



Ensaio de características operacionais e construtivas de válvulas para irrigação

1 Informações do laboratório



UNICAMP



FEAGRI
Faculdade de
Engenharia Agrícola
Unicamp

Laboratório: Laboratório de Hidráulica e Irrigação – Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas
Endereço: Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI
Av. Cândido Rondon, 501 - Barão Geraldo 13083-875 - Campinas/SP
Telefone: (19) 3521-1019 / 19 98100-4765
E-mail: antonio.camargo@feagri.unicamp.br
Responsável Prof. Dr. Antonio Pires de Camargo

2 Informações do cliente

Razão social: RSB Plásticos Ltda.
CNPJ: 66.699.463/0001-00
Inscrição estadual: 244.433.136.119
Endereço: Rua Eldorado, 1040
CEP: 13052-450
Cidade: Jd. Itatinga
Solicitante: Campinas – SP
Telefone: Sílvio Brolazo
E-mail: 19 3722-1777

3 Informações do relatório de ensaio

Código do relatório de ensaio: 2018-RSB Plásticos-R1.0
Data de emissão do relatório: 17/08/2018

4 Informações dos ensaios

| | |
|------------------------|--|
| Denominação do ensaio: | Ensaio de características operacionais e construtivas de válvulas para irrigação |
| Embasamento normativo: | ISO 9635-1:2014 Agricultural irrigation equipment – Irrigation valves – Part 1: General requirements ISO 9635-5:2014 Agricultural irrigation equipment – Irrigation valves – Part 5: Control valves ISO 9644:2008 Agricultural irrigation equipment – Pressure losses in irrigation valves – Test method |

Requisitos avaliados:

- *Resistance of shell and all pressure-containing components to internal pressure*
- *Resistance of obturator to differential pressure*
- *Watertightness of shell and all pressure-containing components to internal pressure*
- *Seat tightness at high differential pressure*
- *Seat tightness at low differential pressure*
- *Hydraulic characteristics - Pressure loss*
- *Resistance to chemicals and fertilizers*
- *Endurance test*

Observação: Características operacionais relacionadas a mecanismos de regulação de vazão, de pressão e outras funções adicionais descritas na norma ISO 9635-5 (2014) não foram avaliadas nos ensaios descritos nesse documento.

5 Informações do material ensaiado e das condições de ensaio

| | |
|-------------------|---|
| Material: | Válvula plástica de controle hidráulico para sistemas de irrigação com conexão roscável de 2”. |
| Fabricante: | RSB Plásticos |
| Amostra recebida: | Foram recebidas 4 peças para ensaio. A amostragem foi realizada pelo cliente. As amostras se enquadram na classe de pressão PN10 (ISO 9635). |



| | |
|---|--|
| Data de recebimento do material: | 04/06/2018 |
| Responsável pelo recebimento do material: | Antonio Pires de Camargo |
| Data de início dos ensaios: | 11/06/2018 |
| Equipe envolvida na realização do ensaio: | Antonio Pires de Camargo Jonesmar de Oliveira |

6 Metodologia de ensaios

A) Resistência mecânica da carcaça e dos componentes internos da válvula devido a efeitos de pressão:

Fluido de teste: Água.

As cavidades das válvulas são preenchidas com água, o obturador é mantido aberto, o microtubo de comando é mantido aberto para a atmosfera e o sistema é pressurizado a 17 bar (pressão estática) durante 24 horas. As amostras não devem apresentar danos estruturais visíveis na carcaça ou em quaisquer dos componentes.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.2.1 *Resistance of shell and all pressure-containing components to internal pressure* da norma ISO 9635-1(2014).

B) Estanqueidade da carcaça e dos componentes da válvula quando pressurizados:

Fluido de teste: Água.

As cavidades das válvulas são preenchidas com água, o obturador é mantido aberto, o microtubo de comando é mantido aberto para a atmosfera e o sistema é pressurizado a 17 bar (pressão estática) durante 24 horas. Não pode haver vazamentos através da carcaça ou de outros componentes externos da válvula.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.3.1 *Watertightness of shell and all pressure-containing components to internal pressure* da norma ISO 9635-1(2014).

