função de cada dispositivo instalado. Todos os componentes devem estar de acordo com as normas de fabricação e de instalação para um correto funcionamento.

## Componentes internos de um sistema de esgotamento sanitário

Há uma variedade de componentes que integram um sistema de esgotamento sanitário predial responsável pelo escoamento de dejetos e águas servidas. Cada componente possui uma função e deve ser aplicado corretamente, obedecendo aos princípios normativos e seguindo as especificações de uso e instalação do fabricante, com o objetivo de proporcionar a melhor eficiência no conjunto de coleta, transporte e tratamento do esgoto.

Você vai ver a seguir os principais componentes geralmente instalados do lado interno da edificação para coleta e transporte do esgoto. As definições apresentadas são da ABNT NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Aparelho sanitário: Aparelho que recebe os dejetos ou águas servidas, no qual é interligado ao sistema de coleta de esgoto. Alguns exemplos de aparelhos sanitários são pia, lavatório, vaso sanitário, tanque, etc.

# HIDRÁULICA

Todo aparelho sanitário deve impedir a contaminação da água potável, causada algumas vezes por retrossifonagem ou conexão cruzada, além de ser instalado em local de fácil acesso e manutenção, oferecendo conforto para as pessoas que o utilizam.

**Bacia sanitária:** É um tipo de aparelho sanitário, como um vaso sanitário, porém recebe somente dejetos humanos.

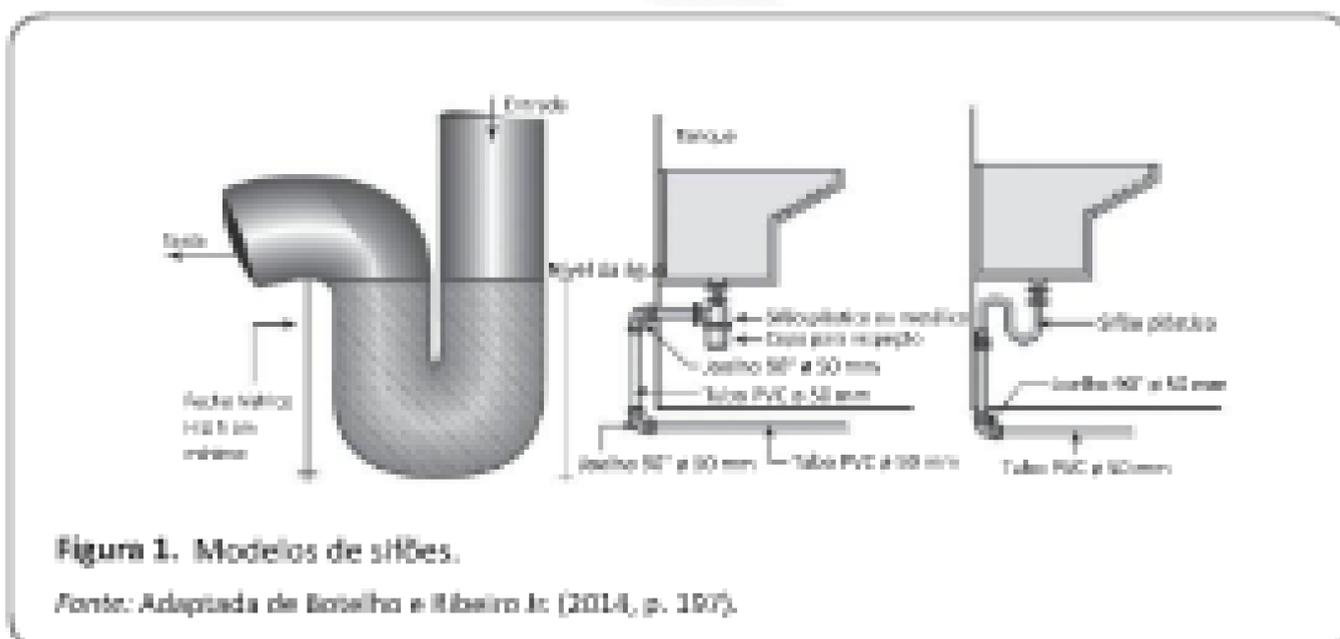
**Desconector:** Trata-se de um dispositivo capaz de impedir o retorno dos gases originados pelo esgoto. Os desconectores são muito importantes para que o ambiente não exale mau cheiro. Infelizmente, o problema com o mau cheiro é muito comum em residências mal planejadas, causando grandes transtornos principalmente em banheiros. Este tipo de dispositivo funciona pelo acúmulo de água, tecnicamente chamado de fecho hídrico, em um determinado ponto, o qual impossibilita que os gases passem no sentido oposto ao do escoamento da tubulação. Como exemplo de desconectores providos de fecho hídrico temos os ralos sifonados, as caixas sifonadas e os sifões. Vale mencionar que, para operar com eficiência, os desconectores precisam ter água acumulada continuamente, uma vez que, caso a água evapore ou não fique em seu nível mínimo estabelecido, os gases retornarão para o ambiente. Esse problema pode ocorrer em locais com pouco uso.

**Ralo sifonado:** É um tipo de desconector, dotado de grelha na parte superior, para receber águas de chuveiros ou lavagens.

**Ralo seco:** Não possui proteção de fecho hídrico, isto é, não protege contra o retorno dos gases, mas é dotado de grelha em sua parte superior para receber águas de chuveiros ou lavagens.

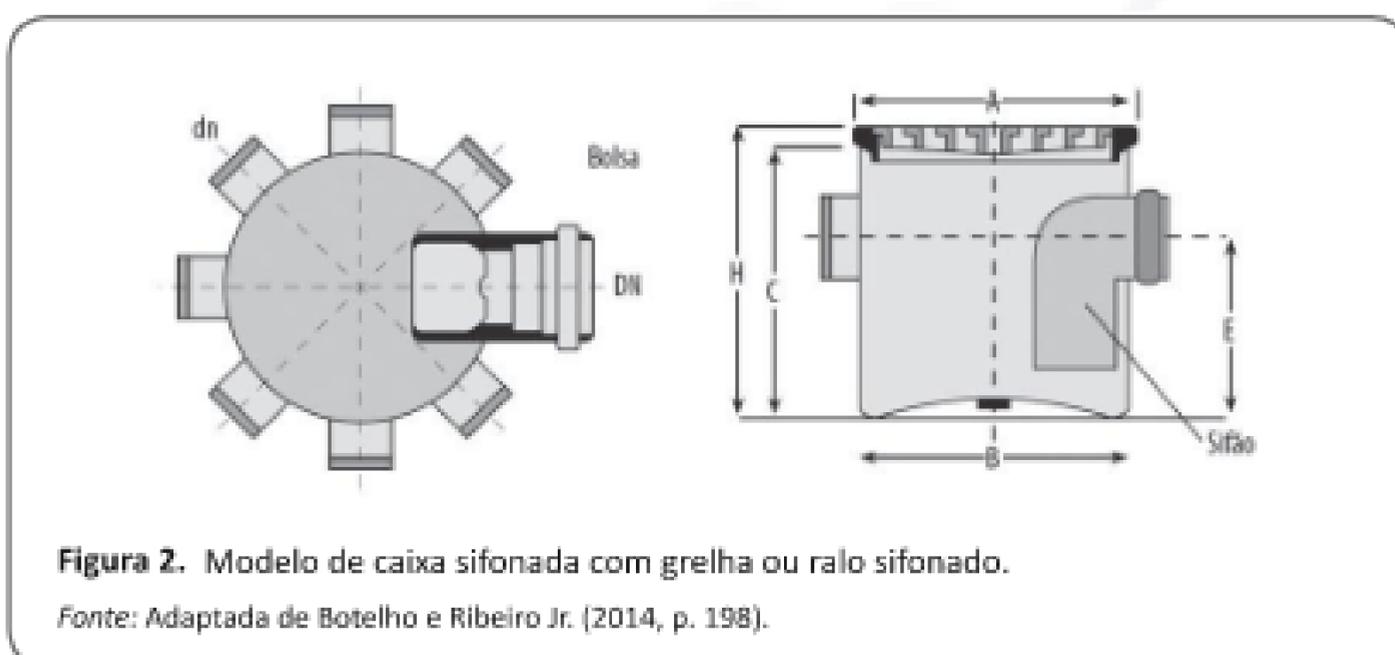
**Sifão:** Exemplo de desconector usado para receber efluentes do sistema predial. Existem alguns tipos de sifões disponíveis no mercado, sendo muito comum a instalação dos sifões extensivos em pias, lavatórios e tanques, porém a forma adequada de colocá-lo nem sempre é cumprida, já que não há muita preocupação em manter a parte curvada com altura mínima de 5 cm, que veda a passagem dos gases.

Veja a ilustração do sifão extensivo (curvado) e do sifão de copo, que facilita a inspeção, manutenção e limpeza da sujeira (cabelo, resto de comida, areia, etc.) acumulada no sifão.



**Caixa sifonada:** Caixa provida de desconector, destinada a receber efluentes.

Veja a seguir o modelo, em planta e em corte, de uma caixa sifonada capaz de reter líquido na parte inferior, sem deixar os gases retornarem no sentido contrário ao do fluxo do esgoto.



**Ramal de descarga:** Os ramos de descarga são as tubulações que recebem diretamente o esgoto proveniente dos aparelhos sanitários.

**Ramal de esgoto:** Tubulação que recebe os esgotos dos ramos de descarga diretamente ou a partir de um desconector. Os ramos de descarga, ramos de esgoto ou qualquer outro trecho que seja implantado com escoamento na horizontal precisam ter as declividades em função dos diâmetros, sendo que as tubulações com diâmetro igual ou inferior a DN 75 mm têm de apresentar declividade de 2%, enquanto as tubulações com diâmetro igual ou superior a DN 100 mm necessitam de declividade de 1%. De maneira prática, pense que, para tubulações menores ou iguais a DN 75 mm, a cada 1 metro de tubulação, haverá um caimento de 2 cm. Já para tubulações com diâmetros iguais ou superiores a DN 100 mm, a cada 1 metro de tubulação assentada, deve haver 1 cm de caimento.

# HIDRÁULICA

Tubo de queda: Tubulação posicionada na vertical, sempre necessária quando há prédios com dois ou mais pavimentos, e que recebe os efluentes dos subcoletores, ramais de descarga e ramais de esgoto.

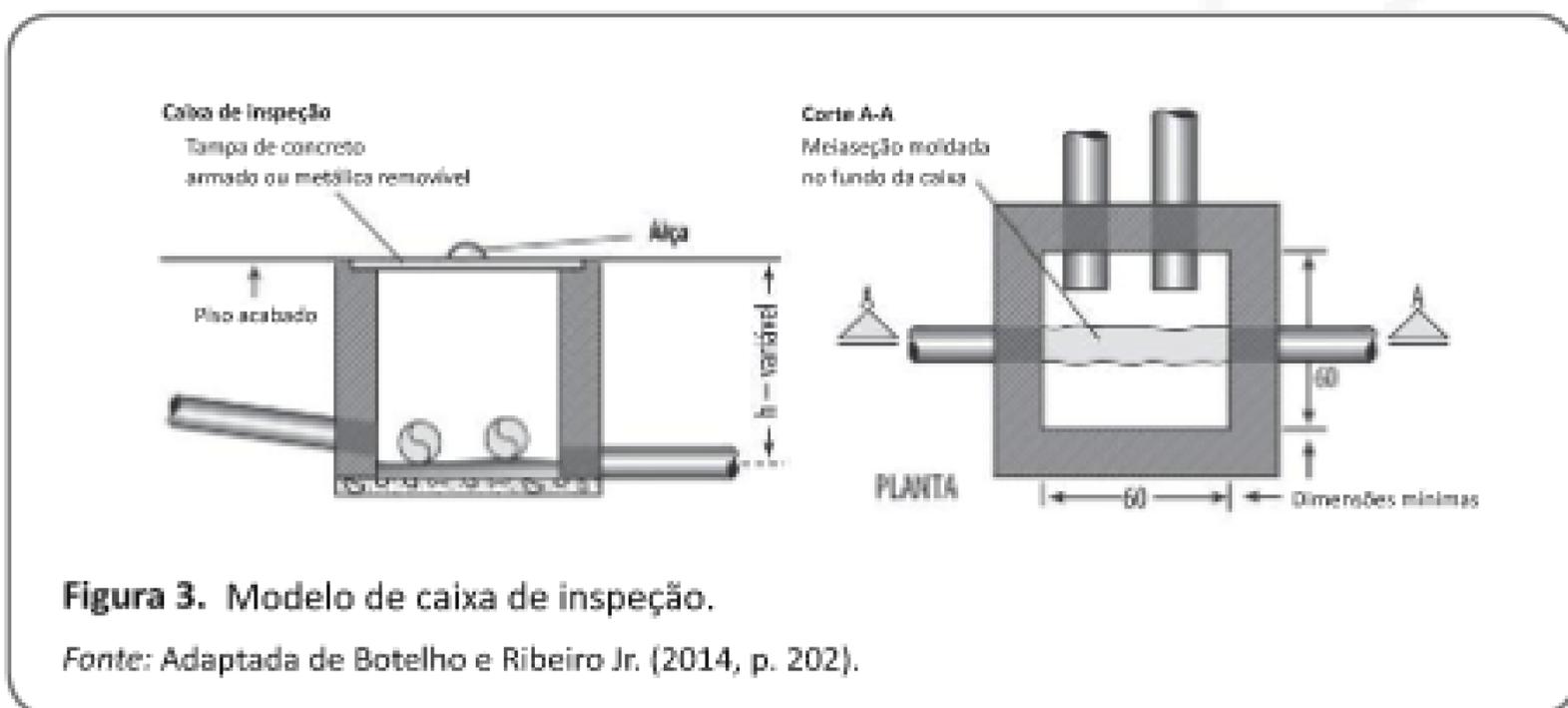
Componentes externos de um sistema de esgotamento sanitário

Veja agora os principais componentes geralmente instalados do lado externo da edificação para coleta, transporte e destinação final adequada do esgoto gerado na residência.

Subcoletor: tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda e ramais de esgoto.

Caixa de inspeção: caixa instalada na parte externa da edificação, a qual recebe esgoto e permite a manutenção, limpeza, desobstrução, mudança de declividade ou mudança de direção de escoamento.

Observe a seguir um modelo de caixa de inspeção com dimensões internas de 60 x 60 cm, comumente utilizada em residências.



**Figura 3. Modelo de caixa de inspeção.**

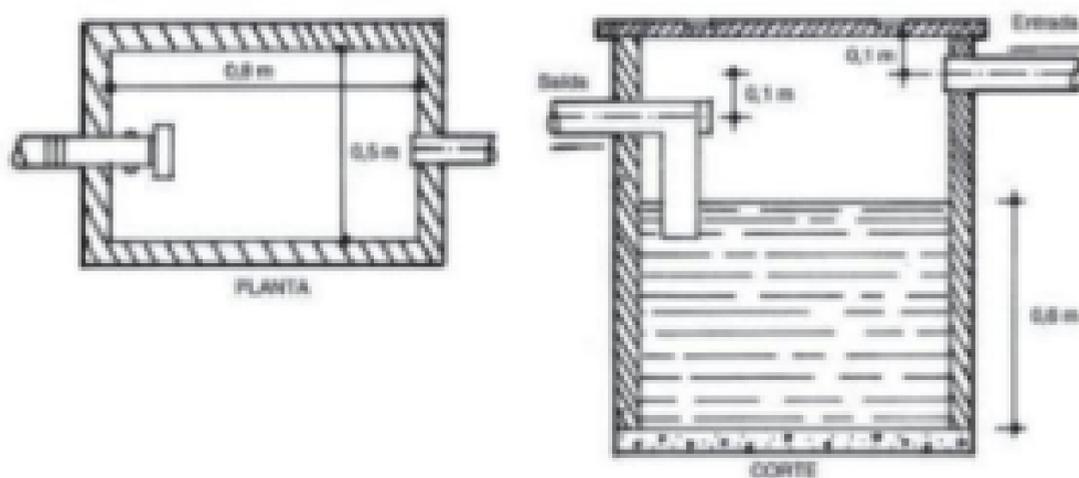
Fonte: Adaptada de Botelho e Ribeiro Jr. (2014, p. 202).

**Caixa de gordura:** Caixa que recebe águas servidas de pias de cozinha e é destinada a reter, em sua parte superior, gorduras, graxas e óleos. Assim como a caixa de inspeção, a caixa de gordura também necessita de manutenção, por meio da retirada do material acumulado, para evitar a obstrução da rede pelos componentes suspensos. As caixas de gordura podem ser de 4 tipos:

- Caixa de gordura pequena (CGP);
- Caixa de gordura simples (CGS);
- Caixa de gordura dupla (CGD); e
- Caixa de gordura especial (CGE), em que a adequada utilização depende do número de cozinhas da edificação projetada.

# HIDRÁULICA

As caixas de inspeção e as caixas de gordura podem ser construídas *in loco*, ou ser adquiridas em formas pré-fabricadas, cabendo ao projetista, junto com o cliente, a escolha do tipo a ser instalado. O modelo a seguir é de uma caixa de gordura especial (CGE) construída no local da obra com características apropriadas conforme especificado em norma.



**Figura 4.** Modelo de caixa de gordura especial.

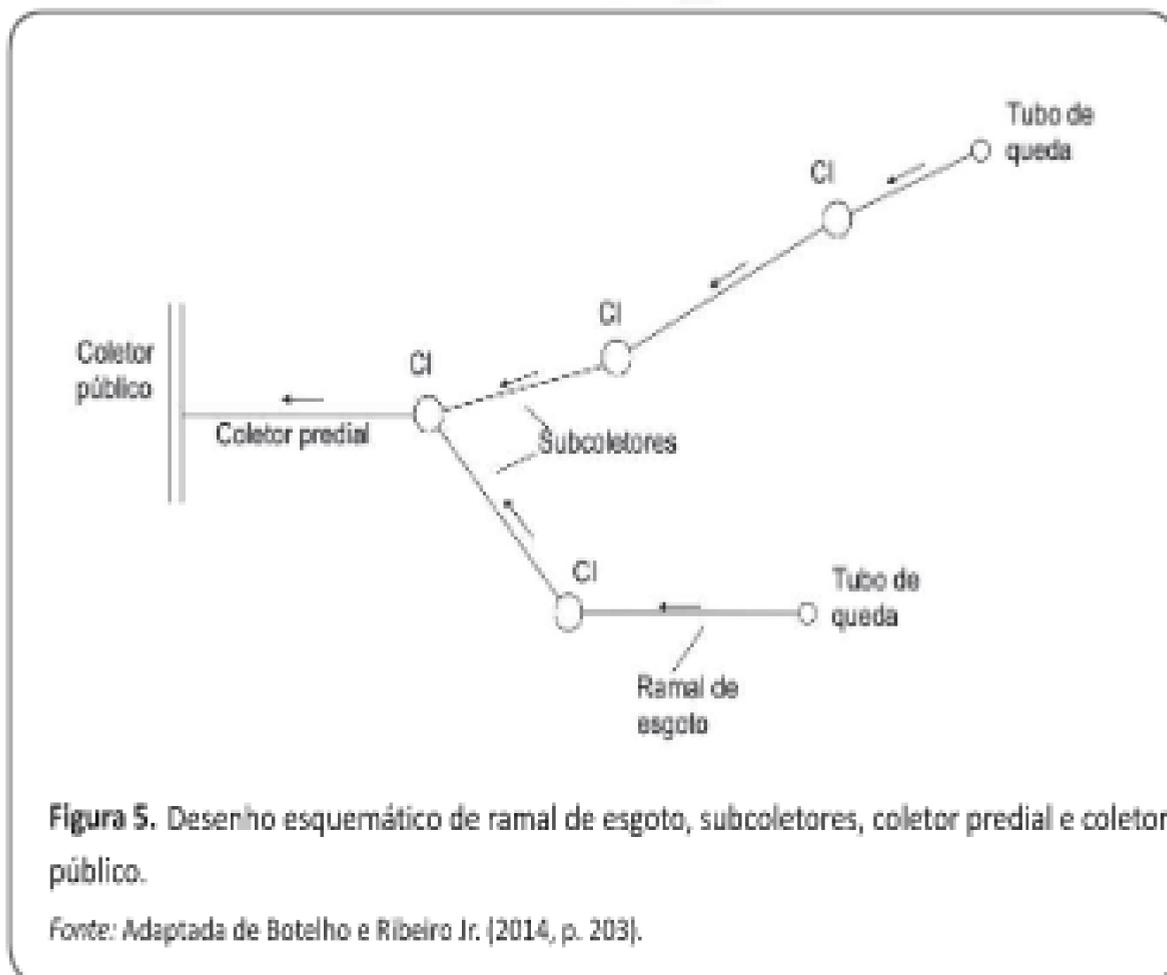
Fonte: Adaptada de Creder (2006, p. 238).

**Caixa de passagem:** Caixa destinada a permitir a junção de tubulações do subsistema de esgoto sanitário.

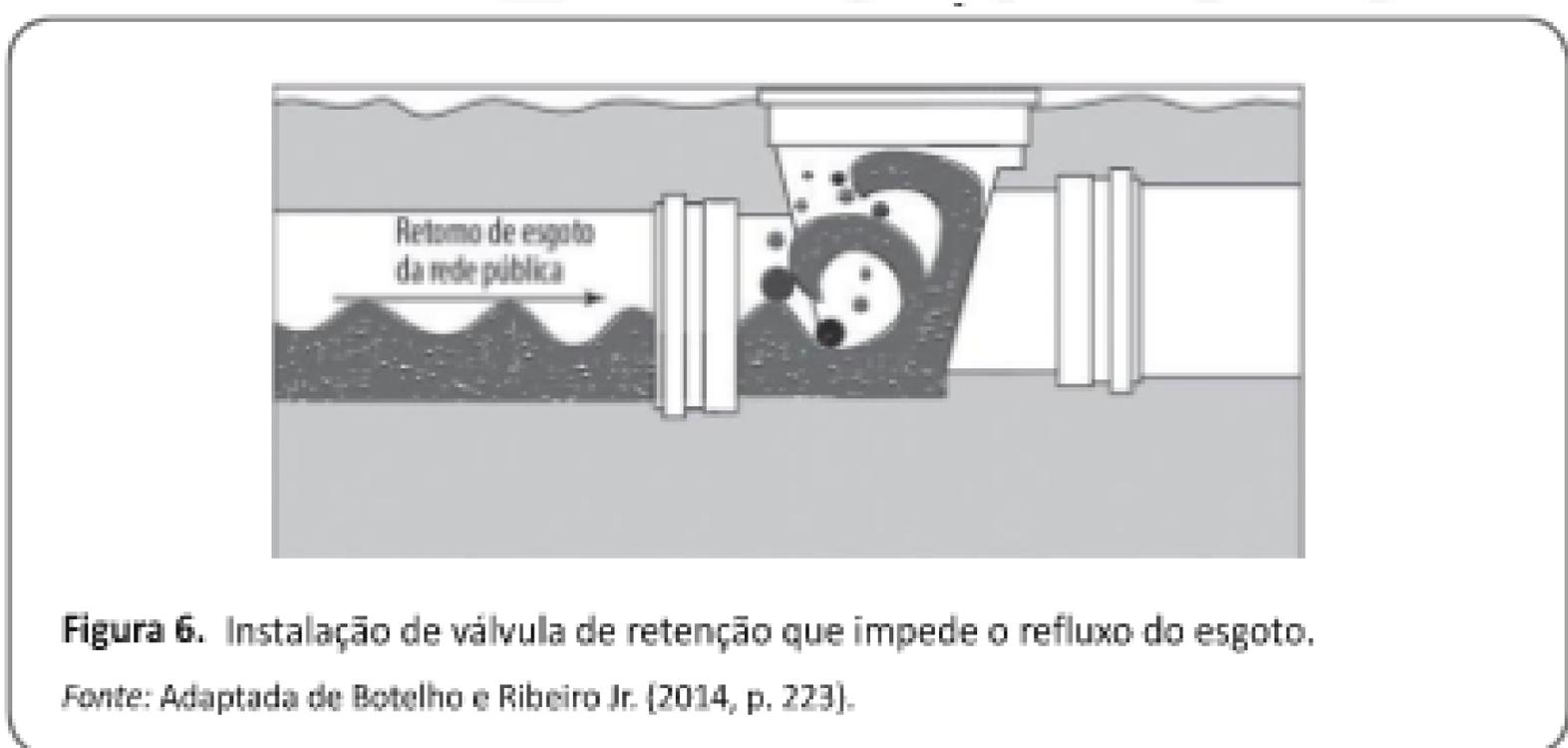
**Coletor predial:** Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção do subcoletor, ramal de esgoto ou descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular. Tanto para os coletores prediais quanto para os subcoletores, a inclinação máxima a ser adotada é de 5%.

**Coletor público:** Qualquer tubo da rede coletora, instalado na calçada ou na rua, que recebe esgoto diretamente dos coletores prediais.

Veja a seguir um desenho esquemático desde a tubulação vertical (tubo de queda) até a saída no coletor de esgoto público. Note que, no esquema, o coletor predial está diretamente ligado ao coletor público, porém algumas companhias de saneamento pelo País exigem a instalação de uma caixa de inspeção na calçada, com dimensões previamente definidas pelo órgão.



**Válvula de retenção:** Nos casos em que existe rede pública de esgotamento sanitário, recomenda-se a instalação de dispositivo de válvula de retenção com o objetivo de impedir o retorno do esgoto (refluxo) para o coletor predial, além de dificultar o acesso de animais, como ratos e baratas, para as instalações internas. A Figura 6 mostra um esquema de válvula de retenção funcionando em uma tubulação. A válvula permite o escoamento em um único sentido, fechando a tubulação quando ocorre inversão de fluxo.

