

MATERIAIS DE APOIO DA 9ª EDIÇÃO

01_ERRATAS À PRIMEIRA IMPRESSÃO DA 9ª EDIÇÃO (2015)

Prezado leitor,

Foi com alegria e orgulho que vimos a 9ª edição esgotar nas livrarias em menos de seis meses, obrigando a uma reimpressão para repor os estoques.

Também tivemos a satisfação de receber vários comentários elogiosos e sugestões construtivas de leitores que utilizam este livro tanto em seus estudos quanto em sua vida profissional, pelo que, desde já, muito agradecemos.

Aproveitando a ocasião (1ª reimpressão da 9ª edição), corrigimos alguns itens. Com isso, estamos iniciando estas erratas, em respeito aos leitores que já compraram esta edição.

Este espaço busca apresentar as alterações, permitindo que os leitores tenham acesso às correções e melhorias feitas e, assim, tenham seu *Manual de Hidráulica* sempre atualizado.

A Tabela 1.A apresenta a localização das alterações.

Tabela 1.A

Página	Alterado
69	Exercício A-4-f
138	Exercício A-7-f
233	Figura A-10.2.1.2-a

Exercício A-4-e

Uma tubulação vertical de 150 mm de diâmetro apresenta, em um pequeno trecho, uma seção contraída de 75 mm, onde a pressão é de 1 atm. Três metros acima desse ponto, a pressão eleva-se para 14,7 m.c.a. (Figura A-4-e). Calcular a velocidade e a vazão.

Solução:

Se a velocidade na tubulação propriamente dita for v_1 , a velocidade v_2 , na garganta, será muito superior.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2, \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2} \times v_1 = 4 \times v_1$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2 \times g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2,$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + 14,7 + 3 = \frac{(4 \times v_1)^2}{2 \times g} + 10,3 + 0$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + 17,7 = \frac{16 \times v_1^2}{2 \times g} + 10,3, \quad \frac{15 \times v_1^2}{2 \times g} = 7,4,$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 7,4}{15}} = 3,10 \text{ m/s},$$

$$v_2 = 4 \times v_1 = 12,4 \text{ m/s},$$

$$Q = A_1 \times v_1 = 0,0177 \times 3,10 = 0,055 \text{ m}^3/\text{s}$$

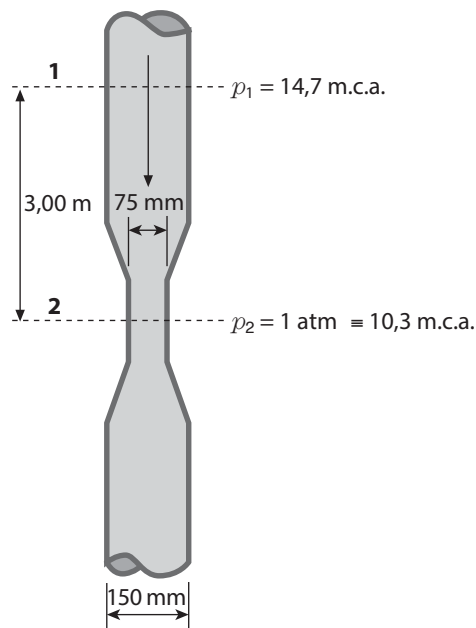


Figura A-4-e

Exercício A-4-f

Em um canal de concreto, a profundidade é de 1,20 m e as águas escoam com uma velocidade média de 2,40 m/s, até um certo ponto onde, devido a uma queda, a velocidade se eleva a 12 m/s, reduzindo-se a profundidade a 0,60 m (Figura A-4-f). Desprezando as possíveis perdas por atrito, determinar a diferença de nível entre as duas partes do canal.