C) Resistência mecânica do obturador a pressão diferencial:

Fluido de teste: Água.

As amostras são ensaiadas com o obturador na posição totalmente fechado. O dispositivo para ajuste manual da abertura/fechamento da válvula é mantido na posição totalmente aberta, sendo utilizado comando hidráulico para fechamento do obturador (seção de escoamento da válvula). A mesma pressão disponível na tubulação de alimentação da válvula é aplicada ao comando hidráulico. O teste tem como objetivo verificar a resistência mecânica do obturador e de outros componentes internos da válvula responsáveis pelo controle de fluxo através da seção de



escoamento da válvula. As amostras não devem apresentar danos visíveis nos componentes internos após 24 horas de ensaio na pressão de 15 bar. Após 24 horas na pressão de 15 bar, a pressão de ensaio deve ser ajustada para 11 bar e, se houver vazamentos nessa pressão, tais vazamentos devem ser medidos. A duração da segunda etapa do ensaio é de 10 minutos. A norma especifica que as amostras devem ser estanques na pressão de 11 bar, porém não é requerida estanqueidade na pressão de 15 bar.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.2.2 *Resistance of obturator to differential pressure* da norma ISO 9635-1(2014).

D) Ensaio de estanqueidade da válvula sob pressão elevada:

Fluido de teste: Água.

As amostras são ensaiadas com o obturador na posição totalmente fechado. O dispositivo para ajuste manual da abertura/fechamento da válvula é mantido na posição totalmente aberta, sendo utilizado comando hidráulico para fechamento do obturador (seção de escoamento da válvula). A mesma pressão disponível na tubulação de alimentação da válvula é aplicada ao comando hidráulico. A pressão de ensaio é de 11 bar, o sistema é mantido pressurizado por 10 minutos e o eventual vazamento através da válvula é medido. Válvulas que não apresentam vazamento são enquadradas na classe de qualidade A, enquanto que válvulas que apresentam vazamento podem ser enquadradas nas classes que variam de B a G.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.3.2.1 *Seat tightness at high differential pressure* da norma ISO 9635-1(2014).

E) Ensaio de estanqueidade da válvula sob pressão baixa:

Fluido de teste: Água.

As amostras são ensaiadas com o obturador na posição totalmente fechado. O dispositivo para ajuste manual da abertura/fechamento da válvula é mantido na posição totalmente aberta, sendo utilizado comando hidráulico para fechamento do obturador (seção de escoamento da válvula). A mesma pressão disponível na tubulação de alimentação da válvula é aplicada ao comando hidráulico. A pressão de ensaio é de 0,5 bar, o sistema é mantido pressurizado por 10 minutos e o eventual vazamento através da válvula é medido. Válvulas que não apresentam vazamento são enquadradas na classe de qualidade A, enquanto que válvulas que apresentam vazamento podem ser enquadradas nas classes que variam de B a G.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.3.2.2 *Seat tightness at low differential pressure* da norma ISO 9635-1(2014).

F) Ensaio de perda de carga

Fluido de teste: Água.

Os ensaios para determinação da perda de pressão causada pela válvula foram realizados conforme recomendações estabelecidas na norma ISO 9644:2008. As amostras ensaiadas foram instaladas conforme instruções estabelecidas na norma, respeitando o sentido de fluxo indicado



no corpo da válvula. As tomadas de pressão para medição da pressão diferencial foram instaladas nas distâncias de 10 vezes o diâmetro nominal da tubulação, à montante e à jusante da válvula (diâmetro da tubulação = 50 mm).

O obturador das válvulas foi ajustado para a posição totalmente aberta, que permite vazão máxima através da válvula, sendo que as válvulas foram ensaiadas individualmente. O comando hidráulico foi mantido sob pressão atmosférica local.

A pressão na entrada da válvula foi monitorada utilizando manômetro digital e mantida em $2,0 \pm 0,2$ bar. A temperatura da água durante os ensaios foi de 21 ± 1 °C.

Os ensaios foram realizados em uma bancada de testes constituída por motobomba, medidor de vazão eletromagnético, manômetro digital, manômetro diferencial digital e válvulas para ajuste das vazões e pressões de ensaio. A queda de pressão devido ao escoamento através da válvula foi mensurada utilizando manômetro diferencial digital. A água utilizada nos ensaios foi filtrada utilizando filtro de discos com malha de 120 mesh.