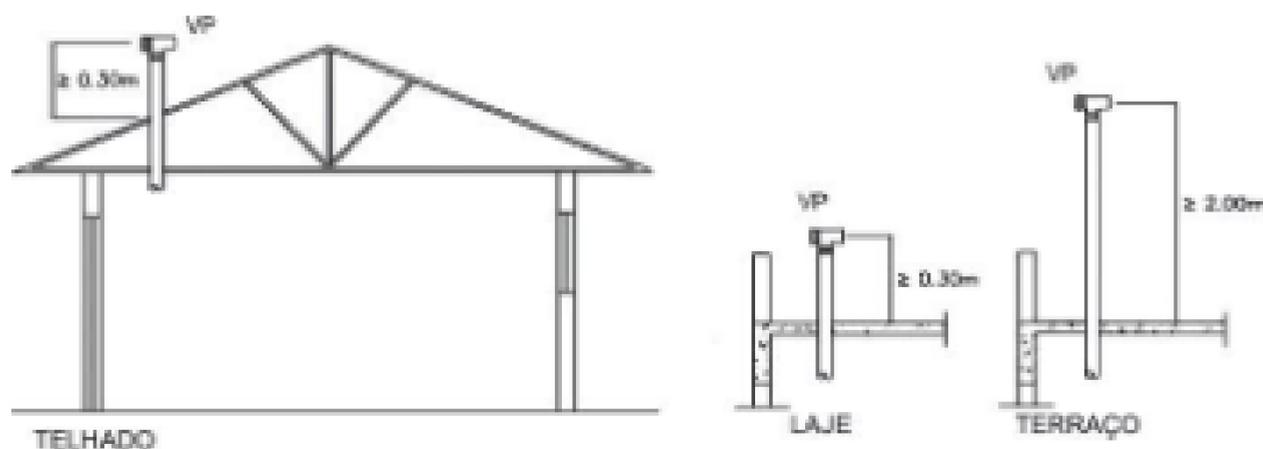


## Componentes do sistema de ventilação da tubulação de esgotamento sanitário predial

Para que um sistema de esgotamento sanitário predial funcione adequadamente, é necessária a instalação de dispositivos de ventilação do sistema. Esse sistema tem a função de conduzir os gases para a atmosfera e evitar que eles retornem para os ambientes. Você vai ver agora os principais componentes que fazem parte desse sistema.

**Coluna de ventilação:** Tubo ventilador vertical que se prolonga acima da edificação e cuja extremidade superior é aberta à atmosfera, ou ligada a um tubo ventilador primário ou a um barrilete de ventilação. A extremidade do tubo de ventilação deve ultrapassar a cobertura do prédio, estabelecendo uma distância mínima que impeça a penetração das águas das chuvas, bem como conter um dispositivo do tipo chaminé, tê ou de qualquer outro tipo que não permita a entrada de água. Quando houver telhado ou laje sem acesso constante de pessoas, a coluna deverá ficar, no mínimo, 30 cm acima desta cobertura. Entretanto, caso haja laje destinada para outros fins além da cobertura, a distância mínima estabelecida é de 2,0 m. A coluna de ventilação não deve estar situada a menos de 4,0 m de qualquer janela, porta ou vão de ventilação, salvo se elevada 1,0 m das vergas dos respectivos vãos.

Toda coluna de ventilação deve ter diâmetro uniforme e possuir uma inclinação mínima de 1%, de modo que qualquer líquido que porventura venha a ingressar nela possa escoar por gravidade para o ramal de descarga ou ramal de esgoto que esteja conectado. A figura a seguir mostra um esquema de instalações de tubulação de ventilação em residência.



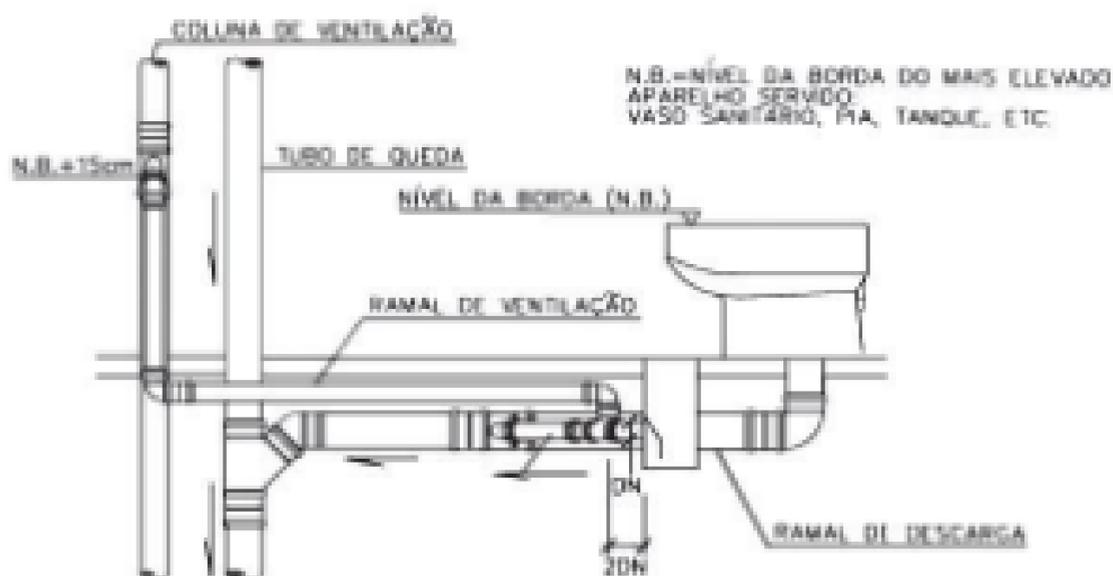
**Figura 7.** Prolongamento do tubo de queda ou coluna de ventilação.

Fonte: Adaptada de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999).

# HIDRÁULICA

**Ramal de ventilação:** Tubo ventilador que interliga o desconector, ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.

Na figura a seguir, observe o sistema de ventilação existente, onde o ramal de ventilação capta os gases proporcionados pela utilização do vaso sanitário e os conduz para a coluna de ventilação que, posteriormente, os lança na atmosfera.

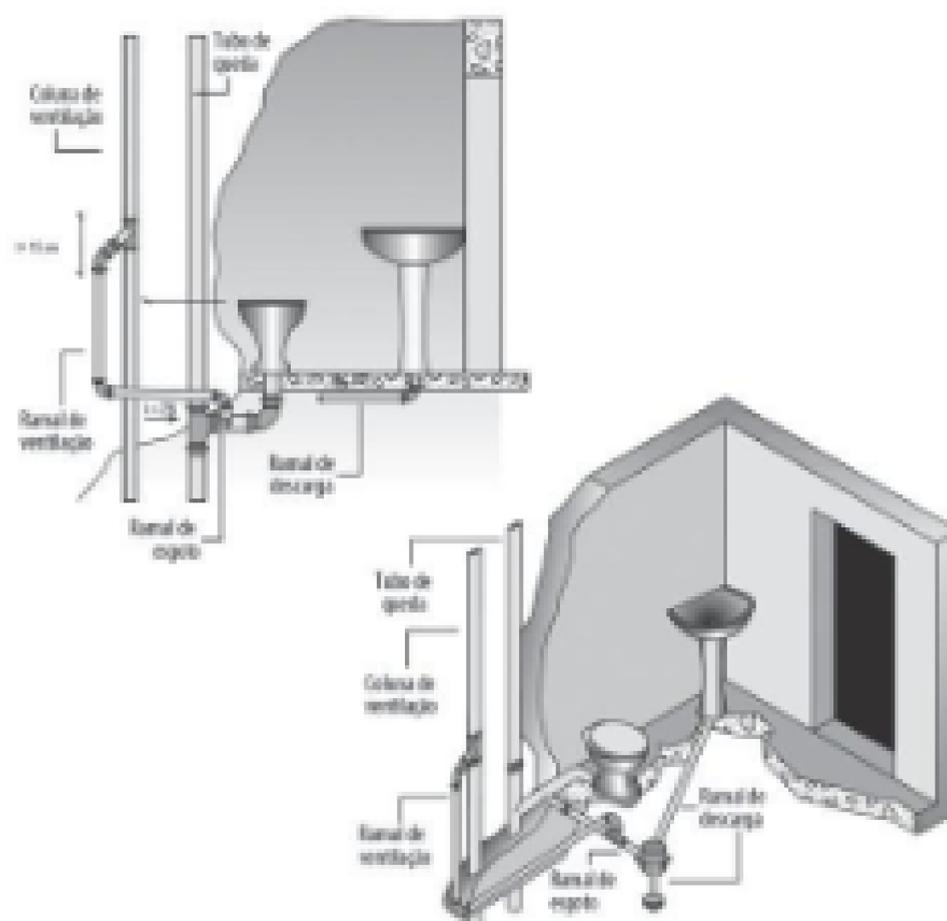


**Figura 8.** Ligação de ramal de ventilação.

Fonte: Adaptada de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999).

**Barrilete de ventilação:** Tubulação horizontal com saída para a atmosfera em um ponto, destinada a receber dois ou mais tubos ventiladores.

Com os componentes apresentados neste capítulo, você conseguirá dimensionar e construir um sistema completo de esgotamento sanitário de uma residência. Veja a seguir uma instalação predial de esgoto para um banheiro que se localiza no pavimento superior, contendo um chuveiro, um lavatório e um vaso sanitário. Note as indicações das tubulações de ramal de descarga (saída do lavatório e do ralo até a caixa sifonada), ramal de esgoto (trecho compreendido entre a caixa sifonada e o tubo de queda), tubo de queda (tubulação vertical que recebe esgoto do ramal de esgoto), ramal de ventilação (tubo que sai do ramal de esgoto e conecta-se à coluna de ventilação) e a coluna de ventilação (que expulsa os gases para fora do prédio).



**Figura 9.** Instalação predial de esgoto.

Fonte: Adaptada de Botelho e Ribeiro Jr. (2014, p. 205).

A instalação correta de todos os componentes é fundamental para o funcionamento do sistema de coleta predial. Cabe salientar que dispositivos mal instalados causam desconforto aos usuários e podem contribuir para a contaminação do ambiente ou do próprio sistema de abastecimento de água da edificação.

A limpeza adequada dos componentes também é importante e deve ser feita periodicamente para que os dispositivos operem com eficiência.

# CONCLUINDO A UNIDADE



Conforme a NBR 8.160 (ABNT 1999), os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar de acordo com certas exigências no projeto, na execução e manutenção para atenderem às exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários. O sistema completo é composto por componentes instalados internamente e externamente às edificações para coletar e transportar adequadamente o esgoto até a destinação final. Além das tubulações, que devem ser corretamente dimensionadas para receber o esgoto dos aparelhos, o sistema conta com dispositivos de proteção e de limpeza, como caixas de gordura e de inspeção, caixas e ralos sifonados, válvulas de retenção, entre outros. Além dos componentes que permitem a coleta e a limpeza, um sistema de esgoto predial precisa ser provido de sistema de ventilação, para permitir que os gases se encaminhem para a atmosfera, evitando que retorne para os ambientes.

# DICA DO PROFESSOR



Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**[http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000\\_290.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_290.pdf)**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1- O sistema de esgotamento sanitário de uma residência é formado por diversos componentes que garantem o correto funcionamento. De acordo com a NBR 8.160/99, que estabelece as exigências e recomendações para projeto e execução desse tipo de sistema, a tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários denomina-se:

- A) Ramal de descarga.
- B) Tubo de queda.
- C) Ramal de esgoto.
- D) Subcoletor.
- E) Coletor predial.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** O desconector é um dispositivo capaz de impedir o retorno dos gases originados pelo esgoto, são importantes para que o ambiente não exale mau cheiro. Esse tipo de dispositivo funciona por meio do acúmulo de água, tecnicamente chamado de fecho hídrico, em um determinado ponto, o qual impossibilita que os gases passem no sentido oposto do escoamento da tubulação. Segundo a NBR 8.160, o dispositivo provido de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao do deslocamento do esgoto é:

- A) O coletor público.
- B) caixa de gordura.
- C) O ralo seco.
- D) Desconector.
- E) A caixa de inspeção.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Para que um sistema de esgotamento sanitário predial funcione adequadamente é necessária a instalação de dispositivos de ventilação do sistema. Esse sistema tem a função de conduzir os gases para a atmosfera e evitar que os mesmos retornem para os ambientes. Sobre os procedimentos exigidos para a execução das instalações prediais de esgoto sanitário, é correto afirmar que toda coluna de ventilação deve ter:

- A) Diâmetro variável ao longo da altura da edificação em função da vazão de gases que deve escoar.
- B) extremidade superior situada acima da parte superior do edifício, a 30 cm, seja de telhados ou lajes de cobertura.
- C) Possuindo trechos horizontais, não necessita de inclinação.
- D) Não deve estar situada a menos de 4,0 metros de qualquer janela, porta ou vão de ventilação, salvo se elevada 1,0 metro das vergas dos respectivos vãos.
- E) A extremidade do tubo completamente livre, sem inserção de nenhum dispositivo do tipo chaminé, pois pode prejudicar a exalação dos gases.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4- através de ramais, tubos de queda, subcoletores e coletores. Em um sistema predial de esgotamento sanitário, alguns critérios devem ser respeitados na instalação das tubulações. Sobre esses critérios é correto afirmar:

- A) Não é necessário inclinação para pequenos trechos, com menos de 1 metro.
- B) declividade a ser estabelecida para ramais de descarga, ramais de esgoto ou qualquer outro trecho que seja implantado com escoamento na horizontal, não dependa do diâmetro.
- C) Tanto para os coletores prediais quanto para os subcoletores a inclinação máxima a ser é de 5%.
- D) Para ramais de esgoto com maiores diâmetros devem ser utilizadas maiores inclinações para garantir escoamento.
- E) Os ramais de descarga não podem ter trechos horizontais.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5- Cada componente do sistema de esgotamento possui uma função e deve ser aplicado corretamente, obedecendo aos princípios normativos e seguindo as especificações de uso e instalação do fabricante, com objetivo de proporcionar melhor eficiência no conjunto de coleta, transporte e tratamento do esgoto. Sobre os diversos componentes e sua principal função, qual alternativa está correta:

- A) Nos casos em que existe rede pública de esgotamento sanitário, recomenda-se a instalação de dispositivo desconector com objetivo de impedir o retorno do esgoto.
- B) Os tubos de queda que recebem esgoto da pia da cozinha devem estar ligados diretamente à caixa de gordura.
- C) O ralo seco tem o objetivo de ventilar a tubulação.
- D) O sifão é utilizado com o objetivo ligar a saída do aparelho com o ramal de descarga, já que é flexível.
- E) caixa de inspeção é instalada normalmente no box do banheiro e tem a função de receber os efluentes dos ramais de descarga.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8160:1999. Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.*

*BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JR., G. A. Instalações hidráulicas prediais: utilizando tubos plásticos. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014.*

*CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.*

# GABARITOS

## 1- Gabarito: A

Justificativa do gabarito: Os ramais de descargas são as tubulações que recebem o esgoto proveniente diretamente dos aparelhos sanitários.

## 2- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: Trata-se de um dispositivo capaz de impedir o retorno dos gases originados pelo esgoto. Como exemplo de desconectores, providos de fecho hídrico, temos os ralos sifonados, caixas sifonadas e os sifões.

## 3- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: Deve respeitar as distâncias mínimas de janelas, portas ou qualquer outro vão de ventilação.

## 4- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: A declividade máxima deve ser respeitada para evitar aprofundamento da tubulação e condições inadequadas de escoamento.

## 5- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: Antes de entrar em contato com o restante dos despejos, o esgoto da pia da cozinha deve passar pela caixa retentora de gordura.

# HIDRÁULICA

## ÁGUA FRIA: RESERVATÓRIOS



AUTORA

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

Você já deve ter refletido sobre a necessidade e importância de ter água limpa em quantidade suficiente na torneira de sua casa. O sistema de instalação predial é a parte que distribui a água a partir do hidrômetro da residência até o ponto de utilização. Esse sistema é composto por diferentes aparelhos e materiais que garantem o abastecimento de uma edificação de forma segura e econômica. O reservatório é parte importante, servindo como reserva em caso de interrupções e garantindo pressão constante na distribuição. Ao dimensionar um reservatório, devem ser consideradas as recomendações da NBR 5.626, garantindo que tenha um tamanho adequado para a sua residência.

Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá os critérios a serem considerados no projeto de um sistema de reservatório de uma edificação.

Bons estudos.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Calcular o consumo diário de uma edificação;
- Dimensionar a capacidade do reservatório em função do consumo da edificação;
- Mensurar a alimentação e os complementos de um reservatório.

Você já deve ter refletido sobre a necessidade e importância de ter água limpa em quantidade suficiente na torneira de sua casa. O sistema de instalação predial é a parte que distribui a água a partir do hidrômetro da residência até o ponto de utilização. Esse sistema é composto por diferentes aparelhos e materiais que garantem o abastecimento de uma edificação de forma segura e econômica. O reservatório é parte importante, servindo como reserva em caso de interrupções e garantindo pressão constante na distribuição. Ao dimensionar um reservatório, devem ser consideradas as recomendações da NBR 5.626, garantindo que tenha um tamanho adequado para a sua residência.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 2

## Introdução

Você já deve ter parado para pensar na necessidade e importância de ter água limpa em quantidade suficiente na torneira de sua casa. O sistema de instalação predial é a parte que distribui a água a partir do hidrômetro da residência até o ponto de utilização. Esse sistema é composto por diferentes aparelhos e materiais que garantem o abastecimento de uma edificação de forma segura e econômica. O reservatório é um componente importante, servindo como reserva em caso de interrupções e garantindo pressão constante na distribuição.

Ao dimensionar um reservatório, devem ser seguidas as recomendações da ABNT NBR 5626:1998, garantindo que ele tenha um tamanho adequado para a sua residência. Neste capítulo, você vai conhecer os critérios a serem considerados no projeto de um sistema de reservação de uma edificação.

## Consumo de água em edificações

Para o dimensionamento do reservatório de uma edificação, é necessário, primeiramente, conhecer o padrão de consumo da edificação. O consumo pode variar de acordo com diversos fatores, como:

- Clima (em regiões mais quentes, por exemplo, a tendência é de aumento do consumo).
- Cultura (os hábitos da população podem interferir na quantidade de água consumida).
- Disponibilidade de acesso (em regiões onde a água é escassa, os usos são restritos aos mais importantes).
- Condições socioeconômicas (as edificações de alto padrão costumam apresentar consumos elevados em relação às edificações de menor padrão).
- Pressão na rede de distribuição (as pressões elevadas na rede de distribuição contribuem para o desperdício nos pontos com ligação direta).

# HIDRÁULICA

Segundo o Instituto Trata Brasil (2014), a média de consumo per capita de água no Brasil é de 165,3 litros por habitante ao dia. A Região Sudeste apresenta o maior consumo, com 192 litros por habitante por dia. Já a Região Nordeste possui o menor índice de consumo, com 125,3 litros por habitante ao dia. A Organização das Nações Unidas (ONU) afirma que 110l/dia é a quantidade de água suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa.

Na maioria das vezes, não temos informações suficientes para calcular o consumo real de uma edificação, assim, optamos por utilizar tabelas resultantes de estudos e pesquisas que apresentam o consumo em função do tipo e padrão de edificação. A taxa de ocupação também é baseada no tipo e padrão de uso. As Tabelas 1 e 2 a seguir mostram o consumo predial diário e a taxa de ocupação para diversos casos.

**Tabela 1.** Dados de consumo predial diário.

<b>Tipo de edificação</b>	<b>Consumo (litro/dia)</b>	
Alojamentos provisórios	80	<i>Per capita</i>
Ambulatórios	25	<i>Per capita</i>
Apartamentos de padrão médio	250	<i>Per capita</i>
Apartamentos de padrão luxo	300	<i>Per capita</i>
Cavalariças	100	<i>Por cavalo</i>
Cinemas e teatros	2	<i>Por lugar</i>
Creches	50	<i>Per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	80	<i>Per capita</i>
Escolas – externatos	50	<i>Per capita</i>
Escolas – internatos	150	<i>Per capita</i>
Escolas – semi-internatos	100	<i>Per capita</i>
Escritórios	50	<i>Per capita</i>
Garagens e postos de serviço	150	<i>Por automóvel</i>
Garagens e postos de serviço	200	<i>Por caminhão</i>

# HIDRÁULICA

Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120	Por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250	Por hóspede
Hospitais	250	Por leito
Indústrias – uso pessoal	80	Por operário
Indústrias – com restaurante	100	Por operário
Jardins (rega)	1,5	Por m <sup>2</sup>
Lavanderias	30	Por kg de roupa seca
Matadouros – animais de grande porte	300	Por animal abatido
Matadouros – animais de pequeno porte	150	Por animal abatido
Mercados	5	Por m <sup>2</sup> de área
Oficinas de costura	50	<i>Per capita</i>

(Continua)

**Tabela 1.** Dados de consumo predial diário.

Tipo de edificação	Consumo (litro/dia)	
Orfanatos, asilos, berçários	150	<i>Per capita</i>
Postos de serviços para automóveis	150	por veículo
Piscinas – lâmina de água	2,5	cm por dia
Quartéis	150	<i>Per capita</i>
Residência popular	150	<i>Per capita</i>
Residência de padrão médio	250	<i>Per capita</i>
Residência de padrão luxo	300	<i>Per capita</i>
Restaurantes e similares	25	Por refeição
Templos	2	Por lugar

*Observação:* Os valores são apenas indicativos, devendo ser verificada a experiência local com os consumos reais.

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 33).

# HIDRÁULICA

Com os valores de taxa de ocupação e consumo diário per capita, é possível calcular o consumo total diário da edificação por meio da seguinte equação:

$$C_d = n \cdot q$$

Onde:

$C_d$  = consumo diário (litros/dia);

$n$  = número de ocupantes da edificação (habitantes); e  $q$  = consumo per capita (litros/habitante/dia).

## Cálculo do volume do reservatório para uma edificação

O reservatório deve ser dimensionado para garantir não apenas o abastecimento predial em caso de falhas no abastecimento público, mas também e, principalmente, a potabilidade da água armazenada, evitando que essa água fique armazenada por grandes períodos. A ABNT NBR 5626:1998 orienta que a capacidade do reservatório não seja inferior ao consumo diário e nem superior a três vezes esse consumo.

Conforme Carvalho Jr. (2013), tendo em vista a intermitência do abastecimento da rede pública e a falta de informações precisas de consumo do local, a capacidade do reservatório tem de ser de duas vezes o consumo diário da edificação, conforme a equação a seguir:

$$C_R = 2 \cdot C_d$$

Onde:

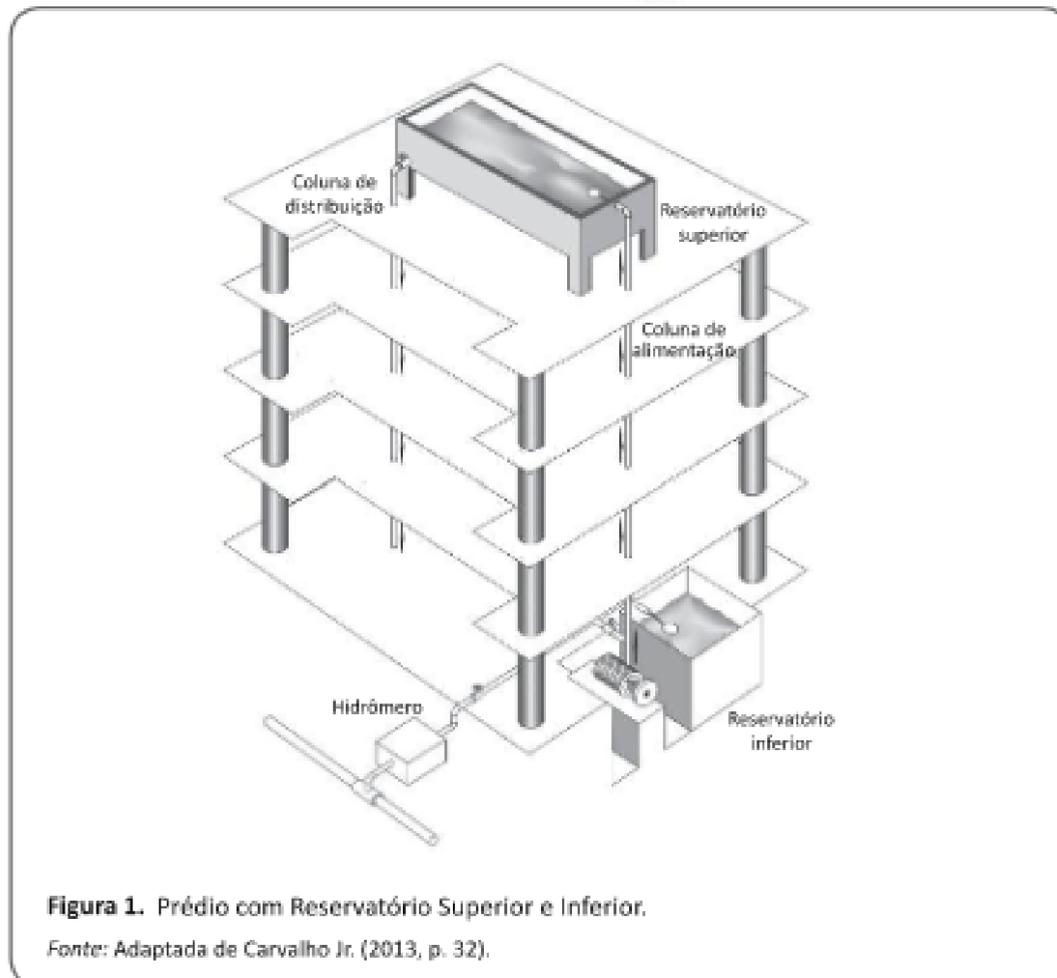
$C_R$  = capacidade do reservatório (litros); e  $C_d$  = consumo diário (litros/dia).