Solução:

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2 \times g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + 0 + (y + 1,20) = \frac{v_2^2}{2 \times g} + 0 + 0,60$$

$$\frac{2,40^2}{19,6} + 1,20 + y = \frac{12,00^2}{19,6} + 0,60$$

$$0,30 + 1,20 + y = 7,40 + 0,60$$

$$y = 8,00 - 1,50 = 6,50$$

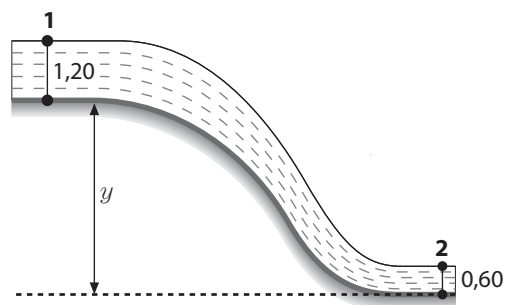


Figura A-4-f

Logo,

Exercício A-4-e

Uma tubulação vertical de 150 mm de diâmetro apresenta, em um pequeno trecho, uma seção contraída de 75 mm, onde a pressão é de 1 atm. Três metros acima desse ponto, a pressão eleva-se para 14,7 m.c.a. (Figura A-4-e). Calcular a velocidade e a vazão.

Solução:

Se a velocidade na tubulação propriamente dita for v_1 , a velocidade v_2 , na garganta, será muito superior.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2, \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2} \times v_1 = 4 \times v_1$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2 \times g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2,$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + 14,7 + 3 = \frac{(4 \times v_1)^2}{2 \times g} + 10,3 + 0$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times g} + 17,7 = \frac{16 \times v_1^2}{2 \times g} + 10,3, \quad \frac{15 \times v_1^2}{2 \times g} = 7,4,$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 7,4}{15}} = 3,10 \text{ m/s},$$

$$v_2 = 4 \times v_1 = 12,4 \text{ m/s},$$

$$Q = A_1 \times v_1 = 0,0177 \times 3,10 = 0,055 \text{ m}^3/\text{s}$$

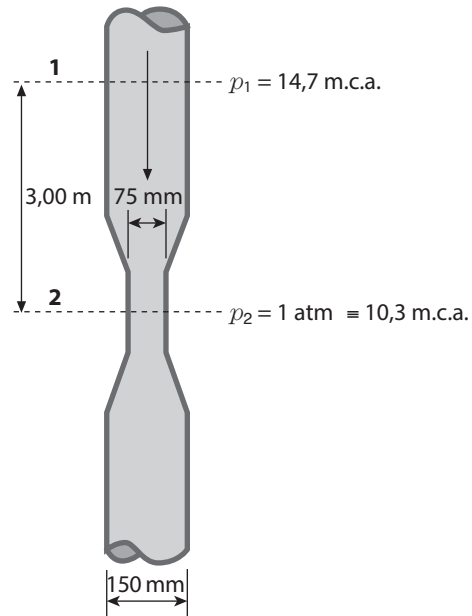


Figura A-4-e

Exercício A-4-f

Em um canal de concreto, a profundidade é de 1,20 m e as águas escoam com uma velocidade média de 2,40 m/s, até um certo ponto onde, devido a uma queda, a velocidade se eleva a 12 m/s, reduzindo-se a profundidade a 0,60 m (Figura A-4-f). Desprezando as possíveis perdas por atrito, determinar a diferença de nível entre as duas partes do canal.

Solução:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2,$$

$$\frac{v_1^2}{2g} + 0 + (y + 1,20) = \frac{v_2^2}{2g} + 0 + 0,60$$

$$\frac{2,40^2}{19,6} + 1,20 + y = \frac{12,00^2}{19,6} + 0,60$$

Logo,

$$0,30 + 1,20 + y = 7,40 + 0,60$$

$$y = 8,00 - 1,50 = 6,50 \text{ m}$$

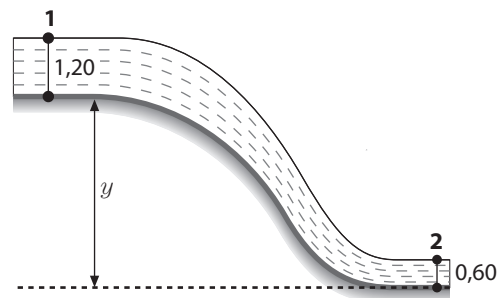


Figura A-4-f

Exercício A-7-f (continuação)