Esse ensaio atende aos requisitos da norma ISO 9644 (2008).

G) Ensaio de durabilidade:

Fluido de teste: Água.

Ensaios realizados na temperatura ambiente com água limpa. As amostras foram submetidas a 5000 ciclos de abertura e fechamento da seção de escoamento, com rotinas de pressurização de até 12 bar e despressurização total. Ao final do teste, foram reavaliados os itens previstos nos Ensaios B, D, E e F.

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.6 *Endurance test* da norma ISO 9635-1(2014).

H) Resistência a químicos e fertilizantes

Fluido de teste: Água.

O ensaio consiste em imergir as amostras, durante 48 h, em uma solução de água contendo 50 ppm de cloro ativo. Após esse período, os constituintes das válvulas não devem exibir nenhum sinal de deterioração e as amostras devem ser aprovadas novamente nos ensaios de estanqueidade (itens D e E).

Esse ensaio refere-se ao requisito 5.5 *Resistance to chemical and fertilizers* da norma ISO 9635-1(2014).



7 Resultados de ensaios

7.1 Resistência mecânica da carcaça e dos componentes internos da válvula devido a efeitos de pressão

Não foram identificados danos estruturais na carcaça das amostras avaliadas quando submetidas à pressão de ensaio de 17 bar pelo período de 24 horas. Portanto, evidenciou-se adequada resistência mecânica da carcaça e dos componentes internos da válvula sob pressões de até 17 bar.

As amostras avaliadas atendem as especificações estabelecidas no requisito 5.2.1 *Resistance of shell and all pressure-containing components to internal pressure* da norma ISO 9635-1: 2014.

7.2 Estanqueidade da carcaça e dos componentes da válvula quando pressurizados

As amostras avaliadas não apresentaram vazamentos na junção entre a parte superior e inferior da carcaça da válvula quando submetidas à pressão de ensaio de 17 bar. Portanto, o mecanismo que confere estanqueidade aos componentes da carcaça da válvula opera adequadamente.

As amostras avaliadas atendem às especificações estabelecidas no requisito 5.3.1.1 *Watertightness of shell and all pressure-containing components: Internal pressure* da norma ISO 9635-1: 2014.

7.3 Resistência mecânica do obturador a pressão diferencial

Os componentes internos responsáveis pelo controle de fluxo da água através da válvula não apresentaram danos estruturais visíveis quando submetidos à pressão de ensaio de 15 bar pelo período de 24 horas. Portanto, as amostras avaliadas atendem ao requisito 5.2.2 *Resistance of obturator to differential pressure* da norma ISO 9635-1: 2014.

Após 24 horas na pressão de 15 bar, manteve-se as válvulas na pressão de 11 bar pelo período de 10 minutos a fim de verificar a estanqueidade das mesmas. As amostras avaliadas não apresentaram vazamento visível e, portanto, se enquadram na categoria A, que se referente a classes de estanqueidade (Tabela G.2, ISO 9635-1:2014).

7.4 Estanqueidade da válvula sob pressão elevada

Visualmente, não foram identificados vazamentos através da seção de escoamento das amostras avaliadas durante o período de ensaios conduzidos na pressão diferencial de 11 bar.

Conforme a ISO 9635-1 (2014), Tabela G.2, as amostras enquadram-se na classe de estanqueidade A. A classe de estanqueidade A corresponde a classe de melhor qualidade nesse requisito e contém válvulas que apresentam estanqueidade total.

7.5 Estanqueidade da válvula sob pressão baixa

Visualmente, não foram identificados vazamentos através da seção de escoamento das amostras avaliadas durante os ensaios conduzidos na pressão diferencial de 0,5 bar. Conforme a ISO

9635-1 (2014), Tabela G.2, as amostras enquadram-se na classe de estanqueidade A. A classe de estanqueidade A corresponde a classe de melhor qualidade nesse requisito e contém válvulas que apresentam estanqueidade total.