O reservatório mínimo previsto pela ABNT NBR 5626:1998 para residências unifamiliares é de 500 litros. Para o caso de residências e edifícios altos em que o reservatório superior não é abastecido diretamente pela rede pública, recomenda-se a seguinte distribuição para a reservação total ( $C_R$ ):

- reservatório inferior: 60% da reservação total;
- reservatório superior: 40% da reservação total.

A Figura 1 a seguir mostra uma configuração com dois reservatórios. Essa configuração é adotada para diminuir a carga na estrutura, já que a maior parte do volume fica armazenada no reservatório inferior. É importante destacar que a reserva de incêndio deve ser acrescida ao volume do reservatório superior.

# HIDRÁULICA



Os reservatórios podem ser industrializados ou moldados in loco. Os reservatórios moldados in loco podem ser de concreto, alvenaria ou outros materiais, desde que sejam construídos seguindo as normas e corretamente impermeabilizados para evitar a contaminação da água. Os reservatórios industrializados, muito utilizados para reservas pequenas ou médias (até 2000 litros), em geral são de polietileno, poliéster reforçado, fibra de vidro, metal, entre outros materiais.

Independentemente do tipo de material utilizado na sua fabricação, a limpeza periódica do reservatório é fundamental. Recomenda-se que a limpeza seja feita pelo menos uma vez a cada seis meses, principalmente em pontos de ponta de rede, onde o cloro residual adicionado pela concessionária pode não estar presente em quantidade suficiente.

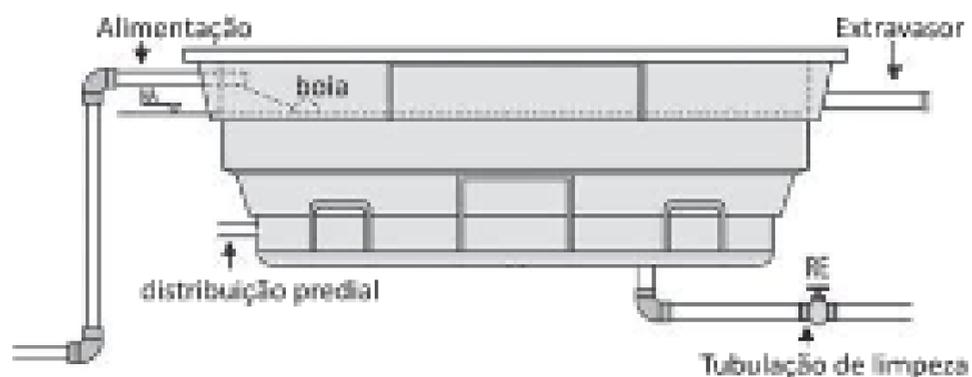
## Complementos de um reservatório

Um reservatório precisa contar com alguns complementos para o seu correto funcionamento, como:

- tubulação de limpeza;
- tubulação extravasora;
- dispositivo de controle de nível (torneira de boia ou similar);
- registros para controle;
- saída da rede predial de distribuição.

# HIDRÁULICA

Além dos complementos, você vai conhecer um pouco mais sobre a alimentação do reservatório, isto é, como é feito o cálculo do diâmetro mínimo do ramal predial e do alimentador predial para que o volume ideal de água esteja sempre disponível no reservatório. A Figura 2 a seguir detalha os principais componentes e sua localização.



**Figura 2.** Componentes de um reservatório.

Fonte: Adaptada de Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 38).

## Ramal predial

Para o dimensionamento do ramal predial, que é a tubulação que liga a rede pública de abastecimento ao hidrômetro, considere que o consumo seja contínuo. A vazão total é a vazão de 24 horas de consumo. A vazão mínima é calculada pela seguinte equação:

$$Q_{min} = \frac{C_d}{86400}$$

Onde:

$Q_{min}$  = vazão mínima a ser considerada no dimensionamento do ramal predial (l/s);

$C_d$  = consumo diário (litros).

O diâmetro mínimo é calculado pela equação:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{min}}{\pi \cdot v}}$$

Onde:

$D_{min}$  = diâmetro mínimo do ramal predial (m);  $v$  = velocidade na tubulação.

# HIDRÁULICA

Conforme Botelho e Ribeiro Jr. (2011), a velocidade adotada é de 0,6 a 1 m/s. Lembre-se de que a velocidade está relacionada com a área e a vazão de uma tubulação pela seguinte equação:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

Q = vazão da tubulação; e

A = área da seção transversal da tubulação.

## Alimentador predial

O diâmetro adotado para o alimentador predial é o mesmo calculado para o ramal predial.

## Tubulação de limpeza

A tubulação de limpeza precisa ser instalada no fundo do reservatório e possuir registro para controle da abertura e do fechamento, conforme apresentado na Figura 2. Segundo Botelho e Ribeiro Jr. (2011), em relação ao diâmetro, ele é proporcional ao tempo de esvaziamento para limpeza. Como geralmente não existe limitação para esse tempo, são utilizados diâmetros de 32 mm. Diâmetros menores podem causar entupimento com presença de lama no fundo do reservatório.

## Tubulação extravasora (extravasor)

A tubulação extravasora tem de ser instalada para o direcionamento da água em caso de transbordamento do reservatório, tanto para o inferior quanto para o superior. Conforme Botelho e Ribeiro Jr. (2011), o diâmetro dessa tubulação normalmente é adotado em função do diâmetro que alimenta o reservatório, sendo imediatamente superior a ele, mas nunca menor que 25 mm. O extravasor sempre deve escoar para um local visível, para servir de advertência. Orienta-se que a extremidade posicionada dentro do reservatório possua uma tela (filtro) para evitar a entrada de insetos quando a tubulação estiver vazia.

## Dispositivo de controle de nível

No reservatório sempre deve ser instalado um dispositivo de controle de nível para evitar transbordamento. Um dispositivo muito utilizado é a torneira de boia, instalada para fechar a entrada de água quando o reservatório chegar a um determinado nível. Existem torneiras de boia mecânicas e elétricas ou automáticas. A Figura 3 a seguir mostra uma torneira de boia mecânica instalada na entrada de um reservatório.



**Figura 3.** Boia mecânica instalada em reservatório.

Fonte: Ferreira (2017).

A escolha da torneira de boia deve ser feita considerando a faixa de pressão a que estiver submetida. Muitas vezes é necessária a instalação de torneiras de boia de alta pressão ou de redutores de pressão pouco antes da entrada da caixa. Se a boia instalada não for adequada, ela não fechará a entrada de água, permitindo o transbordamento do reservatório.

## **Demais componentes**

Além do extravasor, da tubulação de limpeza e do dispositivo de controle de nível, é necessária a instalação de alguns dispositivos importantes para garantir a segurança e a qualidade da água reservada.

Por exemplo, é preciso instalar um registro na tubulação que alimenta o reservatório, na tubulação de limpeza e na saída para a distribuição predial (tubulação que alimenta as colunas), para controle e manutenção. Esses registros têm de ser de fácil acesso. A saída da distribuição predial deve estar sempre posicionada acima do nível da reserva de incêndio.

Os reservatórios domiciliares precisam ter tampas corretamente fixadas para impedir a entrada de animais ou de qualquer corpo estranho. Além disso, eles têm de ser instalados sobre uma base retilínea e uniforme e em um espaço que permita fácil acesso para manutenção e limpeza.

Em caso de grandes reservas, uma solução é optar pela divisão do reservatório em dois ou mais compartimentos, interligados por meio de um barrilete. A divisão facilita a limpeza e manutenção sem interrupções no abastecimento da definição.

# HIDRÁULICA

## CONCLUINDO A UNIDADE

Você já deve ter refletido sobre a necessidade e importância de ter água limpa em quantidade suficiente na torneira de sua casa. O sistema de instalação predial é a parte que distribui a água a partir do hidrômetro da residência até o ponto de utilização. Esse sistema é composto por diferentes aparelhos e materiais que garantem o abastecimento de uma edificação de forma segura e econômica. O reservatório é parte importante, servindo como reserva em caso de interrupções e garantindo pressão constante na distribuição. Ao dimensionar um reservatório, devem ser consideradas as recomendações da NBR 5.626, garantindo que tenha um tamanho adequado para a sua residência.

## DICA DO PROFESSOR

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**<http://publica.sagah.com.br/publicador/objects/attachment/1883940609/OusodoamiantonoBrasil.pdf?v=1384205652>**

## SAIBA MAIS

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

<https://docplayer.com.br/9508762-I-100-consumo-de-agua-em-residencias-de-baixa-renda-estudo-de-caso.html>

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) Sobre o projeto de reservatórios de água fria, assinale a alternativa correta:

- A) O volume mínimo do reservatório para uso doméstico, salvo o volume do combate a incêndio, deve ser, no mínimo, o necessário para 3 dias de consumo.
- B) O reservatório de água potável não deve ser enterrado em hipótese alguma, devido à possibilidade de contaminação proveniente do solo.
- C) No caso de residência de pequeno porte, é recomendado que a reserva mínima seja de 1000 L.
- D) Reservatórios de maior capacidade devem ser divididos em dois ou mais compartimentos para permitir operações de manutenção sem haver interrupção na distribuição de água
- E) A extremidade da tomada d'água no reservatório (saída para o barrilete de distribuição) deve estar no mesmo nível do fundo desse reservatório.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** Uma edificação possui 10 ocupantes com um consumo médio per capita de 200 litros por dia. Qual a capacidade total mínima do reservatório, segundo a NBR 5.626, sem considerar a reserva de incêndio?

- A) 6 m<sup>3</sup>.
- B) 1,6 m<sup>3</sup>.
- C) 2m<sup>3</sup>
- D) 8 m<sup>3</sup>.
- E) 500 litros

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Orienta-se que a limpeza de um reservatório seja feita a cada 6 meses para garantir a qualidade da água armazenada. Sobre o procedimento de limpeza é correto afirmar:

- A) Deve-se fechar o registro de entrada de água no reservatório, de preferência em dia de menor consumo, e aproveitar a água existente no reservatório para a limpeza.
- B) Havendo iodo em excesso, esvaziar o reservatório através da tubulação de recalque, abrindo o seu respectivo registro de fechamento.
- C) Após a primeira etapa da limpeza deve-se abrir o registro de distribuição da rede predial e soltar a água da lavagem pelas torneiras da edificação.
- D) A limpeza deve ser feita com sabão ou detergente líquido para garantir a eficiência.
- E) Para desinfecção final do reservatório deve-se adicionar água sanitária e encher normalmente o reservatório para utilização.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - Um reservatório é dimensionado com diversos componentes que auxiliam na manutenção e limpeza do mesmo. Sobre os componentes acessórios de um reservatório é correto afirmar:

- A) A tubulação extravasora deve ter o mesmo diâmetro da tubulação de alimentação do reservatório.
- B) A tubulação de limpeza deve estar posicionada acima da saída da distribuição predial.
- C) Em pequenas edificações, com reservatórios de 500 litros, não é necessária a instalação de tubulação de limpeza.
- D) A tubulação extravasora deve jogar a água em local visível para alertar sobre o extravasamento do reservatório.
- E) É obrigatória a instalação de registro na saída da tubulação extravasora.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5- O consumo diário de uma edificação pode variar de acordo com diversos fatores. Sobre as considerações relacionadas ao consumo diário e capacidade de reservatório de uma edificação é correto afirmar:

- a) O consumo per capita é o consumo da edificação a ser considerado no dimensionamento do reservatório.
- b) A capacidade de um reservatório deve ser calculada pelo tamanho da edificação, independentemente da taxa de ocupação.
- c) A NBR 5.626 orienta que a capacidade do reservatório deve ficar entre 1 e 3 o consumo diário da edificação.
- d) O consumo per capita não varia com as condições socioeconômicas, mas sim com o clima do local.
- e) As reservas extras já estão incluídas no consumo total da edificação quando calculada em função do consumo per capita e da taxa de ocupação.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5626:1998. *Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JR., G. A. *Instalações hidráulicas prediais: usando tubos de PVC e PPR*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

CARVALHO JR., R. *Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura*. 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013.

FERREIRA, D. *Como regular a pressão na boia da caixa d'água*. [S.l.]: FazFácil, 2017. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/pressao-na-boia-da-caixa-dagua/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

FORTLEV. *Como limpar sua caixa d'água*. [S.l.]: FortLev, 2017. Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/dicas/como-limpar-sua-caixa-dagua/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Situação saneamento no Brasil*. [S.l.]: Instituto Trata Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

MACINTYRE, A. J. *Instalações hidráulicas prediais e industriais*. 4.ª ed. São Paulo: LTC, 2010.

MONTE O SEU PROJETO. *Os principais tipos de materiais utilizados em caixa d'água*. [S.l.]: Monte o seu Projeto, 2017. Disponível em: <<http://www.monteseuprojeto.com.br/os-principais-tipos-de-materiais-utilizados-em-caixa-d%E2%80%99agua/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

# GABARITOS

1- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: Grandes reservatórios devem ser divididos em dois ou mais compartimentos interligados pelo barrilete para garantir o abastecimento em caso de manutenção ou limpeza de um dos compartimentos.

2- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O volume mínimo estabelecido por norma é igual ao consumo diário, mas normalmente utiliza-se o dobro disso para evitar falta d'água em períodos de não atendimento pela concessionária.

3- Gabarito: A

Justificativa do gabarito: Deve-se fechar o registro de entrada, proceder com a limpeza e descartar a água pela tubulação de limpeza.

4- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: A saída da tubulação extravasora deve sempre ficar visível para alertar quando ocorrer transbordamento.

5- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Normalmente utiliza-se 2 vezes o consumo diário.

# HIDRÁULICA

*ÁGUA PLUVIAIS: VAZÃO DE PROJETO*



AUTORA

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

A preocupação com a água da chuva é um assunto que vem ganhando destaque nas pesquisas sobre edificações. O correto despejo ou reutilização é fundamental para a manutenção da edificação, para a qualidade da vizinhança e pela busca por uma sociedade mais sustentável. Sendo assim, é importante compreender como funcionam os mecanismos que recebem, captam e direcionam a água que cai sobre as coberturas das residências.

Nesta Unidade de Aprendizagem, você vai começar estudando a terminologia de alguns termos associados à hidrologia para, a partir deste entendimento, avaliar a área de contribuição dos telhados e a vazão de projeto que norteará o dimensionamento das instalações.

Bons estudos.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Reconhecer a terminologia associada aos conceitos de hidrologia;
- Explicar a metodologia para determinação da área de contribuição;
- Aplicar o cálculo da vazão de projeto para dimensionamentos.

A preocupação com a água da chuva é um assunto que vem ganhando destaque nas pesquisas sobre edificações. O correto despejo ou a reutilização é fundamental para a manutenção da edificação, para a qualidade da vizinhança e pela busca por uma sociedade mais sustentável. Sendo assim, é importante compreender como funcionam os mecanismos que recebem, captam e direcionam a água que cai sobre as coberturas das residências.

Nesta Unidade de Aprendizagem, você vai começar estudando a terminologia de alguns termos associados à hidrologia para, a partir deste entendimento, avaliar a área de contribuição dos telhados e a vazão de projeto que norteará o dimensionamento das instalações.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 3

## Introdução

A preocupação com a água da chuva é um assunto que vem ganhando bastante força nas áreas de pesquisas sobre edificações. O correto despejo ou a reutilização é fundamental não apenas para a manutenção da edificação, mas também para a qualidade da vizinhança e para a busca de uma sociedade mais sustentável. Assim, é importante compreender como funcionam os mecanismos que recebem, captam e direcionam a água que cai sobre as coberturas das residências.

Neste capítulo, você vai estudar a terminologia associada à hidrologia, para, a partir deste entendimento, avaliar a área de contribuição dos telhados e a vazão de projeto, que norteará o dimensionamento das instalações.

O projeto do sistema é norteado pela norma técnica NBR 10844, que envolve cálculos para o dimensionamento da vazão, das calhas e dos condutores verticais e horizontais.

O projeto de sistemas prediais de água pluvial exige conhecimento e cálculos. Eles são constituídos por ralo hemisférico, calha, condutor vertical, ralo, canaleta, condutor horizontal, caixa de areia, sarjeta e caixa coletora de águas pluviais. “O dimensionamento de qualquer sistema requer a determinação de suas solicitações e a caracterização de seus elementos e componentes, para que suporte adequadamente as exigências que lhe são impostas”, comenta a professora doutora Lúcia Helena de Oliveira, chefe do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.



# HIDRÁULICA

## DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO

A vazão de projeto é determinada por meio da equação:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{60}$$

(15.1)

A professora explica que  $Q$  é a vazão de projeto medida em litros/minuto. Já o coeficiente de escoamento superficial,  $C$ , representa o grau de absorção de água pela superfície que recebe a precipitação. A intensidade pluviométrica,  $i$ , é obtida com base em dados pluviométricos locais e deve ser determinada a partir da fixação da duração de precipitação ( $t=5$  min); e do período de retorno ( $T$ ).

De acordo com a ABNT NBR 10844: 1989, o período de retorno deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, em três níveis de risco:

- $T = 1$  ano, para áreas pavimentadas, tais como circulação, calçadas, áreas abertas etc., ou seja, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- $T = 5$  anos, para coberturas e/ou terraços;
- $T = 25$  anos, para áreas e coberturas onde empoçamento ou extravasamento não são tolerados.

A área de contribuição,  $A$ , é obtida pela soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem as águas para determinado elemento do sistema, tal como: calha, condutor vertical e condutor horizontal.

## DIMENSIONAMENTO DE CALHAS

O método proposto pela norma baseia-se no escoamento permanente uniforme verificado em calhas inclinadas. As calhas semicirculares, retangulares, trapezoidais ou de outras formas são dimensionadas por meio da Equação de Manning-Strickler com declividade uniforme e valor mínimo de 0,5%.

Em que:

$Q$  = vazão de projeto, L/min

$S$  = área da seção molhada, m<sup>2</sup>

$I$  = declividade da calha

$n$  = coeficiente de rugosidade

$R_H = S/P$ , o raio hidráulico, m

$P$  = perímetro molhado, m

$K = 60000$

$$Q = K \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

# HIDRÁULICA

A professora chama a atenção para a tabela 1, que apresenta o coeficiente de rugosidade,  $n$ , da equação de Manning-Strickler para diferentes materiais.

Material	Coefficiente de rugosidade "n"
Plástico, fibrocimento, alumínio, aço inoxidável, aço galvanizado, cobre e latão	0,011
Ferro fundido, concreto alisado e alisado e alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

As mudanças de direção ao longo da extensão da calha provocam a redução de sua capacidade. No caso dessa mudança de direção estar a uma distância igual ou inferior a 4 m da saída da calha, a vazão de projeto deve ser majorada pelos coeficientes multiplicativos apresentados na Tabela 2.

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

"A norma recomenda também que, para os casos em que a saída da calha estiver em uma das extremidades, a vazão de projeto, de calhas de beiral ou platibanda, deve ser aquela correspondente à maior área entre as áreas de contribuição", acrescenta.

## DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais de águas pluviais devem ser dimensionados por meio de dois ábacos, apresentados nas Figuras 2 e 3. Esses ábacos resultaram de pesquisa realizada pelo Centre Scientifique et Technique de la Construction - CSTC, da Bélgica. O dimensionamento de condutores verticais é realizado a partir dos seguintes dados:

- vazão de projeto,  $Q$  (L/min)
- altura máxima da lâmina d'água na saída da calha,  $H$  (mm)
- comprimento vertical do condutor até a primeira curva de desvio,  $L$  (m)
- geometria de saída da calha, aresta viva ou cônica
- rugosidade do material,  $f$

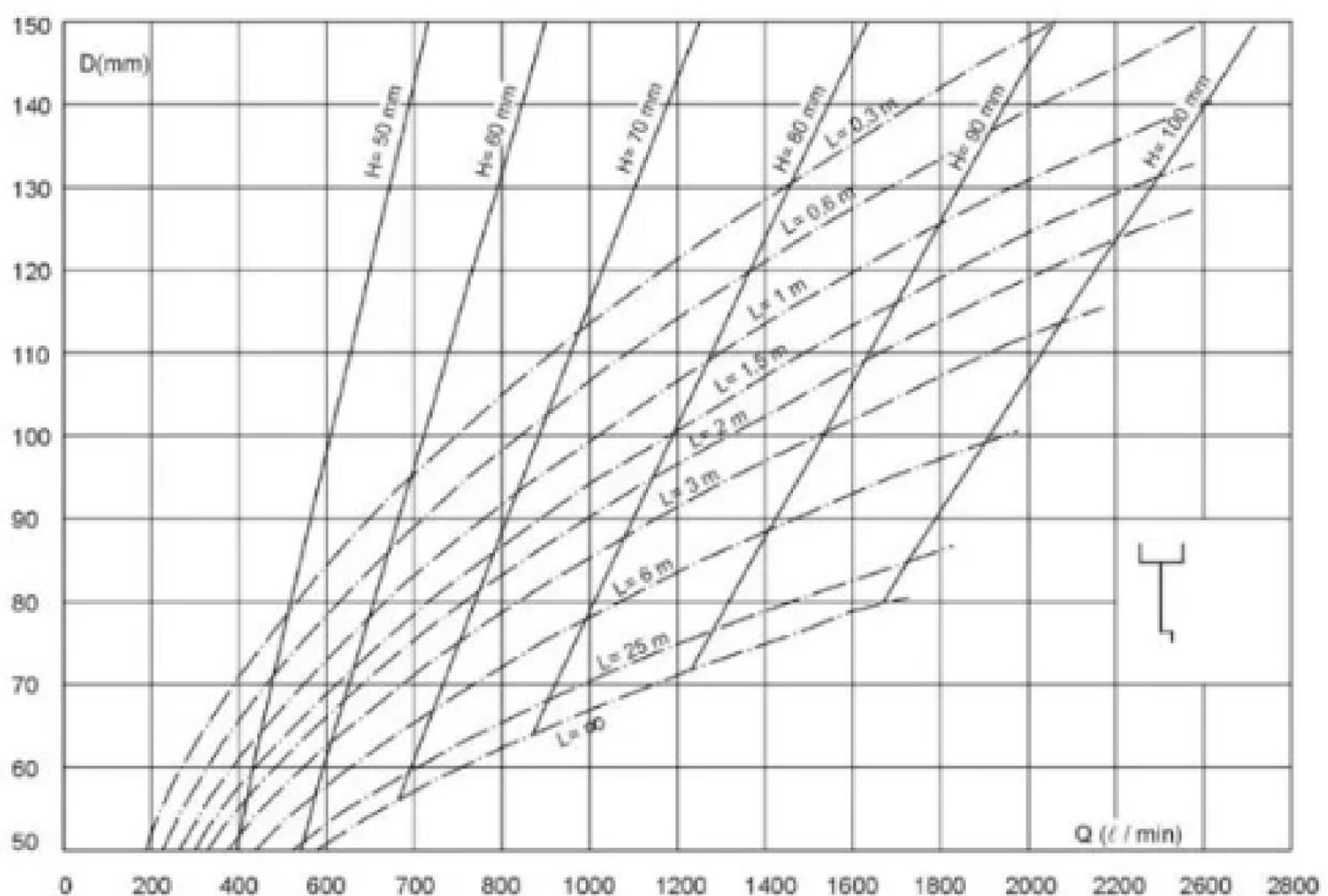
# HIDRÁULICA

Os dois ábacos apresentados pela NBR 10844 foram construídos levando em conta dois desvios na base e fator de atrito,  $f = 0,04$ , correspondente a condutos rugosos. Dessa forma, considera-se a possibilidade de envelhecimento dos condutores. Esses ábacos não possuem qualquer fator de segurança que esteja implícito.