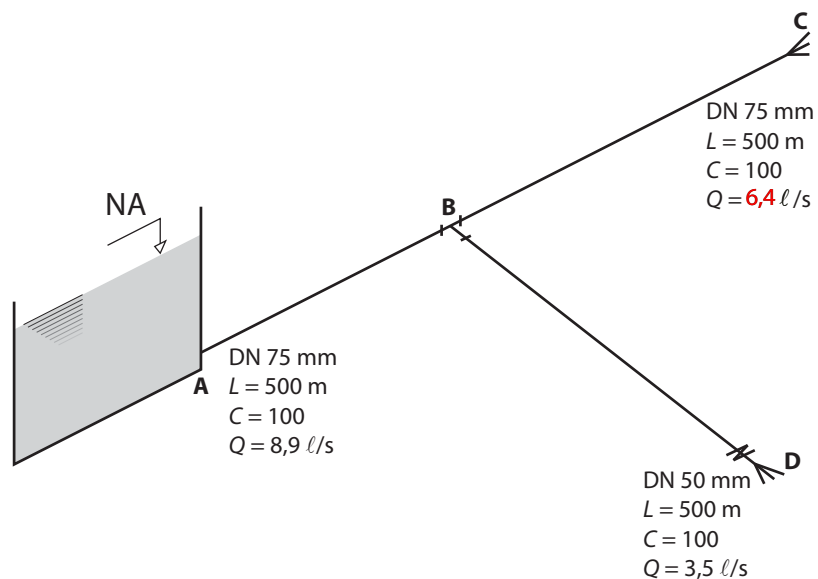


Figura A-7-f



Usina Hidroelétrica de Estreito, 1.050 MW, construída entre 1964 e 1969, 140 km a jusante da Usina Hidroelétrica de Furnas, no Rio Grande (MG/SP). Descarga máxima de projeto: 13.000 m³/s; área inundada: 46 km²; altura máxima sobre fundações: 92 m. Seis turbinas tipo Francis para 175.000 kw e engolimento nominal da ordem de 315 m³/s cada; altura nominal sobre as turbinas: 60 m.c.a. (Bib. M175).

Exercício A-7-f (continuação)

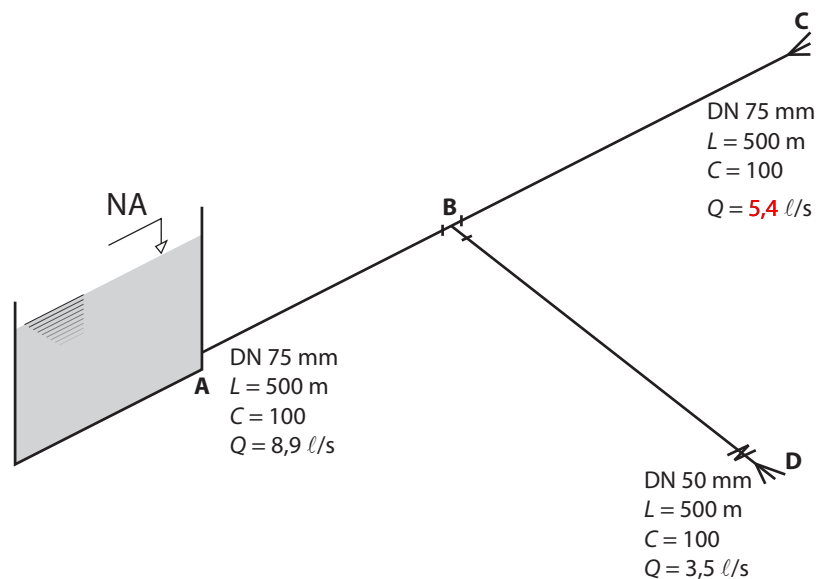


Figura A-7-f



Usina Hidroelétrica de Estreito, 1.050 MW, construída entre 1964 e 1969, 140 km a jusante da Usina Hidroelétrica de Furnas, no Rio Grande (MG/SP). Descarga máxima de projeto: 13.000 m³/s; área inundada: 46 km²; altura máxima sobre fundações: 92 m. Seis turbinas tipo Francis para 175.000 kw e engolimento nominal da ordem de 315 m³/s cada; altura nominal sobre as turbinas: 60 m.c.a. (Bib. M175).

As válvulas podem ser acionadas manualmente, muitas vezes com algum dispositivo auferindo vantagem mecânica (parafuso, engrenagem de redução, alavanca etc.), por motores elétricos, por comandos hidráulicos ou pneumáticos, ou ainda por efeito do próprio líquido em função de pressão e velocidade, quando se denominam válvulas automáticas (auto-operadas).