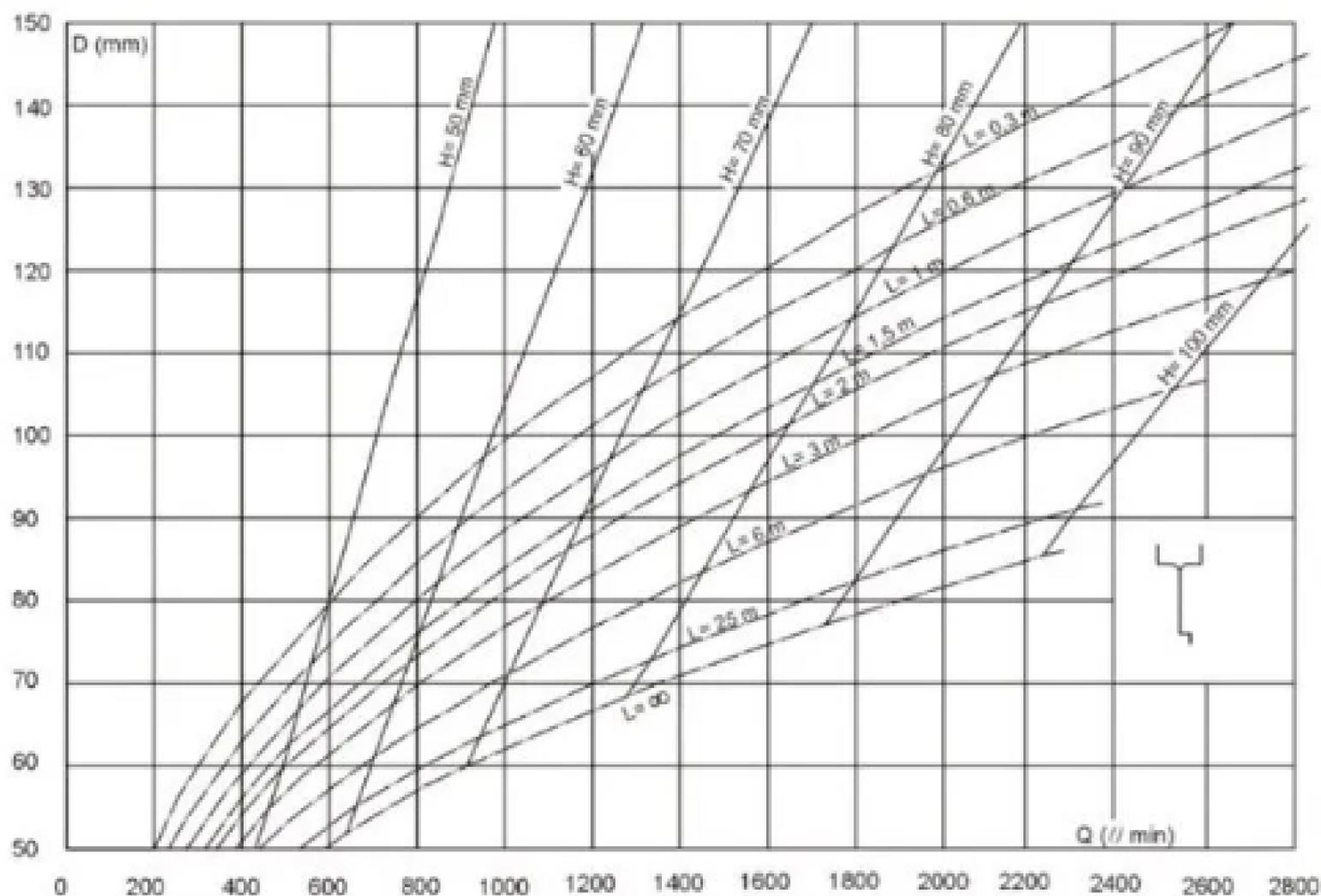
O procedimento para a determinação do diâmetro interno,  $D$  (mm), de um condutor vertical, a partir dos dados  $Q$  (L/min),  $H$  (mm) e  $L$  (mm) e por meio dos ábacos das Figuras 2 e 3, é o seguinte:

- a partir do valor de  $Q$ , levantar uma vertical até interceptar as curvas de  $H$  e  $L$ . No caso de inexistir as curvas de  $H$  e  $L$ , interpolar entre as curvas existentes;
- traçar horizontais ligando as intersecções  $Q \times H$  e  $Q \times L$  sobre o eixo do diâmetro. O maior valor encontrado será o diâmetro procurado.

O diâmetro nominal a ser adotado é aquele cujo diâmetro interno seja maior ou igual ao valor encontrado. Observar também que, segundo a NBR 10844, o diâmetro interno mínimo de condutores verticais de seção circular é de 70 mm.



# HIDRÁULICA



## DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES HORIZONTAIS

Os condutores horizontais são dimensionados utilizando-se as equações da hidráulica para condutos livres, supondo-se o escoamento em regime uniforme. A NBR-10844 recomenda o dimensionamento de condutores horizontais com uma declividade uniforme e mínima de 0,5%, por meio da equação de Manning-Strickler. Neste caso, considera-se o escoamento com a altura da lâmina d'água igual a 2/3 do diâmetro interno do condutor horizontal, D.

Na Tabela 3, está apresentado o dimensionamento de condutores horizontais de seção circular para diferentes tipos de materiais e declividades.

Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

# HIDRÁULICA

Diâmetro interno (D)	n = 0,012			
(mm)	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	29	41	59	83
75	87	122	172	245
100	187	264	372	527
125	339	478	674	956
150	552	777	1100	1550
200	1190	1670	2360	3350
250	2150	3030	4280	6070
300	3500	4930	6960	9870

Diâmetro interno (D)	n = 0,013			
(mm)	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	27	38	54	76
75	80	113	159	226
100	173	243	343	486
125	313	441	622	882
150	509	717	1010	1430
200	1100	1540	2180	3040
250	1990	2800	3950	5600
300	3230	4550	6420	9110

## Terminologia associada à hidrologia

Antes de tudo, é interessante que você se familiarize com alguns termos utilizados nos estudos hidrológicos que se tornam fundamentais para a compreensão das etapas subsequentes. A norma apresenta as definições a seguir (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989):

- **Altura pluviométrica:** volume de água precipitada por unidade de área horizontal (mm). Pode ser entendido também como a altura de água de chuva que se acumula, após um certo tempo, sobre uma superfície horizontal impermeável.

# HIDRÁULICA

- **Intensidade pluviométrica:** altura pluviométrica por unidade de tempo (mm/h).
- **Duração de precipitação:** intervalo de tempo que determina a intensidade pluviométrica (min).
- **Período de retorno (ou de recorrência):** número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade é igualada ou ultrapassada uma vez (anos).
- **Área de contribuição:** soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação (m<sup>2</sup>).
- **Tempo de concentração:** intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda a área de contribuição passa a contribuir para determinada seção transversal de um condutor ou calha.
- **Vazão de projeto:** vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

Em termos de projeto, há algumas exigências a serem obedecidas. Assim, as instalações de drenagem de águas pluviais devem, conforme estipulado na norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989):

- Recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanques;
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidos;
- Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- Não provocar ruídos excessivos;
- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

# HIDRÁULICA

Não é permitido lançar as águas pluviais em redes de esgoto usadas apenas para águas residuárias (despejos, líquidos domésticos ou industriais). As instalações prediais de águas pluviais têm como função, exclusivamente, o recolhimento e a condução das águas pluviais, não sendo aceitas quaisquer interligações com outras instalações prediais.



## Cálculo da vazão de projeto

Para o cálculo da vazão de projeto, você vai utilizar a seguinte fórmula:

$$Q = I \cdot 60 \times A$$

Onde:

Q = vazão de projeto (L/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h); A = área de contribuição (m<sup>2</sup>).

A fim de determinar a intensidade pluviométrica (I), para fins de projeto, você deve fixar valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno. São tomados como base os dados pluviométricos locais.

O período de retorno tem de ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo:

T = 1 ano para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos para coberturas e áreas onde empoçamentos não possam ser tolerados.

# HIDRÁULICA

A duração da precipitação precisa ser fixada em  $t = 5$  min. A partir destes dados, e conhecendo o local em que o projeto será implantado, você deve procurar dados de estações pluviométricas próximas para uma correlação. Veja na Tabela 1 uma parte da tabela 5 da ABNT NBR 10844:1989 que apresenta alguns dados de intensidade pluviométrica das principais instalações no País.

**Tabela 1.** Trecho da tabela 5 da ABNT NBR 10844:1989 com dados de intensidade pluviométrica das principais instalações do Brasil.

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313(17)
2 - Alto Itaipua/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267(21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137 (3)	.

Para locais que não tenham sido mencionados na tabela da norma (uma vez que ela foi lançada já há alguns anos), você terá de buscar outras fontes de dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

## Determinação da área de contribuição

No cálculo da área de contribuição, você precisará considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptam a água de chuva que também deve ser drenada pela cobertura. Veja a seguir na Figura 2 as fórmulas sugeridas pela norma para a área equivalente.

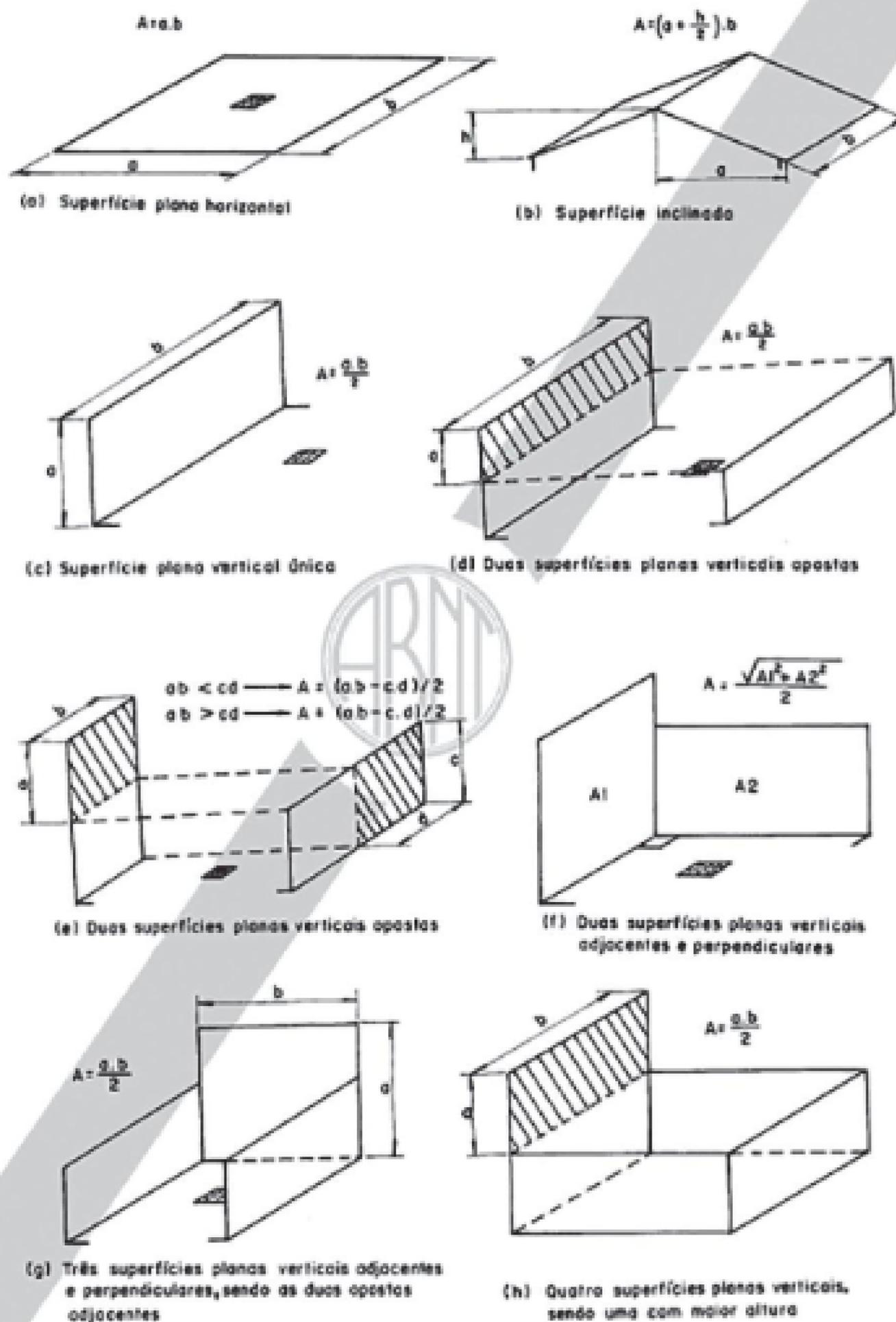


Figura 2. Fórmulas para o cálculo da área equivalente.

# HIDRÁULICA

Assim, o projetista deve buscar identificar qual é a imagem que representa a cobertura a ser projetada para, uma vez munido das dimensões de projeto, calcular a área equivalente

## **Coberturas horizontais de laje**

Projete as coberturas horizontais de laje a fim de evitar empoçamentos, exceto aquele tipo de acumulação temporária de água, durante tempestades, que é permitido onde a cobertura for especialmente projetada para ser impermeável sob certas condições.

As superfícies horizontais de laje devem ter declividade mínima de 0,5%, de modo que garanta o escoamento das águas pluviais até os pontos de drenagem previstos. A drenagem precisa ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução.

## **CONCLUINDO A UNIDADE**

A captação das águas pluviais tem por finalidade permitir o melhor escoamento, evitando alagamento, erosão do solo e outros problemas. A água da chuva causa danos à durabilidade e aparência das construções e, por isso, deve ser coletada e transportada em rede pública de drenagem pelo trajeto mais curto e no menor tempo possível.

No Brasil utiliza-se o sistema separador absoluto, em que a rede de esgoto sanitário é separada da rede de águas pluviais, uma vez que as vazões pluviais são superiores às dos esgotos sanitários. Sendo assim, os condutores de águas pluviais não podem ser usados para receber os efluentes de esgotos sanitários. Da mesma maneira, os condutos de instalação predial de esgoto sanitário não podem ser aproveitados para a condução de águas pluviais.

Quando necessário, subdivida a cobertura em áreas menores, com caimentos de orientações diferentes, para evitar grandes percursos de água. Os trechos da linha perimetral da cobertura e das eventuais aberturas na cobertura (escadas, claraboias etc.) que possam receber água, em virtude do caimento, têm de ser dotados de platibanda ou calha.

# HIDRÁULICA

## DICA DO PROFESSOR

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/138266/000989447.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## SAIBA MAIS

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34415/000789745.pdf?sequence=1>**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) A altura pluviométrica é:

- A) altura que a água cai sobre as residências.
- B) Altura de água que acumula em uma superfície sem escoamento adequado.
- C) Volume de água precipitada por unidade de área (mm).
- D) Quantidade de água que cai em um determinado tempo (mm/h).
- E) Comprimento do conduto vertical.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** Número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade é igualada ou ultrapassada uma vez (anos). Este é o conceito de:

- A) Intensidade pluviométrica.
- B) Duração de precipitação.
- C) Período de retorno (ou de recorrência).
- D) Tempo de concentração.
- E) Vazão de projeto.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Na fórmula da vazão de projeto ( $Q=(I*A)/60$ ), I representa:

- A) A inclinação do telhado
- B) Intensidade pluviométrica.
- C) Tempo de retorno.
- D) Área de contribuição.
- E) Condição meteorológica do local.

SEU GABARITO

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - Sobre a área de contribuição de um telhado, assinale a alternativa CORRETA:

- A) É a projeção vertical das áreas em planta.
- B) Não leva em conta platibandas e superfícies horizontais.
- C) O projetista deve comparar a tipologia do telhado com as figuras na norma, buscando adequar o projeto às fórmulas apresentadas para auxiliar no cálculo.
- D) As áreas verticais são somadas diretamente com as horizontais.
- E) Independe da inclinação da cobertura.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5- A norma NBR 10.844: instalações prediais de águas pluviais aborda:

- a) Dimensionamento de bocas-de-lobo e galerias.
- b) Detalhamento de qualidade e materiais utilizados nas tubulações de águas pluviais.
- c) Padronização do diâmetro dos tubos de PVC a serem utilizados.
- d) Detalhes a respeito dos materiais utilizados nas coberturas.
- e) Exigências e critérios necessários aos projetos de instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9814:1987. Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.*

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844:1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.*

# GABARITOS

1- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Pode ser entendido também como a altura de água de chuva que se acumula, após um certo tempo, sobre uma superfície horizontal impermeável.

2- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Período de retorno (ou de recorrência): número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade é igualada ou ultrapassada uma vez (anos).

3- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: Correto. Com sua unidade em mm/h.

4- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O projeto deve ser comparado com as instruções da norma para facilitar o cálculo da área total de contribuição.

5- Gabarito: E

Justificativa do gabarito: Esse é o objetivo principal do documento, como é descrito na própria norma.

# HIDRÁULICA

*ÁGUA FRIA: PERDAS DE CARGA E DIMENSIONAMENTO DE BARRILETES, COLUNAS, RAMAIS, SUB-RAMAIS E VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO*



AUTOR

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total, não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com a pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação aumentando o diâmetro e recalculando novamente até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente do barrilete ao ponto de utilização.

Bons estudos.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Calcular a perda de carga em diferentes partes do sistema de distribuição predial;
- Dimensionar o barrilete, a coluna, o ramal e o sub-ramal;
- Analisar o funcionamento do sistema total de distribuição.

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total, não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com a pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação aumentando o diâmetro e recalculando novamente até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente do barrilete ao ponto de utilização.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 4

## Introdução

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação, aumentando o diâmetro e recalculando novamente, até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta unidade de aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente, desde o barrilete até o ramal, o ponto de utilização.

## Perdas de carga

Quando um líquido escoar entre dois pontos no interior de um tubo, ocorrerá sempre uma perda de energia, denominada **perda de carga**. Esta perda de energia deve-se, principalmente, ao atrito do fluido com a parede interna do tubo. Essa perda de energia existe tanto em tubulações quanto em canais. O foco deste capítulo são as tubulações trabalhando sob pressão, como é o caso de todas as tubulações que compõem o sistema de distribuição predial de água fria. As perdas são diferenciadas em:

- **Perdas de carga localizadas:** causadas pela presença de singularidade, como uma mudança de direção, um registro, uma redução ou ampliação etc. Nesses pontos, o líquido escoando perde mais energia do que em trechos retos.
- **Perdas de carga distribuídas ou contínuas:** são as perdas de carga causadas pelo atrito do fluido com as paredes da tubulação em todo o comprimento.

Para facilitar o cálculo de perdas de carga localizadas, é utilizado o método dos comprimentos equivalentes em metros de canalização por tipo de material. É como se a perda de carga causada por uma peça fosse convertida no comprimento linear necessário para causar a mesma perda. Verifique a Tabela 1 a seguir, que mostra os comprimentos equivalentes para uma tubulação de PVC rígido.

# HIDRÁULICA

**Tabela 1.** Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido.

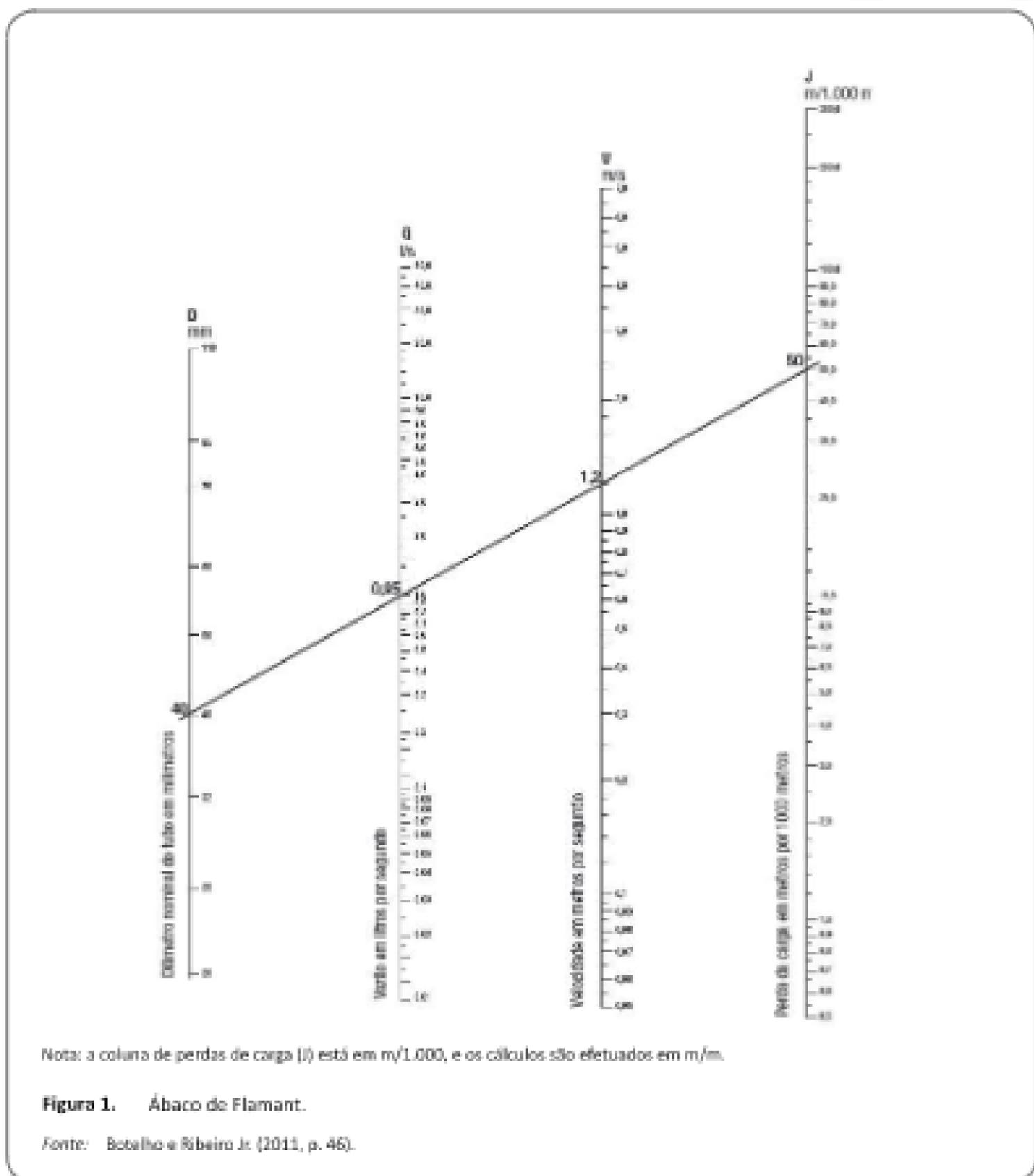
		diâmetros								
DN (mm)		20	25	32	40	50	60	75	85	110
Ref. pol.		10	14	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Junção 90°		1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
Junção 45°		0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9
Curva 90°		0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Curva 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
TE 90° passagem direta		0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
TE 90° saída de lado		2,2	2,4	3,1	4,5	7,2	7,6	7,8	8,0	8,2
TE 90° saída lateral		2,2	2,4	3,1	4,5	7,2	7,6	7,8	8,0	8,2
Entrada normal		0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2
Entrada de borda		0,9	1,0	1,2	1,8	2,8	2,8	3,3	3,7	4,0
Saída de canalização		0,8	0,9	1,2	1,4	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
Válvula de pé e cruz		8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,9	28,8	28,6
Válvula retenção tipo levo		2,5	2,7	3,8	4,9	6,6	7,1	8,2	9,3	10,4
Válvula retenção pesado		3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	15,9
Registo glêbo aberto		11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,9	40,0	42,9
Registo porta aberto		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
Registo lapão aberto		0,9	0,1	0,4	10,5	17,9	18,5	19,9	20,0	22,1

Fonte: Bonello e Ribeiro Jr. (2011, p. 33).

# HIDRÁULICA

A **perda de carga linear** é dada em **metros por metro (m/m)**, e a **perda de carga total** é dada em **metros de coluna de água (m.c.a)**. Essa perda pode variar em função do tipo de material, da temperatura do fluido, da velocidade da tubulação, entre outros fatores. Para facilitar a verificação, aqui você vai usar ábacos, como o ábaco de Flamant, que apresenta a perda de carga (em m/m) e a velocidade (em m/s) em função do diâmetro e da vazão total do sistema.

O dimensionamento é feito de trecho a trecho. Para usar o ábaco, você precisa de informações como a vazão total escoando por aquele trecho. Essa vazão é obtida por meio dos pesos acumulados das peças de utilização. Você também vai precisar do diâmetro, obtido pela soma dos pesos de utilização. O diâmetro pode ser aumentado caso a verificação apresente problemas com a falta de pressão.

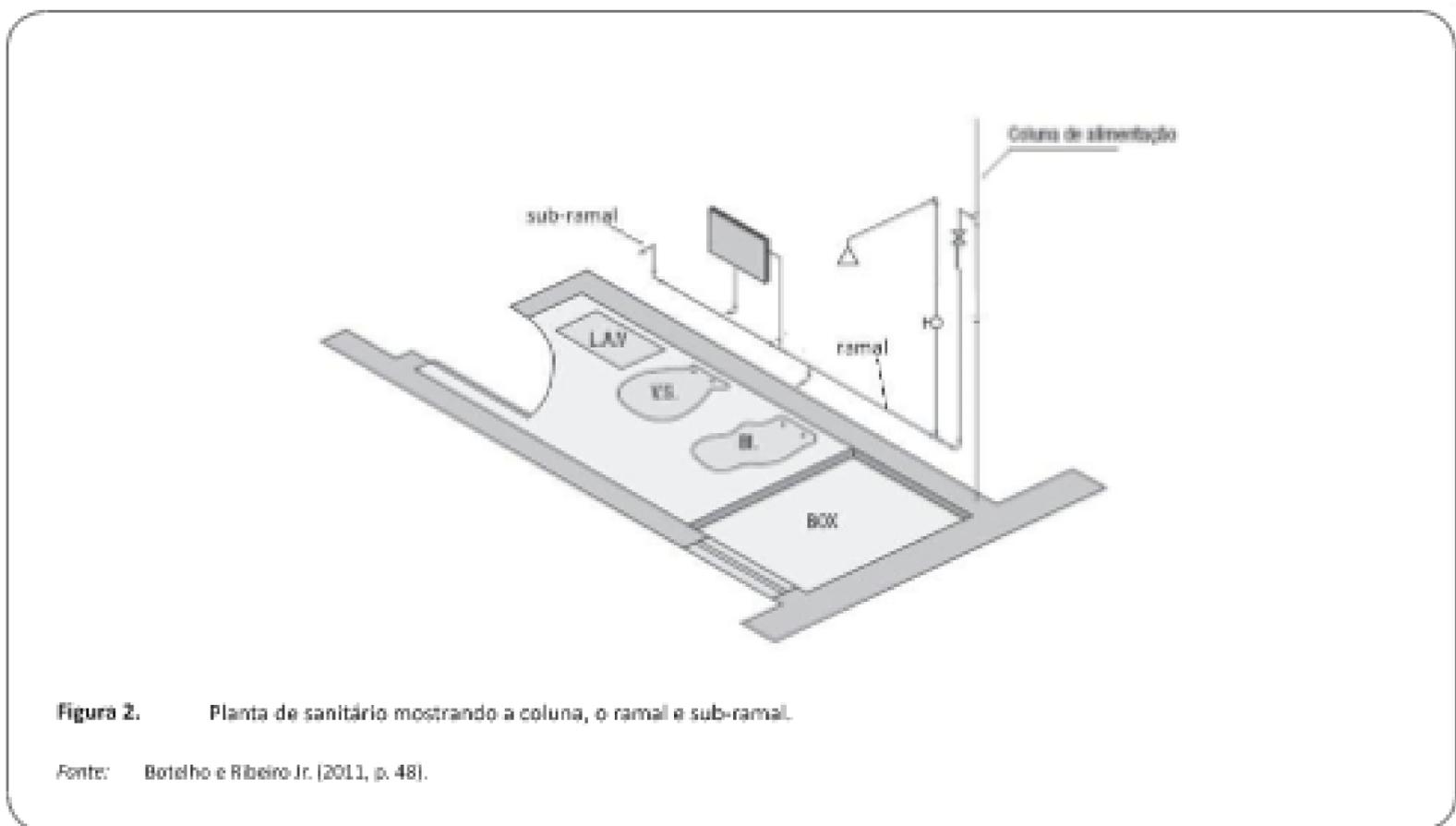


# HIDRÁULICA

No ábaco apresentado, está destacado um exemplo para uma vazão de 0,95 l/s e diâmetro de 40 mm (1 ¼"). Para encontrar a perda de carga em m/m e a velocidade na tubulação, basta traçar uma linha reta unindo o ponto do diâmetro com o ponto da vazão e estender cortando os eixos da velocidade e da perda de carga. No gráfico, é possível encontrar a velocidade de 1,2 m/s e uma perda de carga de 50m/1000 m, que equivale a uma perda de 0,05m/m.

Você vai acompanhar a seguir o procedimento de dimensionamento de um sub-ramal, de um ramal, de uma coluna e, por fim, de um barrilete que é ligado ao reservatório.

Para exemplificar, a Figura 2 a seguir mostra a coluna, o ramal e os sub-ramais de um banheiro. A coluna é ligada na parte superior ao barrilete.



## Sub-ramais

Cada uma das peças de utilização possui um diâmetro mínimo predeterminado para funcionar adequadamente. A Tabela 2 a seguir mostra os diâmetros mínimos dos sub-ramais para os principais aparelhos. Alguns aparelhos possuem a predeterminação do diâmetro mínimo pelo fabricante.

# HIDRÁULICA

**Tabela 2.** Diâmetros mínimos dos sub-ramais.

Peças de utilização	Diâmetro	
	DN (mm)	Ref. (pol)
Aquecedor de alta pressão	20	¾
Aquecedor de baixa pressão	25	¾
Banheira	20	¾
Bebedouro	20	¾
Bidê	20	¾
Caixa de descarga	20	¾
Filtro de pressão	20	¾
Lavatório	20	¾
Máquina de lavar pratos ou roupas	25	¾
Mictório autoaspirante	32	1
Mictório não aspirante	20	¾
Pia de cozinha	20	¾
Tanque de despejo ou de lavar roupas	25	¾
Válvula de descarga	40*	1 ¾

\* Quando a pressão estática de alimentação for inferior a 30 kPa (3 mca), recomenda-se instalar a válvula de descarga em sub-ramal com diâmetro nominal de 50 mm (1 1/2 ").

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 48).

# HIDRÁULICA

## Ramal

Ramal é a tubulação que sai da coluna de distribuição e alimenta os sub-ramais. Veja agora alguns cuidados que você precisa ter com o dimensionamento do ramal:

- Deve ser feito trecho a trecho;
- Deve possuir um registro na saída da coluna para que possa ser interrompido o fluxo do ramal quando necessário (isolar o ramal);
- Aconselha-se não ligar pavimentos diferentes para evitar transposição de elementos estruturais;
- Sempre evitar ramais longos que necessitem de transposição de obstáculos, como elementos estruturais, esquadrias;
- Não ligar a válvula de descarga no mesmo ramal que abastece os demais aparelhos.

O dimensionamento do ramal pode ser feito de duas formas: considerando o **consumo máximo possível** ou considerando o **consumo máximo provável**. No entanto, o cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização após a verificação das pressões.

O método do consumo máximo possível é adotado em casos onde ocorre a utilização simultânea de aparelhos, por exemplo, em vestiários ou banheiros públicos. Para o dimensionamento por esse método, utiliza-se como referência a tubulação de 20 mm (1/2"), a partir da qual todos os demais diâmetros são referidos, sendo apresentados com seções equivalentes. A Tabela 3 a seguir mostra as seções equivalentes.

**Tabela 3.** Diâmetros mínimos dos sub-ramais.

Seções equivalentes		
Diâmetros em polegadas	Diâmetros DN (mm)	Número de tubos de 20 mm, com a mesma capacidade
½	20	1
¾	25	2,9
1	32	6,2
1 ¼	40	10,9
1 ½	50	17,4
2	60	37,8
2 ¼	75	65,5
3	85	110,5
4	110	189

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 50).

Utilizando essa tabela, o primeiro passo é definir o diâmetro dos sub-ramais e verificar a equivalência desse sub-ramal na tabela. Essas equivalências serão acumuladas para cada trecho e, ao final, adota-se uma tubulação que seja equivalente à quantidade resultante de tubulações de 20 mm. A utilização dessa metodologia não é recomendada em uma residência normal, pois resultaria em um sistema superdimensionado.

O método do consumo máximo provável é aconselhado em residências, já que a probabilidade de utilização de todos os pontos ao mesmo tempo é muito pequena. Esse método considera os pesos das peças de utilização mostrados a seguir, acumulando-se trecho a trecho; com o auxílio de nomogramas, são encontrados os diâmetros e as vazões totais.

**Tabela 4.** Pesos das peças de utilização.

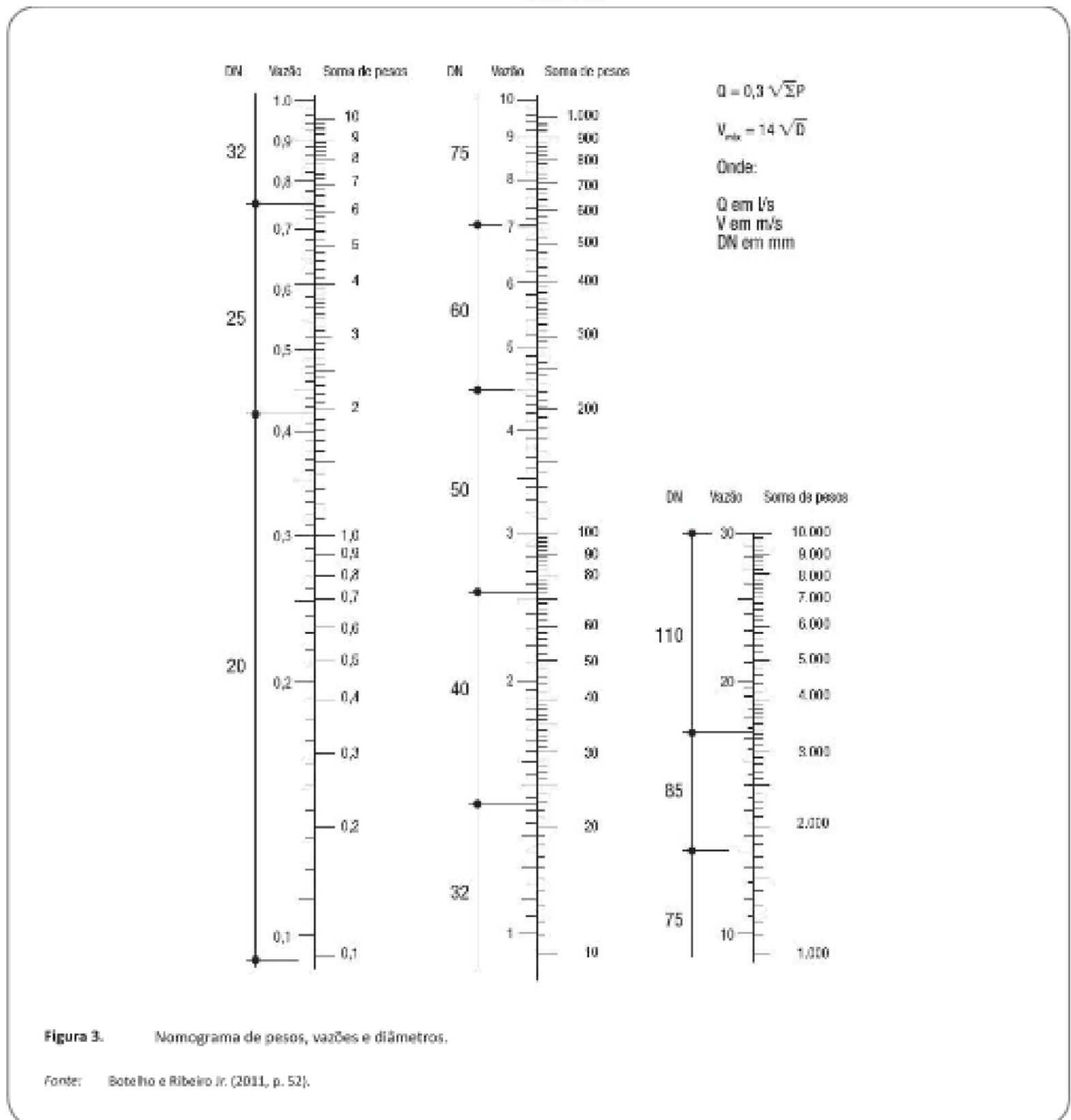
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3

Tabela 4. Pesos das peças de utilização.

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15(*)	0,3
Pla		Torneira ou misturador (água fria )	0,25	0,7
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

(\*) por metro de calha.

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 54).



## Coluna de alimentação

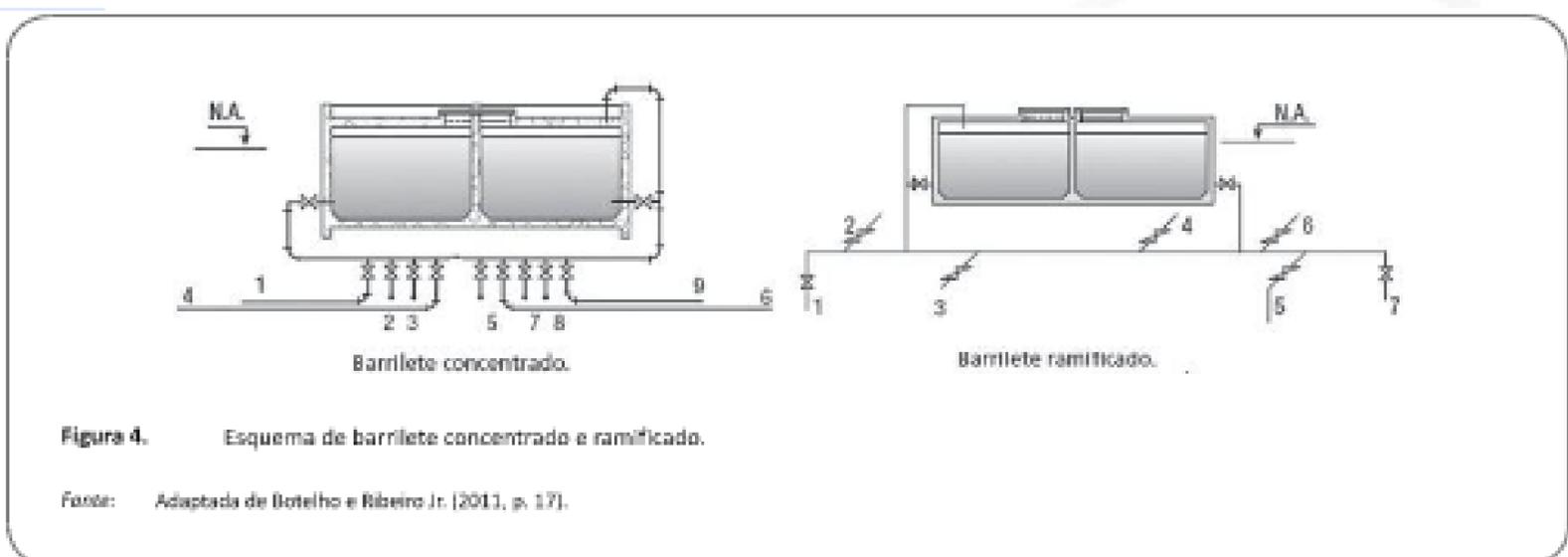
O dimensionamento da coluna de alimentação é feito também trecho a trecho, da mesma maneira que os ramais, e pela mesma metodologia do acúmulo de pesos e utilização do nomograma. O cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização. Alguns cuidados têm de ser tomados no dimensionamento:

- Cada coluna deve possuir um registro posicionado a montante do primeiro ramal;
- Uma coluna específica tem de ser usada para a válvula de descarga;
- As colunas que abastecem as válvulas de descarga precisam ter colunas de ventilação.

# HIDRÁULICA

## Barrilete

O dimensionamento do barrilete é feito também trecho a trecho, da mesma maneira que os ramais e as colunas, e pela mesma metodologia do acúmulo de pesos e utilização do nomograma. O cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização. Existem dois tipos de barriletes, o concentrado e o ramificado, que devem ser adotados conforme as características do local.



Veja a seguir alguns cuidados a serem seguidos no dimensionamento do barrilete:

- O tipo de barrilete deve ser escolhido conforme o espaço disponível e a preferência;
- O barrilete precisa ser desenvolvido para atender adequadamente as colunas;
- Os registros das colunas têm de ser distribuídos de modo a permitir a flexibilidade na sua operação.

## Verificação das condições de funcionamento das tubulações

Uma vez calculados os diâmetros do sub-ramal até o barrilete, é necessário verificar as condições de funcionamento da instalação, ou seja, verificar as pressões nos pontos de utilização, que precisam estar de acordo com a ABNT NBR 5626:1998.

Conforme a norma ABNT NBR 5626:1998, as tubulações têm de ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s. A norma coloca ainda que a **pressão dinâmica (com escoamento)** em qualquer ponto da rede **não deve ser inferior a 0,5 m.c.a.**, e, em **condições estáticas (sem escoamento)**, a pressão **não** deve ser **superior a 40 m.c.a.**

# HIDRÁULICA

Dependendo das características da edificação, variam os pontos críticos a serem observados:

- a) Residências: O ponto crítico é a pressão mínima no ponto mais desfavorável, que geralmente é o chuveiro. Não é necessária a verificação de pressão máxima.
- b) Edifícios com vários pavimentos: Além de pontos críticos de pressão mínima no chuveiro de andares superiores, é preciso considerar pressões máximas, que podem exceder valores limitados por norma.

Após a escolha dos diâmetros, é preciso então calcular a perda de carga trecho a trecho, do ponto considerado até o reservatório, bem como a pressão disponível no ponto considerado. Os procedimentos e cálculos vistos até o momento são resumidos em tabelas, que facilitam a interpretação.

Se a pressão não é suficiente em um dos pontos analisados, deve-se aumentar o diâmetro do ramal (ou da coluna) até que a pressão seja suficiente.

## CONCLUINDO A UNIDADE

O não cumprimento das orientações básicas estabelecidas por norma é muito comum na construção de um sistema de abastecimento predial, principalmente em pequenas edificações, em que o proprietário acha desnecessária a contratação de um profissional capacitado. Muitas vezes, dependendo do posicionamento e do comprimento da tubulação, existe uma maior perda de carga no caminho, fazendo com que a pressão dinâmica, no momento em que a torneira é aberta, não seja suficiente para funcionar adequadamente. No capítulo *Água Fria: Perdas de carga e dimensionamento de barriletes, colunas, ramais, sub-ramais e verificação de funcionamento* inicie seus estudos em Perdas de carga e siga lendo até a verificação das condições de funcionamento das tubulações.

## DICA DO PROFESSOR

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**<http://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula3/aula3.htm>**

# HIDRÁULICA

## SAIBA MAIS

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**<https://www.proacustica.org.br/assets/files/Artigos/As%20normas%20ABNT%20NBR%2015575.pdf>**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) O cálculo exato da perda da carga nas tubulações é essencial para um correto dimensionamento do sistema de distribuição de água fria. Sobre perda de carga é correto afirmar:

- A) A perda de carga de interesse é a perda contínua.
- B) A perda de carga de um sistema é a soma entre a perda de carga distribuída e a perda de carga localizada.
- C) O diâmetro não influencia no cálculo da perda de carga.
- D) Comprimentos equivalentes são os comprimentos reais das tubulações do sistema.
- E) O cálculo da perda de carga não precisa ser feito trecho a trecho, basta as informações de cota do reservatório e do ponto de interesse.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** O dimensionamento do sistema de distribuição deve considerar:

- A) Para o cálculo do ramal, apenas a peça de maior vazão.
- B) O sub-ramal tem diâmetro fixado por norma e não deve ser modificado.
- C) Em um edifício, o ponto crítico é apenas os andares superiores próximos ao reservatório.
- D) O dimensionamento do barrilete é feito pelo mesmo método dos ramais e dicas de colunas de distribuição.
- E) Pequenas residências não possuem pontos críticos em relação à pressão por possuírem menor altura.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Após o cálculo do diâmetro das tubulações dos sub-ramais, dos ramais, das colunas e do barrilete, é necessário verificar as condições de funcionamento para garantir pressão adequada em todos os pontos. Sobre as condições de funcionamento é correto afirmar:

- A) A pressão dinâmica mínima em todas as peças de utilização é de 0,5 m.c.a.
- B) Se a pressão não for suficiente no ponto de utilização do chuveiro a única alternativa é aumentar a diferença de altura entre o chuveiro e o reservatório.
- C) Em um sistema, os pontos críticos em relação à pressão são os pontos mais próximos do reservatório apenas, já que os demais possuem pressão acima da mínima.
- D) Se a pressão mínima em chuveiro com o sub-ramal de 20 mm não for suficiente, pode-se optar por aumentar o diâmetro para 25 mm, diminuindo a perda de carga e fazer outra verificação.
- E) As pressões mínimas não são limitadas, apenas as máximas, que podem causar danos à tubulação e aparelhos.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - O dimensionamento de ramal pode ser feito por dois diferentes métodos. Sobre esses métodos, é correto afirmar:

- A) O método do consumo máximo provável é indicado para o dimensionamento de residências.
- B) O método do consumo máximo possível considera o uso de alguns pontos simultaneamente, mas nunca todos os pontos.
- C) O método do máximo consumo provável é indicado para dimensionamento de banheiros públicos e vestiários.
- D) Os dois métodos podem ser utilizados no dimensionamento de um vestiário sem prejuízo à utilização destes.
- E) O método do consumo máximo provável tende a superdimensionar a tubulação em relação ao outro método.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5- A instalação predial de água fria deve ser dimensionada de forma que:

- a) Em qualquer ponto da rede predial de distribuição a pressão da água, em condições dinâmicas, não deva ser inferior a 15 kPa (1,5 mca).
- b) No dimensionamento da tubulação entre a rede pública de abastecimento e o reservatório predial, a velocidade não seja superior a 2,0 m/s.
- c) Em qualquer ponto da rede em condições estáticas a pressão não deve ser superior a 40 m.c.a.
- d) No dimensionamento da rede de distribuição predial, a velocidade não seja superior a 3,5 m/s.
- e) A vazão seja calculada segundo o consumo per capita multiplicado pelo número de habitantes.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9814:1987. Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.*

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844:1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.*

# GABARITOS

1- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: Deve-se considerar as perdas causadas pelo atrito do escoamento com a tubulação além das perdas causadas pela presença de singularidades.

2- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: É pelo mesmo método dos pesos das peças de utilização.

3- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: Ao diminuir para 25 mm, a pressão dinâmica mínima passa a ser menor e as perdas são menores com tubulação de maior diâmetro.

4- Gabarito: A

Justificativa do gabarito: Este é o método mais adequado.

5- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Por questões de segurança, a pressão máxima é limitada por norma.

# HIDRÁULICA

## *O PROJETO HIDROSSANITÁRIO*



AUTOR

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

Seja bem-vindo!

Segundo a NBR 13531 (ABNT, 1995), as instalações prediais consistem no “conjunto de componentes construtivos definidos em conformidade com princípios e técnicas específicos da arquitetura e da engenharia para, ao integrar a edificação, desempenhar, em níveis adequados, determinadas funções (ou serviços) de condução de energia, gases, líquidos e sólidos.” As instalações hidráulicas e sanitárias compreendem os sistemas prediais de coleta de esgoto, suprimento de água fria e quente e coleta de águas pluviais. Para cada um deles há uma série de normatizações que regulam tanto a concepção dos projetos, quanto às especificações de materiais, aparelhos e procedimentos executivos.

No capítulo O projeto de instalação hidrossanitária, da obra Projeto de Instalações Hidrossanitárias, que é base teórica desta Unidade de Aprendizagem, você vai saber mais sobre o assunto.

Segundo a NBR 13531 (ABNT, 1995), as instalações prediais consistem no “conjunto de componentes construtivos definidos em conformidade com princípios e técnicas específicos da arquitetura e da engenharia para, ao integrar a edificação, desempenhar, em níveis adequados, determinadas funções (ou serviços) de condução de energia, gases, líquidos e sólidos.” As instalações hidráulicas e sanitárias compreendem os sistemas prediais de coleta de esgoto, suprimento de água fria e quente e coleta de águas pluviais. Para cada um deles, há uma série de normatizações que regulam tanto a concepção dos projetos quanto as especificações de materiais, aparelhos e procedimentos executivos.

No capítulo **O projeto de instalação hidrossanitária**, da obra *Projeto de Instalações Hidrossanitárias*, que é base teórica desta Unidade de Aprendizagem, você vai saber mais sobre o assunto.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 5

## Introdução

Para garantir o correto funcionamento e a durabilidade do sistema hidrossanitário do imóvel, é necessário, além de investir em materiais de qualidade, cuidados no projeto, uma vez que, se o projeto hidrossanitário não for bem feito, podem aparecer problemas quando, de fato, o sistema começar a ser utilizado.

Basicamente, em um projeto hidrossanitário, devem constar os detalhes de todos os subsistemas que compõem a parte hidráulica do imóvel, como as tubulações de água fria, água quente, esgoto, água pluvial e reuso de água. Existe um padrão básico, sendo este: plantas baixas, detalhes de esgoto, isométricos de água, esquemas verticais de água e esgoto e detalhes específicos.

Neste capítulo, você conhecerá a disposição dos elementos em um projeto hidrossanitário. Além disso, identificará os tipos de plantas baixas, bem como aprenderá como os histogramas podem auxiliar na organização de projetos hidrossanitários.

## Disposição dos elementos de projeto de instalação hidrossanitária

Segundo Macintyre (2017), um projeto de instalação hidrossanitária é composto pelas redes hidráulicas, destacando água fria, água quente e alimentação (abastecimentos dos reservatórios), assim como as redes sanitárias, entre elas esgoto, ventilação e rede pluvial. Uma das diferenças entre as redes hidráulicas e as sanitárias é o fato de que as redes hidráulicas funcionam sobre a ação de pressões, proporcionando o abastecimento dos pontos hidráulicos, ao passo que, nas redes sanitárias, o escoamento é livre, ocorrendo pela ação da gravidade, dependendo, assim, totalmente da declividade dos condutos (SILVA, 2019).