A-10.2.1.1 Válvula de gaveta

É uma cunha ou gaveta que, quando fechada, atravessa a tubulação e, quando aberta, recolhe-se a uma câmara (Figura A-10.2.1.1-a). Quando aberta, dá passagem total ao fluxo e a perda de carga é muito pequena, devido apenas às reentrâncias laterais que servem de guia e sede de vedação quando a gaveta se fecha.

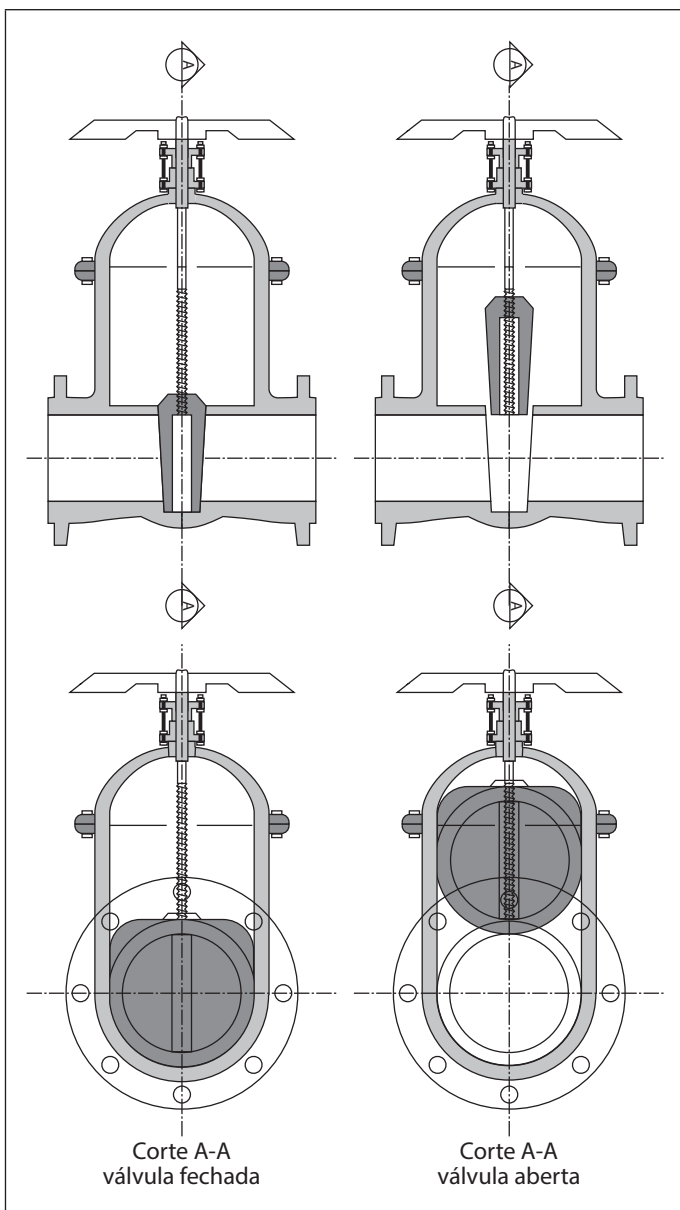


Figura A-10.2.1.1-a – Válvula de gaveta.

Existem diversos tipos, com gavetas de faces paralelas, ligeiramente trapezoidais ou em cunha. O acionamento pode ser por parafuso interno ou externo etc. A vedação é obtida, em parte, pela pressão da água sobre a gaveta, forçando-a contra a guia/sede. Portanto, a abertura e o fechamento são feitos com arraste entre duas superfícies, sendo possível uma má vedação ao longo do tempo. Válvulas de grandes dimensões e grandes pressões necessitam de um dispositivo denominado “*by-pass*” (desvio), de forma a estabelecer um enchimento e uma compressão pelo outro lado da face da gaveta, sem o qual não se consegue abri-las.

As válvulas de gaveta destinam-se a funcionar nas posições aberta ou fechada e são para pouca frequência de uso. Sua utilização para regular a vazão em trânsito com manobras frequentes é uma improvisação. Em baixas pressões e quando não se requer estanqueidade, não há impedimento técnico ao seu uso mais frequente e para regulação de vazão. Podem vedar em um sentido ou em ambos, dependendo da concepção.