# HIDRÁULICA

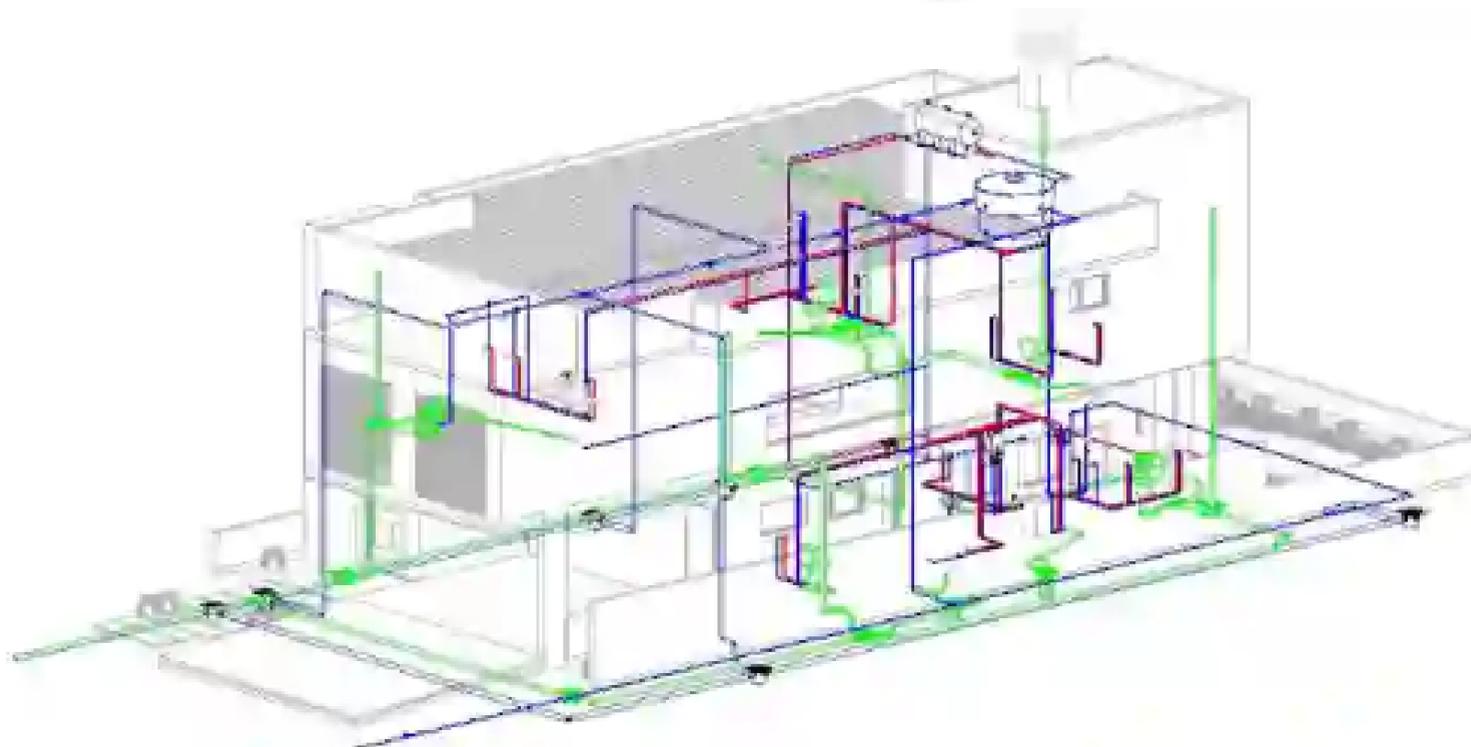


Imagem 1 - Modelo de projeto hidrossanitário

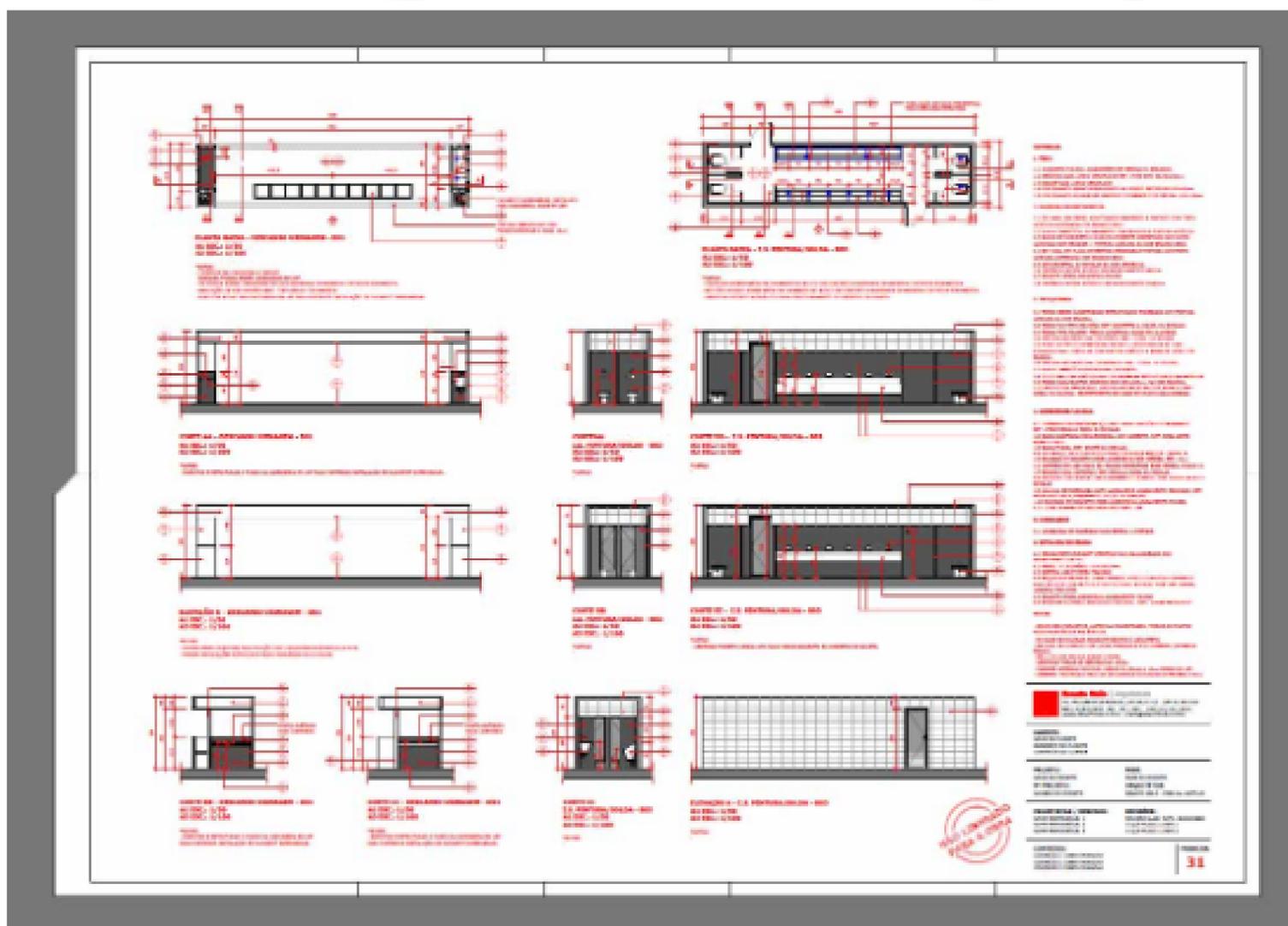


Imagem 2 - Modelo de projeto

# HIDRÁULICA

É fundamental que o projeto hidrossanitário respeite e esteja de acordo com as legislações vigentes, principalmente quanto ao dimensionamento do sistema. Essas legislações são regidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), podendo-se citar como exemplo as listadas a seguir.

- **NBR 10844/1989:** fixa as exigências necessárias aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.
- **NBR 7198/1993:** fixa as condições técnicas mínimas quanto à higiene, à segurança, à economia e ao conforto dos usuários pelas quais devem ser projetadas e executadas as instalações prediais de água quente.
- **NBR 8160/1999:** estabelece as exigências e as recomendações relativas ao projeto, à execução, ao ensaio e à manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário, para atenderem às exigências mínimas quanto à higiene, à segurança e ao conforto dos usuários, tendo em vista a qualidade desses sistemas.
- **NBR 5626/1998:** estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, à execução e à manutenção da instalação predial de água fria.

De acordo com Creder (2017), para a elaboração completa do projeto das instalações prediais de esgotos sanitários, são necessários:

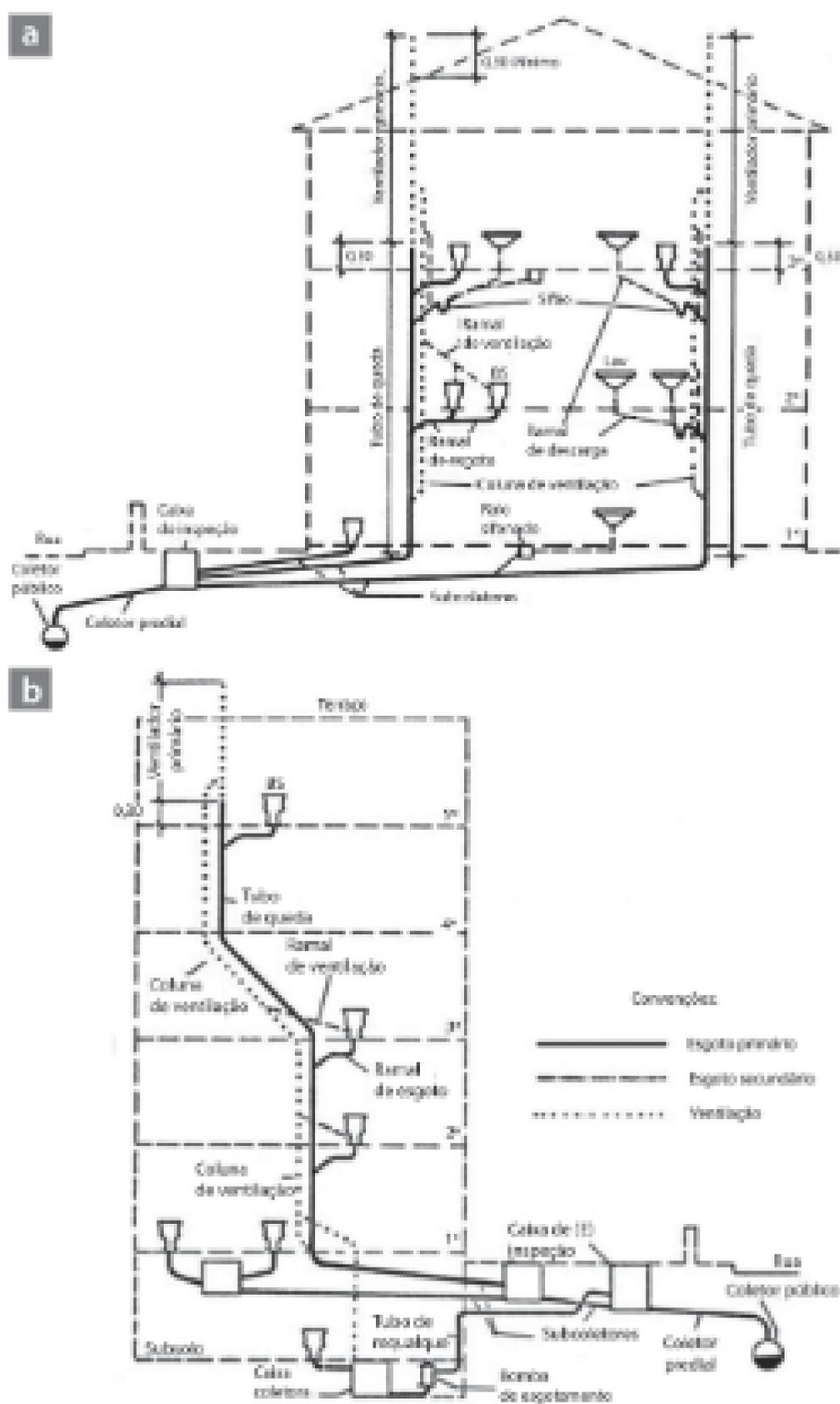
- definição completa dos elementos do projeto de arquitetura do edifício, plantas na escala 1:50, cortes e fachadas;
- definição completa dos projetos de estruturas e de fundações com, pelo menos, as plantas de formas;
- definição da possibilidade de ligação da instalação com coletor público: normalmente pela frente do lote; por meio de servidão; não há possibilidade imediata, sendo possível no futuro; não existe essa alternativa;
- definição dos demais projetos de instalação do edifício: água fria, água quente, águas pluviais, combate a incêndios, gás, vapor, vácuo, oxigênio, instalações elétricas, entre outros;
- no caso de impossibilidade temporária ou definitiva de ligação em coletor público, todos os elementos necessários ao projeto da instalação para destino.

Creder (2017) salienta, ainda, que, em relação à localização dos aparelhos, estes devem respeitar a planta de arquitetura, sendo que o instalador normalmente já está ciente de onde estão localizados os diversos aparelhos, o que deve obedecer à funcionalidade, à estética e à economia do projeto. É sempre conveniente agrupar as instalações sanitárias, tanto quanto possível.

# HIDRÁULICA

Existem alguns cuidados que devem ser respeitados, como o fato de as bacias sanitárias, de preferência, ficarem próximas às janelas ou aos basculantes. A melhor posição para o ralo sifonado é em posição central às demais peças, o que nem sempre coincide com a melhor estética. Sempre que possível, deve-se instalar o chuveiro em box próprio, em vez de sobre a banheira, a fim de evitar acidentes, devido a escorregamento; se não for possível, deve-se instalar um meio de o usuário poder se segurar (CREDER, 2017).

A Figura 1, a seguir, apresenta um esquema mostrando os principais elementos que constituem um projeto hidrossanitário em uma residência ou em um edifício com cinco pavimentos.



# HIDRÁULICA

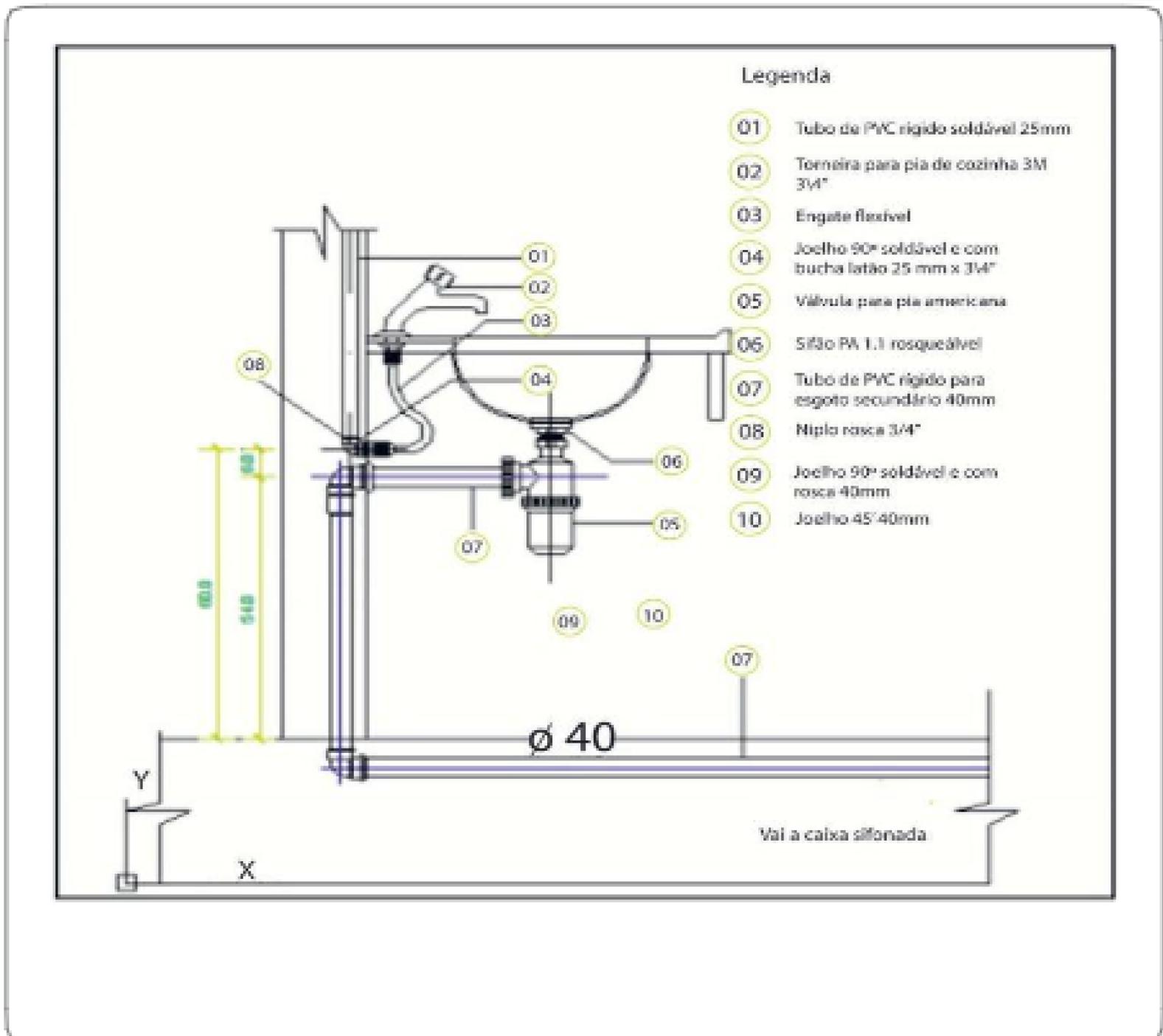
Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015) apresentam as partes que constituem um projeto de instalação hidrossanitária, de **jusante para montante** (Quadro 1). Jusante consiste no fluxo normal da água, de um ponto mais alto para um ponto mais baixo (é o lado para onde se dirige a corrente de água), ao passo que montante é a direção de um ponto mais baixo para o mais alto.

Ligação predial (LP)	Trecho do coletor predial compreendido entre a divisa do terreno e o coletor público.
Caixa de inspeção (CI)	Caixa destinada a permitir inspeção, limpeza e desobstrução de subcoletor e de coletor predial.
Caixa de gordura (CG)	As ligações dos sistemas de esgoto das cozinhas costumam ser dotadas de uma "caixa de gordura", isto é, uma caixa com um septo que só dá passagem à água servida por baixo, retendo grande parte dos óleos e das gorduras e dos materiais que podem aderir às paredes das tubulações, terminando por entupi-las. As caixas de gordura devem ser limpas periodicamente, e sua função é minimizar a ocorrência de entupimentos. A presença de trituradores na pia da cozinha certamente aumentará esse tipo de problema.
Coletor predial (CP)	Tubulação que recebe os efluentes da edificação, compreendida entre a última ligação de subcoletor ou ramal de esgoto e o coletor público ou, na ausência do sistema público, até o destino do esgoto coletado.
Subcoletor (SC)	Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda.
Ramal de ventilação (RV)	Tubo ventilador com extremidade superior ligada a outro tubo ventilador (coluna de ventilação ou ventilador primário).
Tubo ventilador primário (VP)	Prolongamento do tubo de queda acima da ligação do mais alto ramal, para efeito de ventilação.
Coluna de ventilação (CV)	Tubo ventilador vertical que interliga a ventilação (os tubos ventiladores) dos sucessivos andares da edificação.

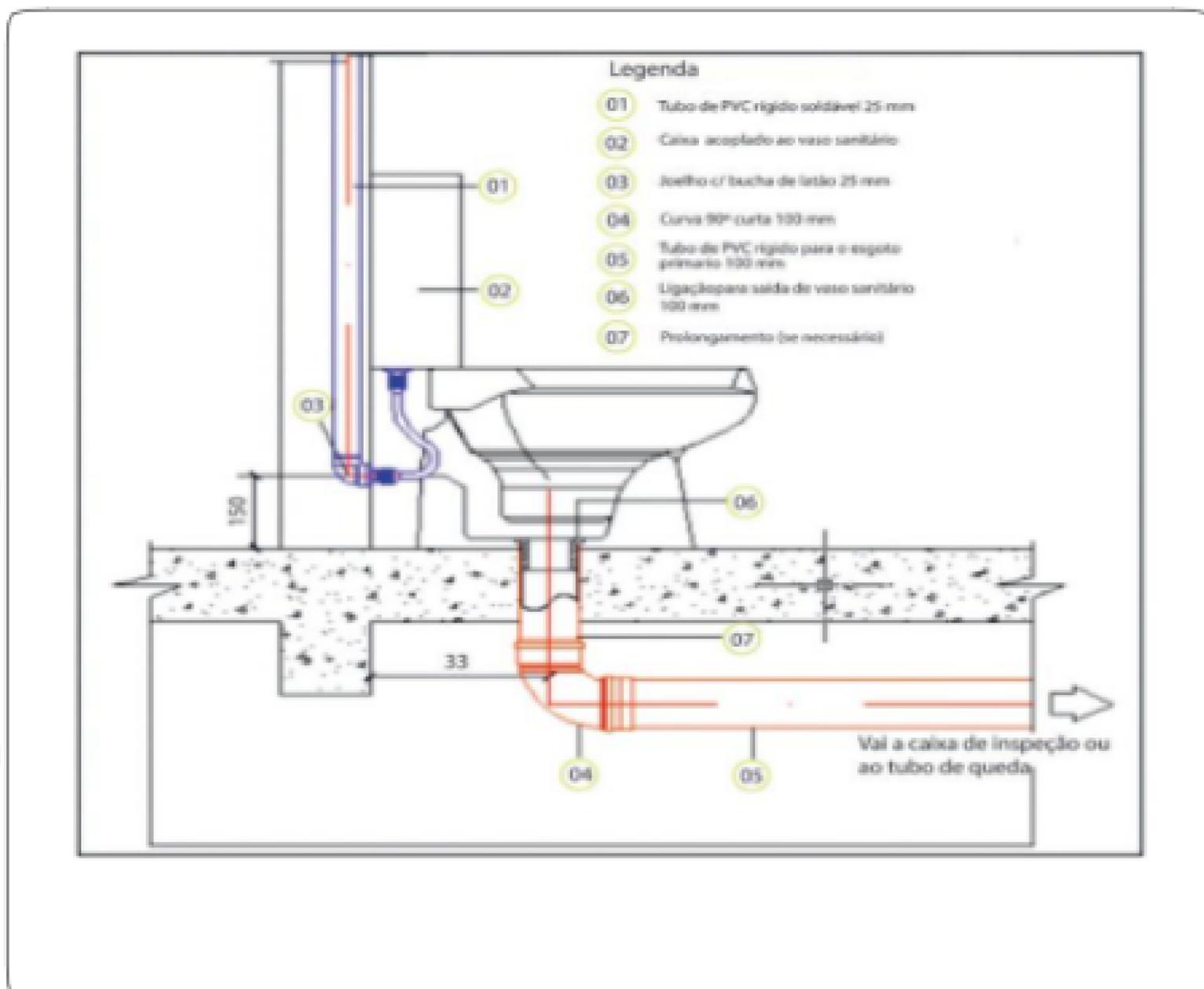
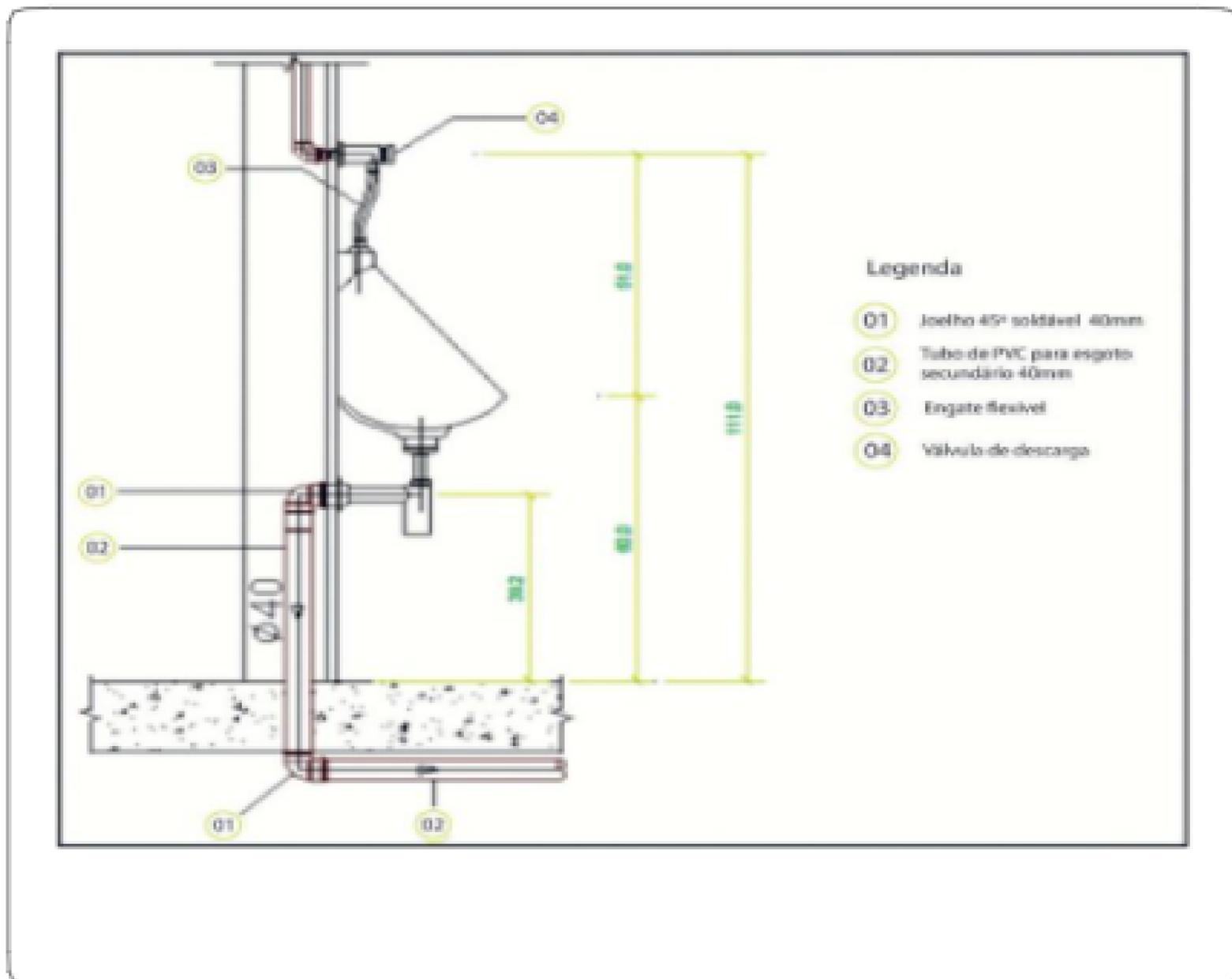
Quadro 1. Partes que constituem um projeto hidrossanitário

Tubo ventilador (TV)	Tubulação ascendente ligada à instalação e com extremidade superior aberta à atmosfera, permitindo a livre circulação do ar nas tubulações, de modo a garantir o escoamento livre nos condutos e impedir a ruptura dos fechos hidráulicos dos desconectores, por pressão positiva ou negativa.
Tubo de queda (TQ)	Tubulação vertical que recebe efluentes de ramais de descarga e ramais de esgoto.
Ramal de esgoto (RE)	Tubulação que recebe efluentes de ramais de descarga e de caixas sifonadas.
Ramal de descarga (RD)	Tubulação que recebe efluentes de aparelhos sanitários e de ralos.
Caixa sifonada (CS)	Ralo dotado de fecho hidráulico que reúne (ou não) ramais de descarga, exceto de vaso sanitário.
Ralo (RA)	Caixa dotada de grelha na parte superior que recebe água de lavagem de pisos ou de chuveiros.
Aparelho sanitário	<p>Aparelho sanitário: dispositivo que recebe dejetos ou água servida com fins higiênicos. Para cada aparelho hidráulico (p. ex., pia, tanque, chuveiro, aparelho sanitário, entre outros), existe uma altura padrão (JÚNIOR, 2017).</p> <p>Mas, atenção, essas alturas não estão regidas em normas, portanto, podem ser modificadas de acordo com o projeto hidráulico da obra em questão. No entanto, normalmente se adotam as seguintes alturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pia de banheiro com torneira saindo da bancada: 0,50 a 0,60 m do piso (Figura 2).</li> <li>■ Pia do banheiro com torneira saindo da parede: 1,10 a 1,20 m do piso.</li> <li>■ Mictórios: aproximadamente 1 m do piso (Figura 3).</li> <li>■ Chuveiro: 2,10 a 2,30 m do piso.</li> <li>■ Registro para chuveiro: 1,30 m do piso.</li> <li>■ Vaso sanitário de caixa acoplada: 0,20 m do piso e 0,15 m deslocado do eixo do vaso (Figura 4).</li> </ul>

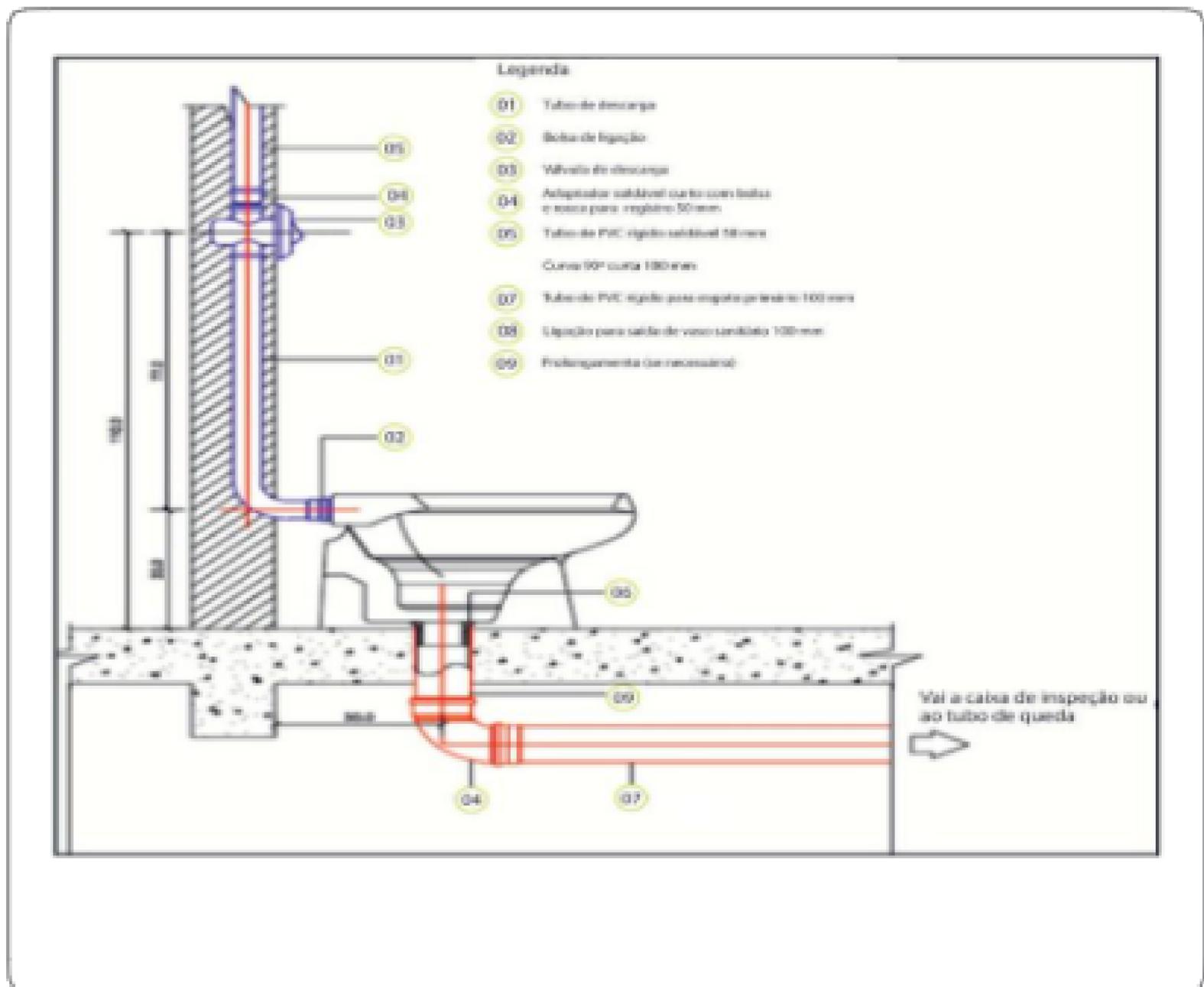
# HIDRÁULICA



# HIDRÁULICA



# HIDRÁULICA



Em relação à instalação predial de águas pluviais, (as quais também constituem os projetos hidrossanitários) Netto e Fernández y Fernandez (2015) mencionam que a instalação é relativamente simples, composta de poucas partes, todas voltadas para a reunião e a condução da chuva que cai, conforme a seguir.

- **Superfícies coletoras:** constituídas de telhados, paredes, coberturas, pisos externos, terraços e similares que interceptam a chuva.
- **Calhas:** canais que recebem a água de telhados e coberturas.
- **Rufos:** elementos embutidos na argamassa de paredes ou platibandas para conduzir a água às calhas, evitando infiltrações.
- **Saídas:** orifícios em calhas, coberturas, terraços e similares, para onde converge a água coletada; quando em paramentos verticais com descarga livre, devem ser dotadas de buzinotes ou de gárgulas, a fim de evitar escorrimento.

# HIDRÁULICA

- **Ralos:** caixas dotadas de grelhas planas ou hemisféricas para onde converge a água coletada em pisos externos ou lajes de cobertura.
- **Condutores:** tubulações verticais e horizontais que recolhem a água das saídas e dos ralos e a conduzem ao ponto de descarga.
- **Cumieiras:** elementos que compõem as arestas superiores de divisores de água, evitando infiltrações, principalmente em telhados.

## CONCLUINDO A UNIDADE

No contexto da engenharia, um projeto hidrossanitário contempla todas as etapas de dimensionamento e cálculos para o funcionamento, conforme as normas, dos elementos hidráulicos de uma construção civil, ou seja, ele constitui-se no dimensionamento, na distribuição e no desenho detalhado das instalações hidráulicas prediais para água fria e quente, além das instalações para esgoto sanitário e coleta das águas pluviais com base nas normas da ABNT. Dentre essas normas, podem ser citadas as NBRs: 10844 - Instalações prediais de águas pluviais; 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução; 5626 - Instalações prediais de água fria; 7198 - Projeto e execução de Instalações prediais de água quente; 6493 - Emprego de cores para identificação de tubulações e cores etc.

## DICA DO PROFESSOR

Para conhecer três dicas importantes que se deve tomar em relação ao projeto hidrossanitário, assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.

**<https://qr.go.page.link/kwJu7>**

## SAIBA MAIS

Para aprender a como realizar a leitura e interpretação de um projeto hidrossanitário básico, assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.

**<https://qr.go.page.link/mLeVR>**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) Um projeto de instalações hidrossanitárias é composto por redes hidráulicas (constituído de água fria e água quente), bem como redes sanitárias (esgoto), ventilação e rede pluvial. Para obras de grande porte, o projeto de proteção contra incêndio também está englobado no projeto de instalação hidrossanitária. Sobre as instalações hidrossanitárias em uma obra de pequeno porte, assinale a afirmativa correta:

A) No projeto de esgotamento, a fossa séptica é aplicada para que as águas servidas convertam totalmente a matéria orgânica em gases.

B) Alterações de percurso e de extensão não afetam o dimensionamento dos tubos de abastecimento de água, desde que não exista alteração de diâmetro.

C) O shaft normalmente é acessível por painéis removíveis ou aberturas que permitem a verificação horizontal do abastecimento de todos os pavimentos do edifício em um só local.

D) Um dos papéis do fecho hídrico do sifão sanitário é barrar a passagem de gases (odores) para o ambiente.

E) É recomendável que se utilize o diâmetro mínimo de 100mm em toda a tubulação para evitar entupimentos.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** As fossas sépticas consistem em alternativas para o tratamento primário, em soluções individuais de esgotamento sanitário. A ABNT NBR 7229:1993 (Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos) define alguns cuidados necessários em relação ao tamanho e ao dimensionamento necessário. Considere as seguintes sentenças:

I - O tanque séptico consiste em uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão, o qual deve respeitar uma distância mínima de 1,50m de construções.

II - O sumidouro é definido como um poço seco escavado no chão, sendo impermeabilizado.

III - O lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais, desde que atendam aos limites de lançamento definidos em lei.

Assinale a alternativa correta:

- A)** Apenas a sentença II está correta.
- B)** As sentenças I e II estão corretas.
- C)** Apenas a sentença I está correta.
- D)** Apenas a sentença III está correta.
- E)** Apenas as sentenças II e III estão corretas.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Em relação ao histograma, considere as seguintes sentenças:

I - Histograma consiste em um gráfico que apresenta a distribuição de frequências de uma variável por meio de retângulos justapostos, feitos sobre as classes dessa variável, sendo que a área de cada retângulo é proporcional à frequência observada da correspondente classe.

II- Histogramas são obrigatórios em todos os projetos civis, sendo, inclusive, exigidos pelos órgãos para liberação do habite-se;

III- Histogramas são recomendáveis apenas em projetos muito grandes ou de grande complexidade.

Assinale a alternativa correta:

- A) Apenas as sentenças I e II estão corretas.
- B) Apenas as sentenças II e III estão corretas.
- C) Apenas a sentença I está correta.
- D) Apenas a sentença III está correta.
- E) Todas as sentenças estão corretas.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - Os profissionais da área civil devem estar atentos às definições e às funções dos mais diversos sistemas e equipamentos, não apenas do projeto hidrossanitário, mas da obra em um todo. Considere os elementos a seguir e os relacione com o conceito correto:

- I- Caixa sifonada (CS)
- II- Subcoletor (SC)
- III- Ramal de descarga (RD)
- IV- Ralo (RA)

- ( ) Tubulação que recebe efluentes dos ramais de esgoto e conduz a um tubo de queda e/ou destes ao coletor predial.
- ( ) Tubulação que recebe diretamente efluentes de aparelhos sanitários, com exceção dos autossifonados, como mictórios, vasos, etc.
- ( ) É pequeno e tem apenas uma saída para conduzir a água.
- ( ) Tem apenas uma saída, mas conta com mais entradas (de 3 a 7). Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- A)** II - III - IV - I.
- B)** IV - II - III - I.
- C)** III - II - I - IV.
- D)** II - I - IV - III.
- E)** III - IV - I - II.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5) É fundamental que o projeto hidrossanitário esteja de acordo com as legislações vigentes a fim de promover, principalmente, a segurança.

De modo geral, um bom projeto hidrossanitário deve ser dimensionado objetivando atender a:

- A) demandas da edificação em um período de, no máximo, 10 anos.
- B) demandas da edificação em um período de até 10-20 anos.
- C) demandas da edificação em um período de até 20-30 anos.
- D) demandas da edificação em um período de até 40-50 anos.
- E) demandas da edificação em um período de mais de 50 anos.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ABNT. NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. A. Instalações hidráulicas prediais: utilizando tubos plásticos. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- CARVALHO JÚNIOR, R. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. 11. ed. São Paulo: Blucher, 2017.
- CASTRO, R.; DINIZ, B. Construção e montagem: histograma de recursos. In: PMKB. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/construcao-e-montagem-histograma-de-recursos/>. Acesso em: 4 set. 2019.
- CONSTRUFÁCILRJ. Como ler plantas hidráulicas e suas simbologias. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://construfacilrj.com.br/como-ler-plantas-hidraulicas/>. Acesso em: 4 set. 2019.
- COUTINHO, T. Histograma: o que é, quais tipos existem e como montar um. In: VOITTO. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-um-histograma>. Acesso em: 4 set. 2019.
- CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1985.
- MACINTYRE, A. J. Instalações hidráulicas: prediais e industriais. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- NETTO, J. M de. A.; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. Manual de hidráulica. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- REIS, A. C. R. Instalações prediais de esgoto doméstico. Goiânia: [S. n.], 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15292867-Prof-eng-ana-cristina-rodvalho-reis-fev-2015-apostila-de-instalacoes-prediais-esgoto-domestico-fev-2015-prof-ana-cristina-rodvalho-reis.html>. Acesso em: 4 set. 2019.
- SANEPAR. Confira dicas de economia de água. Curitiba: SANEPAR, [201-?]. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/informacoes/economia>. Acesso em: 4 set. 2019.
- SILVA, J. Instalações hidrossanitárias: dicas sobre as declividades aplicadas nos projetos. In: ALTOQI. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/instalacoes-hidrossanitarias-dicas-sobre-declividades/>. Acesso em: 4 set. 2019.

# GABARITOS

1- Gabarito: d

Justificativa do gabarito:

As fossas sépticas – ou sépticas – são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto. É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos, sendo indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas.

Alterações de percurso e de extensão afetam negativamente a vazão dos efluentes, além de provocar entupimentos.

Realmente, o shaft é acessível por painéis removíveis ou aberturas que permitem a verificação horizontal do abastecimento, porém não tem como verificar todos os pavimentos por um único acesso. É recomendável que cada pavimento tenha seu próprio shaft.

O sifão é a peça responsável por conectar a válvula de escoamento (o ralo) da pia com o encanamento e a rede de esgoto. Ele existe, principalmente, para evitar que os gases e o mau cheiro do esgoto voltem pelo ralo para dentro da casa ou do empreendimento. Além disso, a correta utilização do sifão de pia no banheiro, na cozinha e no tanque da área de serviço impede a entrada de pequenos insetos, como baratas, pelo encanamento.

A tubulação de 100mm deve ser utilizada apenas na saída de assentos sanitários. Nas demais tubulações, deve ser adotado o DN de 40 ou 50mm.

2- Gabarito: C Justificativa do gabarito: Os tanques sépticos devem observar as seguintes distâncias horizontais mínimas:

a) 1,50m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;

b) 3,0m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;

c) 15,0m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

Segundo o item 3.29 da NBR 7229:1993, o sumidouro consiste em um poço seco escavado no chão, e **não impermeabilizado**, que orienta a infiltração de água residuária no solo.

De acordo com o item 6.2.3.1 da NBR 7229:1993, o lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos, **em nenhuma hipótese**, podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais.

# GABARITOS

## 3- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O histograma consiste em uma representação gráfica da distribuição de recursos de uma massa de medições, normalmente um gráfico de barras verticais. É uma ferramenta de análise e representação de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência, que permite distinguir a forma, o ponto central e a variação da distribuição, além de outros dados, como amplitude e simetria na distribuição dos dados.

Os histogramas são ferramentas de ajuda ao profissional e à construtora, porém não são uma obrigação exigida pelo órgão responsável pela análise do projeto. Eles podem ser utilizados tanto em obras pequenas como em obras maiores, pois veem a questão como um gráfico, o que facilita o entendimento.

## 4- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: O ralo é pequeno e tem apenas uma saída para conduzir a água. Essas características fazem com que ele seja indicado somente para ambientes que estejam em contato com pequenos volumes de água; caso contrário, o produto não dará conta da vazão, a água acumulará em cima da grelha e ao seu redor e transbordará.

A caixa sifonada é indicada para áreas que naturalmente lidam com quantidades elevadas de água (seja na utilização ou lavagem), banheiros, cozinhas, lavanderias, áreas externas e corredores, etc. A caixa sifonada também só tem uma saída, mas conta com mais entradas: de 3 a 7.

Ramal de descarga é a tubulação que recebe efluentes de aparelhos sanitários e de ralos.

Subcoletor é a tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda.

# GABARITOS

5 -Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O desempenho esperado para um projeto de instalação hidráulica é de 20 a 30 anos. Por isso, é tão importante que o instalador hidráulico se antecipe aos problemas hidráulicos mais básicos para evitá-los.

Os problemas hidráulicos aparecem com maior frequência em residências mais antigas, porém isso não impede que eles sejam reproduzidos em novas construções também.

# HIDRÁULICA

## *INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS*



AUTOR

**OTÁVIO GONÇALVES  
ADAMI**



# APRESENTAÇÃO

Seja bem-vindo!

Segundo a NBR 13531 (ABNT, 1995), as instalações prediais consistem no “conjunto de componentes construtivos definidos em conformidade com princípios e técnicas específicos da arquitetura e da engenharia para, ao integrar a edificação, desempenhar, em níveis adequados, determinadas funções (ou serviços) de condução de energia, gases, líquidos e sólidos.” As instalações hidráulicas e sanitárias compreendem os sistemas prediais de coleta de esgoto, suprimento de água fria e quente e coleta de águas pluviais. Para cada um deles há uma série de normatizações que regulam tanto a concepção dos projetos quanto às especificações de materiais, aparelhos e procedimentos executivos.

No capítulo O projeto de instalação hidrossanitária, da obra Projeto de Instalações Hidrossanitárias, que é base teórica desta Unidade de Aprendizagem, você vai saber mais sobre o assunto.

# CONHEÇA O CONTEUDISTA

## Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

# UNIDADE 6

## Introdução

Para garantir o correto funcionamento e a durabilidade do sistema hidrossanitário do imóvel, é necessário, além de investir em materiais de qualidade, cuidados no projeto, uma vez que, se o projeto hidrossanitário não for bem feito, podem aparecer problemas quando, de fato, o sistema começar a ser utilizado.

Basicamente, em um projeto hidrossanitário, devem constar os detalhes de todos os subsistemas que compõem a parte hidráulica do imóvel, como as tubulações de água fria, água quente, esgoto, água pluvial e reuso de água. Existe um padrão básico, sendo este: plantas baixas, detalhes de esgoto, isométricos de água, esquemas verticais de água e esgoto e detalhes específicos.

Neste capítulo, você conhecerá a disposição dos elementos em um projeto hidrossanitário. Além disso, identificará os tipos de plantas baixas, bem como aprenderá como os histogramas podem auxiliar na organização de projetos hidrossanitários.

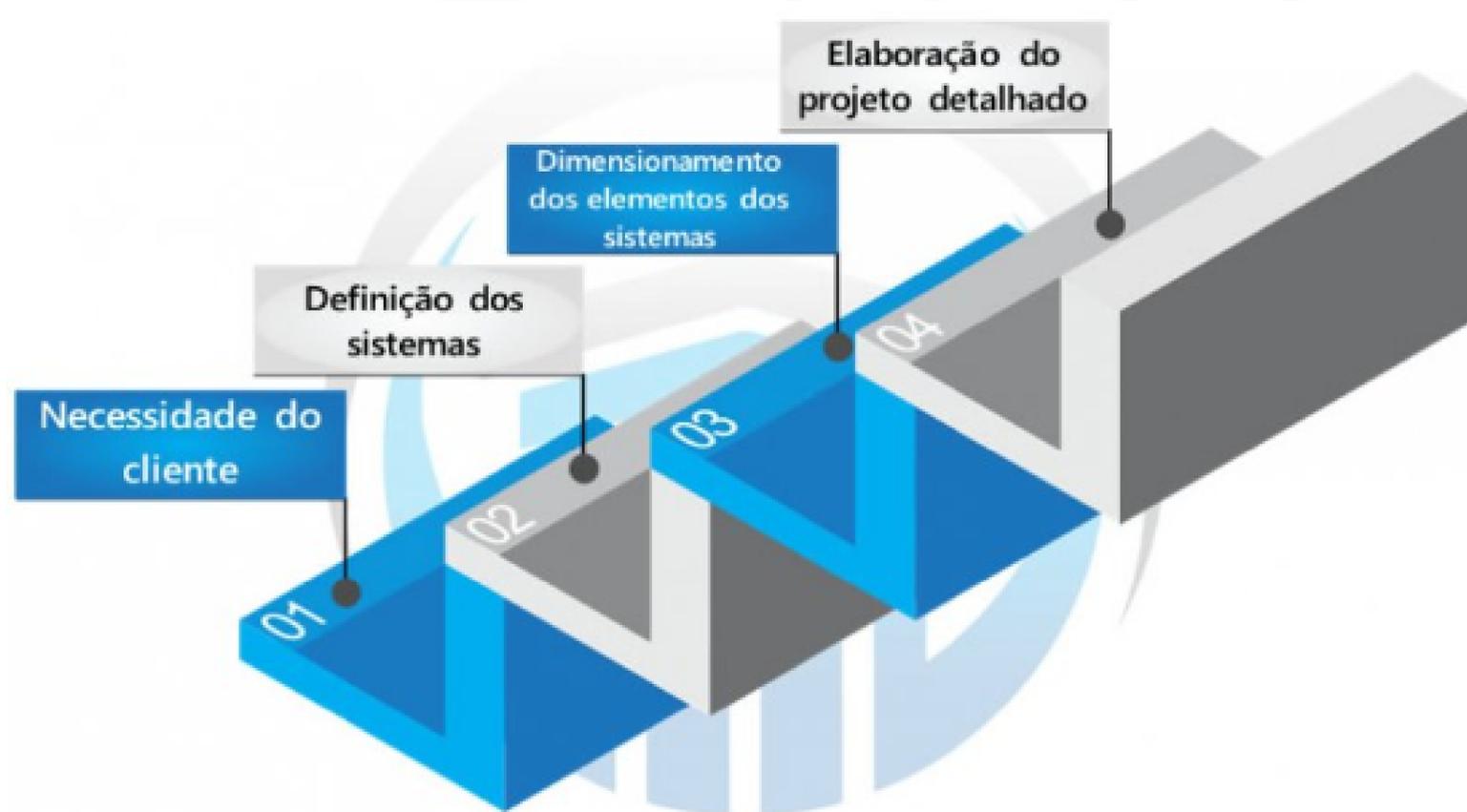


Imagem 1 - Bom andamento do projeto hidrossanitário

## Tipologia das plantas baixas que compõem um projeto hidrossanitário

Uma planta baixa consiste em uma planta arquitetônica, que, por sua vez, representa um corte a um metro e meio a partir da base da casa. É necessária uma planta baixa para cada pavimento, ou seja, se seu imóvel possui dois andares, por exemplo, serão confeccionadas duas plantas baixas, uma para cada pavimento. A escala normalmente adotada em plantas baixas é de 1:50, representando as medidas reais da edificação.

Existem diferentes tipos de informações que são representadas nas plantas baixas, como os acessos ao imóvel, o nível dos pisos, pé-direito, os nomes e as aberturas de portas e janelas e das áreas dos ambientes e os tipos de revestimento. A planta baixa arquitetônica, juntamente com as demais plantas de corte e elevação do projeto, também consistem na base para os projetos complementares, como o elétrico e o hidrossanitário.

De acordo com Botelho e Ribeiro Junior (2014) e Macintyre (2017), o projeto hidrossanitário determinará todas as instalações hidráulicas e sanitárias da edificação, com base, principalmente, na redução de custo com materiais, garantindo o funcionamento adequado e a diminuição da conta de água. O projeto hidrossanitário visa indicar os elementos, como a posição e o diâmetro das tubulações, caixas de inspeção e demais componentes do sistema hidráulico, sempre respeitando as normas aplicáveis, o uso de bons materiais e a correta instalação, a fim de evitar erros de montagem, economizando tempo e dinheiro. Segundo Carvalho Júnior (2017), é necessário respeitar algumas etapas básicas para a elaboração de um projeto hidrossanitário, como necessidade do cliente, definição dos sistemas, dimensionamento dos elementos dos sistemas e elaboração do projeto hidrossanitário. A elaboração do projeto de instalação predial de esgotos sanitários para efeito depende de exigências de aprovação do órgão municipal competente, as quais variam de um município para outro. Embora, basicamente, o projeto se fundamente na NBR 8160:1999 da ABNT, as dimensões dos desenhos, as escalas, a apresentação de plantas baixas, os diagramas, os detalhes, o selo ou rótulo para as anotações de identificação da obra, o nome do proprietário, o nome do autor do projeto de instalações e do instalador responsável pela execução variam (MACINTYRE, 2017).

# HIDRÁULICA

Macintyre (2017) recomenda, como providência preliminar, obter, na repartição ou no órgão a que as instalações de esgotos estiverem atreladas, o regulamento ou exigências normativas para a elaboração do projeto e o processamento de aprovação das instalações, após estas terem sido executadas. De acordo com as exigências básicas para a apresentação dos projetos nos órgãos competentes de algumas capitais estaduais, percebe-se que o projeto deve ser desenhado em plantas de arquitetura na escala 1:50 dos pavimentos que contiverem instalações de esgotos sanitários, como por exemplo, cobertura, último pavimento, pavimento tipo, pilotis ou primeiro pavimento, subsolo (se houver) e pavimentos especiais, (garagem, playground, mezaninos). Tratando-se de plantas baixas com área muito grande, o desenho pode ser feito na escala de 1:100. Deverão ser apresentados também esquema vertical e planta da situação do prédio (ou prédios) na escala mínima de 1:500.

No projeto, deverão ser representados todos os tubos de queda com a respectiva numeração, e, no diagrama, a quantidade de vasos e pias ligados a cada um, a instalação primária de esgotos, a ventilação primária, os tubos de queda da instalação secundária, com as numerações respectivas e detalhes das caixas especiais – quando for o caso, em escala de 1:20 – e os esgotos pluviais na planta baixa do primeiro pavimento.

Mas do que é composto um projeto hidrossanitário? De acordo com a ConstruFácilRJ (2019), o projeto hidrossanitário é composto principalmente pelas seguintes plantas baixas:

- instalações prediais de água;
- instalações prediais de esgoto;
- instalações prediais de águas pluviais;
- sistemas de segurança contra incêndio;
- instalações de gás;
- sistema de tratamento de esgoto;
- drenagem;
- sistema de aproveitamento de águas pluviais.