A-10.2.1.2 Válvula borboleta

É um disco preso a um eixo que atravessa a tubulação. Tendo um movimento de 90°, pode fechar a tubulação ou ficar alinhado com o escoamento (Figura A-10.2.1.2-a). Esse disco pode ser simétrico em relação ao eixo ou não, dependendo do projeto mecânico da válvula ser equilibrado, ou seja: a pressão da água sobre as duas metades do disco em relação ao eixo é simétrica e equilibrada, ou pode ter uma excentricidade tendendo a abrir ou fechar, conforme se projete.

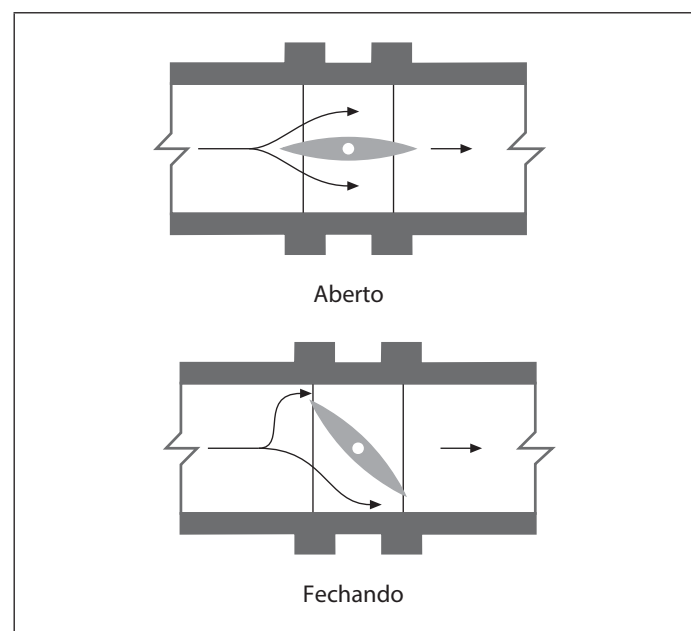


Figura A-10.2.1.2-a – Válvula borboleta.

As válvulas podem ser acionadas manualmente, muitas vezes com algum dispositivo auferindo vantagem mecânica (parafuso, engrenagem de redução, alavanca etc.), por motores elétricos, por comandos hidráulicos ou pneumáticos, ou ainda por efeito do próprio líquido em função de pressão e velocidade, quando se denominam válvulas automáticas (auto-operadas).

A-10.2.1.1 Válvula de gaveta

É uma cunha ou gaveta que, quando fechada, atravessa a tubulação e, quando aberta, recolhe-se a uma câmara (Figura A-10.2.1.1-a). Quando aberta, dá passagem total ao fluxo e a perda de carga é muito pequena, devido apenas às reentrâncias laterais que servem de guia e sede de vedação quando a gaveta se fecha.

Existem diversos tipos, com gavetas de faces paralelas, ligeiramente trapezoidais ou em cunha. O acionamento pode ser por parafuso interno ou externo etc. A vedação é obtida, em parte, pela pressão da água sobre a gaveta, forçando-a contra a guia/sede. Portanto, a abertura e o fechamento são feitos com arraste entre duas superfícies, sendo possível uma má vedação ao longo do tempo. Válvulas de grandes dimensões e grandes pressões necessitam de um dispositivo denominado “*bypass*” (desvio), de forma a estabelecer um enchimento