A seguir, veja as principais atividades que abrangem o projeto de instalações prediais de esgotos sanitários (CREDER, 1985).

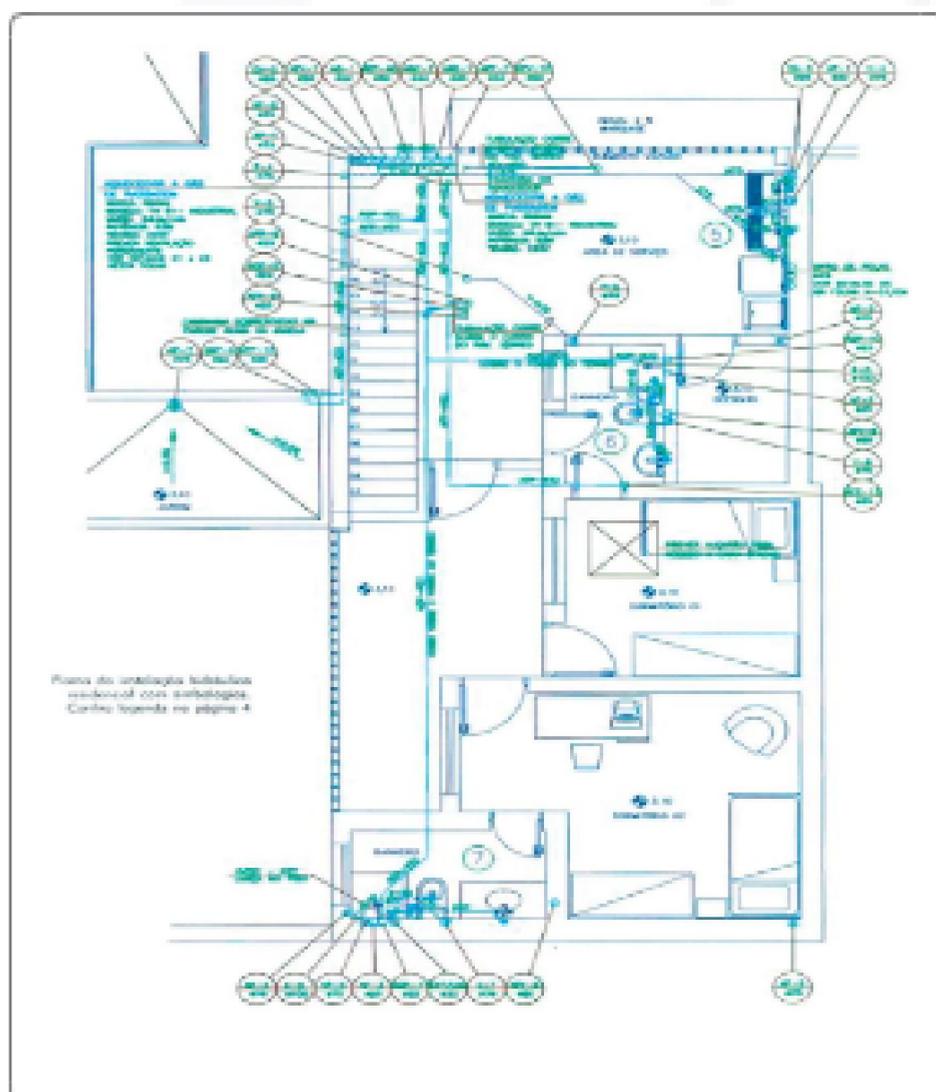
- Definição de todos os pontos de recepção de esgotos.
- Definição do ponto ou de pontos de destino; definição do coletor predial.
- Definição e localização das tubulações que transportarão todos os esgotos dos pontos de recepção ao(s) ponto(s) de destino.
- Definição das inspeções.

# HIDRÁULICA

- Definição e localização das tubulações necessárias à ventilação das tubulações primárias.
- Definição e localização da instalação elevatória e da instalação para destino, quando for o caso.
- Determinação, para cada trecho das tubulações projetadas, do “número de unidades Hunter” que lhe corresponde.
- Especificação de materiais, dispositivos e equipamentos a serem utilizados.
- Determinação dos diâmetros das tubulações e dimensionamento da instalação elevatória, quando houver.
- Fixação de disposições construtivas.
- Definição dos testes de recebimento.
- Elaboração do manual de operação e manutenção (opcional).
- Relação de materiais e equipamentos (opcional).
- Apresentação do projeto.
- Supervisão e responsabilidade.
- Tabelas e desenhos.

A Figura 6, a seguir, apresenta um exemplo de projeto hidrossanitário de uma residência.

Existem diferentes bibliografias sobre o consumo de água e, conseqüentemente, a geração de efluentes domésticos. O Quadro 2, a seguir, apresenta uma tabela com alguns valores estimados da geração de efluentes durante 1 mês (30 dias).



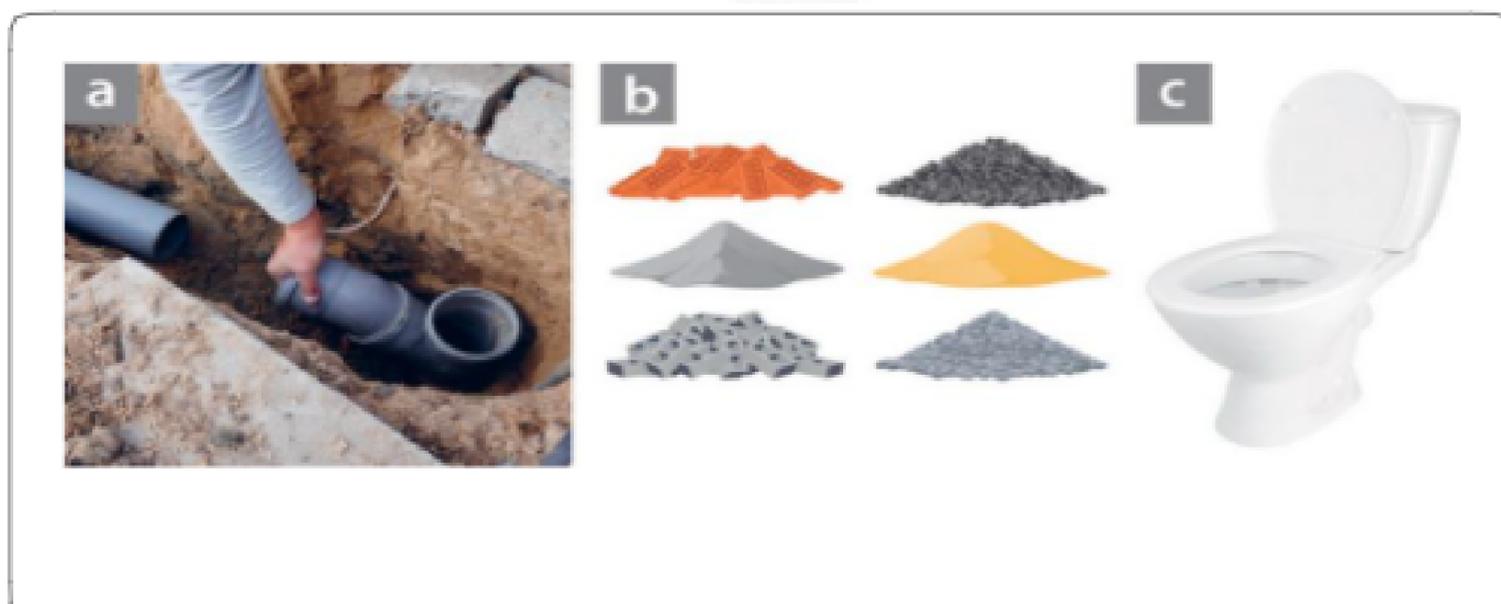
Quadro 2. Consumo médio de água em uma residência contendo quatro pessoas, durante 1 mês

Uso	Consumo para 1 mês (litros)	Consumo para 1 dia (litros)	Consumo per capita (litros)
Escovar os dentes (3 vezes ao dia cada pessoa)	120	4	1
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia para cada pessoa)	2.400	80	20
Descarga do sanitário (8 vezes ao dia)	2.400	80	20
Lavar a louça (3 vezes ao dia)	1.800	60	15

## Histograma de projetos hidrossanitários

Antes de aprender sobre o histograma em projeto hidrossanitário, é fundamental entender o conceito de insumos e recursos. Os insumos são todos os materiais de construção utilizados nas obras de engenharia civil. Os tipos de materiais de construção variam quanto à origem, à função, à composição e à estrutura interna. Em se tratando de uma obra, são diversos os materiais que a compõem, como, por exemplo, madeira, cimento, areia, brita, telhas, revestimentos, entre outros (Figura 7).

# HIDRÁULICA



**Figura 7.** Exemplos de insumos utilizados em projetos hidrossanitários.

Fonte: a) Anela.k/Shutterstock; b) Artram/Shutterstock.com; c) Sergiy Kuzmin/Shutterstock.com.

É fundamental mencionar que nenhuma obra é igual à outra, pois cada uma apresenta condições que a tornam exclusiva. Entre essas condições, pode-se citar a localização, o período de execução da obra, o mercado econômico do período em que a obra foi executada, as variações de preços de materiais de construção, o clima da região, a disponibilidade de mão de obra, entre outros. Logo, esses fatores interferem diretamente no orçamento de uma obra, bem como contribuem para que o orçamento dos materiais necessários na execução da construção seja único para cada obra. A quantificação de cada insumo para a obra, além de auxiliar no orçamento dos custos dos materiais, é uma excelente ferramenta para estabelecer prazos e realizar o planejamento para a execução dos trabalhos. Todos os insumos e recursos necessários para a execução de um serviço, seja um projeto hidrossanitário ou outro, bem como suas respectivas quantidades, devem ser incluídos em uma lista, visando à obtenção dos custos totais e unitários.

Dessa forma, os **histogramas** possuem um papel fundamental nessa tarefa. De acordo com Peinado e Graeml (2007), o histograma consiste em uma representação gráfica da distribuição de recursos de uma massa de medições, normalmente um gráfico de barras verticais. É uma ferramenta de análise e representação de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência, que permitem distinguir a forma, o ponto central e a variação da distribuição, além de outros dados, como amplitude e simetria na distribuição dos dados. Em geral, são gráficos compostos por duas linhas perpendiculares, em que a altura representa o valor da grandeza, e as grandezas são colocadas na linha horizontal. Sobre cada linha, levanta-se uma barra que termina na altura relativa ao valor de sua grandeza. Conhecido também como gráfico de barras (CASTRO; DINIZ, 2014). Coutinho (2017) descreve que o histograma dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma da distribuição de um conjunto de dados e a percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno desse valor. Já os eixos do histograma representam os eixos horizontal e vertical.

# HIDRÁULICA

- **Eixo horizontal:** subdividido em pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse.
- **Eixo vertical:** a área deve ser proporcional ao número de observações na amostra, cujos valores pertencem ao intervalo correspondente (frequência).

Os histogramas podem ser utilizados em diferentes situações, como, por exemplo:

- para resumir uma variedade de dados graficamente (população muito grande);
- para comparar os resultados de um processo com as especificações;
- para verificar o número de produto não conforme;
- para comunicar informações à equipe de melhoria;
- para auxiliar no processo de tomada de decisão.

15 m <sup>3</sup>	7 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>
9 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>
21 m <sup>3</sup>	21 m <sup>3</sup>	23 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>
6 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>
7 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>	21 m <sup>3</sup>
11 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>
10 m <sup>3</sup>	13 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>
14 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	17 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
4 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	18 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>
9 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>

Como é apresentado o histograma?

A construtora dividiu os 40 valores em categorias, sendo estas:

De 1 a 5 m<sup>3</sup> mensais: 9 apartamentos.

De 6 a 10 m<sup>3</sup> mensais: 13 apartamentos.

De 11 a 15 m<sup>3</sup> mensais: 9 apartamentos.

De 16 a 20 m<sup>3</sup> mensais: 5 apartamentos.

De 21 a 25 m<sup>3</sup> mensais: 4 apartamentos.

A Figura 8, a seguir, apresenta o histograma.

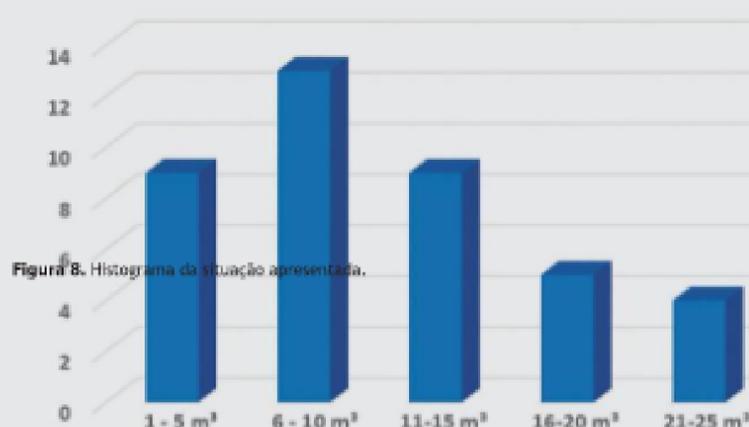


Figura 8. Histograma da situação apresentada.

# HIDRÁULICA

Contudo, como exatamente monta-se um histograma? Coutinho (2017) relata que se deve respeitar seis passos básicos, sendo estes:

- 1- A amostra precisa ser a mais aleatória possível, de forma que possa representar a totalidade. Para tanto, recomenda-se utilizar de 50 a 100 dados.
- 2- Calcular a amplitude (R), ou seja, identificar o maior e o menor valor da amostra. Para isso, adota-se a seguinte fórmula:

$$R = \text{maior valor} - \text{menor valor}$$

- 3- Identificar o número de classes. O número de classes é proporcional ao tamanho da demanda, sendo que não existe uma quantidade certa, porém é preciso um meio termo. Ou seja, não pode ser muito pequeno, para não descaracterizar o histograma, nem muito grande, para não espalhar muito os dados.

- 4- Calcular os intervalos de classe, utilizando a seguinte fórmula:

$$H = R / k$$

em que: H, intervalo de classes; R, amplitude; K, número de classes.

- 5- Calcular os extremos das classes, em que deve ser selecionado o menor valor da amostra. Para determinar o limite superior (LS) da primeira classe, basta somar o valor do intervalo de classes (H) com o limite inferior (LI):

$$LS = LI + H$$

- 6- Contar o número de elementos de cada classe.

Castro e Diniz (2014) descrevem que, para grandes projetos, uma boa prática é utilizar um histograma e uma estrutura analítica de recursos. O histograma de recursos em projetos é utilizado para a identificação da distribuição de recursos humanos e equipamentos durante a realização do projeto. É simples de ser criado utilizando *softwares* consagrados, como MS-Project ou Primavera, ou até editores de planilhas com diversos *templates*, disponíveis na internet. Analisar o histograma possibilita o nivelamento dos recursos, anulando as superlotações e otimizando-os. O histograma deve ser apresentado em formas de planilhas e gráficos, contemplando a listagem e a quantidade de materiais necessários para a execução de serviços de uma ou mais obras em um determinado período (etapa). Um histograma de recursos ilustra a distribuição do esforço de um recurso no tempo. Em gestão de projetos, é uma ferramenta que contribui na análise da eficiência da distribuição dos recursos, pois, por meio da visualização do histograma, podem-se nivelar os recursos utilizados no projeto, resolvendo os problemas e otimizando a sua utilização.

# HIDRÁULICA

## CONCLUINDO A UNIDADE

No contexto da engenharia, um projeto hidrossanitário contempla todas as etapas de dimensionamento e cálculos para o funcionamento, conforme as normas, dos elementos hidráulicos de uma construção civil, ou seja, ele constitui-se no dimensionamento, na distribuição e no desenho detalhado das instalações hidráulicas prediais para água fria e quente, além das instalações para esgoto sanitário e coleta das águas pluviais com base nas normas da ABNT. Dentre essas normas, podem ser citadas as NBRs: 10844 - Instalações prediais de águas pluviais; 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução; 5626 - Instalações prediais de água fria; 7198 - Projeto e execução de Instalações prediais de água quente; 6493 - Emprego de cores para identificação de tubulações e cores etc.

## DICA DO PROFESSOR

Para conhecer três dicas importantes que se deve tomar em relação ao projeto hidrossanitário, assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.

**<https://qrgo.page.link/kwJu7>**

## SAIBA MAIS

Para aprender a como realizar a leitura e interpretação de um projeto hidrossanitário básico, assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.

**<https://qrgo.page.link/mLeVR>**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) Um projeto de instalações hidrossanitárias é composto por redes hidráulicas (constituído de água fria e água quente), bem como redes sanitárias (esgoto), ventilação e rede pluvial. Para obras de grande porte, o projeto de proteção contra incêndio também está englobado no projeto de instalação hidrossanitária. Sobre as instalações hidrossanitárias em uma obra de pequeno porte, assinale a afirmativa correta:

- A) No projeto de esgotamento, a fossa séptica é aplicada para que as águas servidas convertam totalmente a matéria orgânica em gases.
- B) Alterações de percurso e de extensão não afetam o dimensionamento dos tubos de abastecimento de água, desde que não exista alteração de diâmetro.
- C) O shaft normalmente é acessível por painéis removíveis ou aberturas que permitem a verificação horizontal do abastecimento de todos os pavimentos do edifício em um só local.
- D) Um dos papéis do fecho hídrico do sifão sanitário é barrar a passagem de gases (odores) para o ambiente.
- E) É recomendável que se utilize o diâmetro mínimo de 100mm em toda a tubulação para evitar entupimentos.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



**2)** As fossas sépticas consistem em alternativas para o tratamento primário, em soluções individuais de esgotamento sanitário. A ABNT NBR 7229:1993 (Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos) define alguns cuidados necessários em relação ao tamanho e ao dimensionamento necessário. Considere as seguintes sentenças:

I - O tanque séptico consiste em uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão, o qual deve respeitar uma distância mínima de 1,50m de construções.

II - O sumidouro é definido como um poço seco escavado no chão, sendo impermeabilizado.

III - O lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais, desde que atendam aos limites de lançamento definidos em lei.

Assinale a alternativa correta:

- A)** Apenas a sentença II está correta.
- B)** As sentenças I e II estão corretas.
- C)** Apenas a sentença I está correta.
- D)** Apenas a sentença III está correta.
- E)** Apenas as sentenças II e III estão corretas.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Em relação ao histograma, considere as seguintes sentenças:

I - Histograma consiste em um gráfico que apresenta a distribuição de frequências de uma variável por meio de retângulos justapostos, feitos sobre as classes dessa variável, sendo que a área de cada retângulo é proporcional à frequência observada da correspondente classe.

II- Histogramas são obrigatórios em todos os projetos civis, sendo, inclusive, exigidos pelos órgãos para liberação do habite-se;

III- Histogramas são recomendáveis apenas em projetos muito grandes ou de grande complexidade.

Assinale a alternativa correta:

- A) Apenas as sentenças I e II estão corretas.
- B) Apenas as sentenças II e III estão corretas.
- C) Apenas a sentença I está correta.
- D) Apenas a sentença III está correta.
- E) Todas as sentenças estão corretas.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - Os profissionais da área civil devem estar atentos às definições e às funções dos mais diversos sistemas e equipamentos, não apenas do projeto hidrossanitário, mas da obra em um todo. Considere os elementos a seguir e os relacione com o conceito correto:

- I- Caixa sifonada (CS)
- II- Subcoletor (SC)
- III- Ramal de descarga (RD)
- IV- Ralo (RA)

- ( ) Tubulação que recebe efluentes dos ramais de esgoto e conduz a um tubo de queda e/ou destes ao coletor predial.
- ( ) Tubulação que recebe diretamente efluentes de aparelhos sanitários, com exceção dos autossifonados, como mictórios, vasos, etc.
- ( ) É pequeno e tem apenas uma saída para conduzir a água.
- ( ) Tem apenas uma saída, mas conta com mais entradas (de 3 a 7). Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- A)** II - III - IV - I.
- B)** IV - II - III - I.
- C)** III - II - I - IV.
- D)** II - I - IV - III.
- E)** III - IV - I - II.

**SEU GABARITO**

# EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5) É fundamental que o projeto hidrossanitário esteja de acordo com as legislações vigentes a fim de promover, principalmente, a segurança.

De modo geral, um bom projeto hidrossanitário deve ser dimensionado objetivando atender a:

- A) demandas da edificação em um período de, no máximo, 10 anos.
- B) demandas da edificação em um período de até 10-20 anos.
- C) demandas da edificação em um período de até 20-30 anos.
- D) demandas da edificação em um período de até 40-50 anos.
- E) demandas da edificação em um período de mais de 50 anos.

**SEU GABARITO**



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ABNT. NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. A. Instalações hidráulicas prediais: utilizando tubos plásticos. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- CARVALHO JÚNIOR, R. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. 11. ed. São Paulo: Blucher, 2017.
- CASTRO, R.; DINIZ, B. Construção e montagem: histograma de recursos. In: PMKB. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/construcao-e-montagem-histograma-de-recursos/>. Acesso em: 4 set. 2019.
- CONSTRUFÁCILRJ. Como ler plantas hidráulicas e suas simbologias. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://construfacilrj.com.br/como-ler-plantas-hidraulicas/>. Acesso em: 4 set. 2019.
- COUTINHO, T. Histograma: o que é, quais tipos existem e como montar um. In: VOITTO. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-um-histograma>. Acesso em: 4 set. 2019.
- CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1985.
- MACINTYRE, A. J. Instalações hidráulicas: prediais e industriais. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- NETTO, J. M de. A.; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. Manual de hidráulica. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- REIS, A. C. R. Instalações prediais de esgoto doméstico. Goiânia: [S. n.], 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15292867-Prof-eng-ana-cristina-rodovalho-reis-fev-2015-apostila-de-instalacoes-prediais-esgoto-domestico-fev-2015-prof-ana-cristina-rodovalho-reis.html>. Acesso em: 4 set. 2019.
- SANEPAR. Confira dicas de economia de água. Curitiba: SANEPAR, [201-?]. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/informacoes/economia>. Acesso em: 4 set. 2019.
- SILVA, J. Instalações hidrossanitárias: dicas sobre as declividades aplicadas nos projetos. In: ALTOQI. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/instalacoes-hidrossanitarias-dicas-sobre-declividades/>. Acesso em: 4 set. 2019.

# GABARITOS

1- Gabarito: d

Justificativa do gabarito:

As fossas sépticas – ou sépticas – são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto. É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos, sendo indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas.

Alterações de percurso e de extensão afetam negativamente a vazão dos efluentes, além de provocar entupimentos.

Realmente, o shaft é acessível por painéis removíveis ou aberturas que permitem a verificação horizontal do abastecimento, porém não tem como verificar todos os pavimentos por um único acesso. É recomendável que cada pavimento tenha seu próprio shaft.

O sifão é a peça responsável por conectar a válvula de escoamento (o ralo) da pia com o encanamento e a rede de esgoto. Ele existe, principalmente, para evitar que os gases e o mau cheiro do esgoto voltem pelo ralo para dentro da casa ou do empreendimento. Além disso, a correta utilização do sifão de pia no banheiro, na cozinha e no tanque da área de serviço impede a entrada de pequenos insetos, como baratas, pelo encanamento.

A tubulação de 100mm deve ser utilizada apenas na saída de assentos sanitários. Nas demais tubulações, deve ser adotado o DN de 40 ou 50mm.

2- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Os tanques sépticos devem observar as seguintes distâncias horizontais mínimas:

- a) 1,50m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- b) 3,0m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- c) 15,0m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

Segundo o item 3.29 da NBR 7229:1993, o sumidouro consiste em um poço seco escavado no chão, e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo.

De acordo com o item 6.2.3.1 da NBR 7229:1993, o lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos, em nenhuma hipótese, podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais.

# GABARITOS

## 3- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O histograma consiste em uma representação gráfica da distribuição de recursos de uma massa de medições, normalmente um gráfico de barras verticais. É uma ferramenta de análise e representação de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência, que permite distinguir a forma, o ponto central e a variação da distribuição, além de outros dados, como amplitude e simetria na distribuição dos dados.

Os histogramas são ferramentas de ajuda ao profissional e à construtora, porém não são uma obrigação exigida pelo órgão responsável pela análise do projeto. Eles podem ser utilizados tanto em obras pequenas como em obras maiores, pois veem a questão como um gráfico, o que facilita o entendimento.

## 4- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: O ralo é pequeno e tem apenas uma saída para conduzir a água. Essas características fazem com que ele seja indicado somente para ambientes que estejam em contato com pequenos volumes de água; caso contrário, o produto não dará conta da vazão, a água acumulará em cima da grelha e ao seu redor e transbordará.

A caixa sifonada é indicada para áreas que naturalmente lidam com quantidades elevadas de água (seja na utilização ou lavagem), banheiros, cozinhas, lavanderias, áreas externas e corredores, etc. A caixa sifonada também só tem uma saída, mas conta com mais entradas: de 3 a 7.

Ramal de descarga é a tubulação que recebe efluentes de aparelhos sanitários e de ralos.

Subcoletor é a tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda.

# GABARITOS

5 -Gabarito: C

Justificativa do gabarito: O desempenho esperado para um projeto de instalação hidráulica é de 20 a 30 anos. Por isso, é tão importante que o instalador hidráulico se antecipe aos problemas hidráulicos mais básicos para evitá-los.

Os problemas hidráulicos aparecem com maior frequência em residências mais antigas, porém isso não impede que eles sejam reproduzidos em novas construções também.