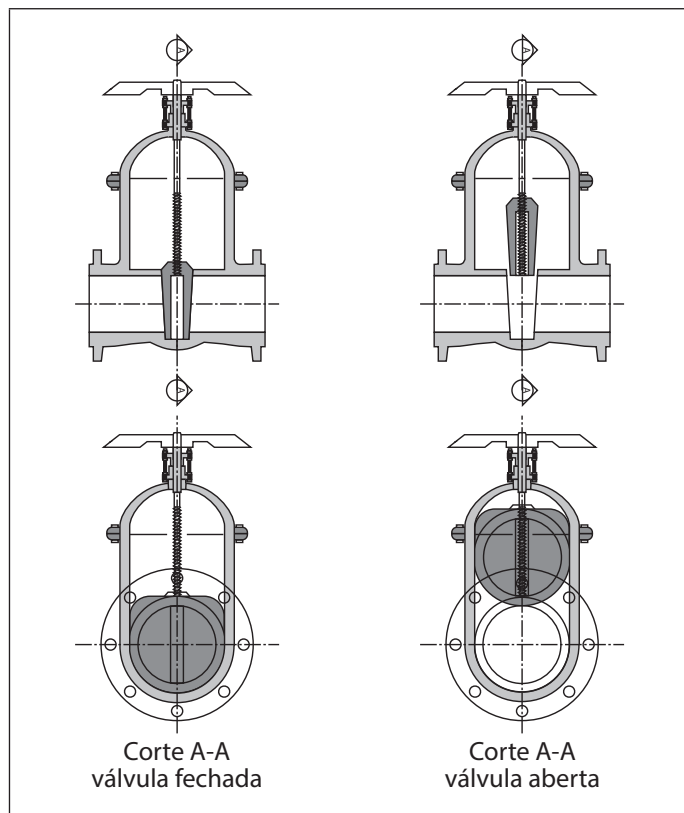


Figura A-10.2.1.1-a – Válvula de gaveta.

e uma compressão pelo outro lado da face da gaveta, sem o qual não se consegue abri-las.

As válvulas de gaveta destinam-se a funcionar nas posições aberta ou fechada e são para pouca frequência de uso. Sua utilização para regular a vazão em trânsito com manobras frequentes é uma improvisação. Em baixas pressões e quando não se requer estanqueidade, não há impedimento técnico ao seu uso mais frequente e para regulagem de vazão. Podem vedar em um sentido ou em ambos, dependendo da concepção.

A-10.2.1.2 Válvula borboleta

É um disco preso a um eixo que atravessa a tubulação. Tendo um movimento de 90°, pode fechar a tubulação ou ficar alinhado com o escoamento (Figura A-10.2.1.2-a). Esse disco pode ser simétrico em relação ao eixo ou não, dependendo do projeto mecânico da válvula ser equilibrado, ou seja: a pressão da água sobre as duas metades do disco em relação ao eixo é simétrica e equilibrada, ou pode ter uma excentricidade tendendo a abrir ou fechar, conforme se projete.

Aliás, a grande vantagem da válvula borboleta é esse equilíbrio em torno do eixo, que faz com que a pressão tendente a fechar se anule com a pressão tendente a abrir, possibilitando uma manobra com pouco esforço externo. Acrescendo-se a vantagem de ser uma peça de fabricação mais fácil que outros tipos de válvulas, torna-se usualmente a opção mais econômica. Em relação às válvulas de passagem direta, apresenta maior perda de carga localizada, pelo fato de o disco ficar atravessado, embora possa melhorar muito com cuidados no projeto

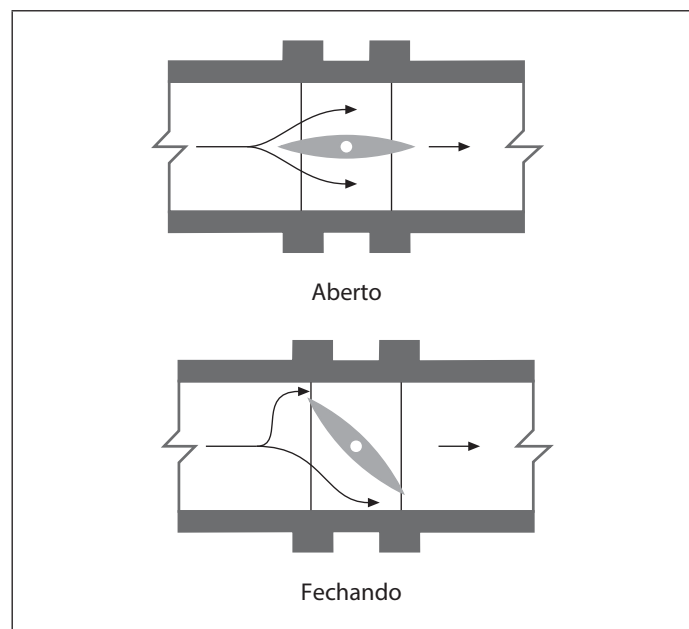


Figura A-10.2.1.2-a — Válvula borboleta, eixo simétrico.