7.6 Ensaios de perda de carga

Tabela 1 - Dados coletados nos ensaios para determinação da curva vazão x queda de pressão e para estimativa dos coeficientes característicos de vazão e de perda de carga das válvulas

| Válvula | Dados de ensaio | | | Cálculos | | | |
|---------|-----------------|-------------------------|------------------|-----------|-----------|--------------|-------|
| | p (bar) | q (m ³ /h) | Δp (bar) | V (m/s) | K_L (-) | L_{eq} (m) | K_V |
| 1 | 2,1 | 10,5 | 0,12 | 1,49 | 10,8 | 26,5 | 30,5 |
| | 2,1 | 11,0 | 0,13 | 1,56 | 10,9 | 26,9 | 30,3 |
| | 2,0 | 13,8 | 0,21 | 1,95 | 10,8 | 27,8 | 30,4 |
| | 2,0 | 15,1 | 0,25 | 2,13 | 11,0 | 28,6 | 30,1 |
| | 2,0 | 17,0 | 0,32 | 2,41 | 11,0 | 29,2 | 30,1 |
| | 2,0 | 17,9 | 0,38 | 2,53 | 11,8 | 31,4 | 29,1 |
| | 2,0 | 19,0 | 0,43 | 2,68 | 11,9 | 31,8 | 29,1 |
| 2 | 2,3 | 10,3 | 0,11 | 1,45 | 10,7 | 26,2 | 30,5 |
| | 2,2 | 12,2 | 0,16 | 1,73 | 10,5 | 26,4 | 30,8 |
| | 2,2 | 14,2 | 0,20 | 2,00 | 10,1 | 26,1 | 31,4 |
| | 2,1 | 16,1 | 0,26 | 2,28 | 9,9 | 26,0 | 31,8 |
| | 2,1 | 17,1 | 0,30 | 2,42 | 10,1 | 26,7 | 31,5 |
| | 2,1 | 18,0 | 0,33 | 2,55 | 10,0 | 26,8 | 31,6 |
| | 2,0 | 19,0 | 0,36 | 2,69 | 9,9 | 26,6 | 31,8 |
| 3 | 2,2 | 10,0 | 0,10 | 1,41 | 10,0 | 24,4 | 31,6 |
| | 2,2 | 12,1 | 0,14 | 1,71 | 9,8 | 24,7 | 31,9 |
| | 2,2 | 14,1 | 0,19 | 1,99 | 9,8 | 25,1 | 32,0 |
| | 2,1 | 16,1 | 0,24 | 2,28 | 9,4 | 24,7 | 32,6 |
| | 2,1 | 17,0 | 0,28 | 2,41 | 9,5 | 25,2 | 32,4 |
| | 2,0 | 18,0 | 0,31 | 2,55 | 9,5 | 25,2 | 32,5 |
| | 2,0 | 19,1 | 0,34 | 2,70 | 9,4 | 25,2 | 32,6 |
| 4 | 2,2 | 10,4 | 0,11 | 1,47 | 10,4 | 25,5 | 31,0 |
| | 2,1 | 12,1 | 0,15 | 1,71 | 10,3 | 25,8 | 31,2 |
| | 2,1 | 14,1 | 0,20 | 1,99 | 10,0 | 25,6 | 31,7 |
| | 2,1 | 16,0 | 0,25 | 2,26 | 9,9 | 25,9 | 31,8 |
| | 2,0 | 17,0 | 0,29 | 2,41 | 10,0 | 26,3 | 31,7 |
| | 2,0 | 17,9 | 0,32 | 2,53 | 10,1 | 26,9 | 31,4 |
| | 2,0 | 19,2 | 0,38 | 2,72 | 10,2 | 27,4 | 31,3 |

q : Vazão através da válvula com o obturador totalmente aberto; V : Velocidade de escoamento calculada considerando a seção de escoamento com diâmetro de 50 mm; Δp : Queda de pressão na válvula; K_L : Coeficiente de perda de carga localizada; L_{eq} : Comprimento equivalente da válvula (valor utilizado para estimativas de perda de carga utilizando o método dos comprimentos virtuais); K_V : Coeficiente de vazão da válvula (vazão que escoou através da válvula e resulta numa queda de pressão de 1 bar).

- Valor médio do Coeficiente de perda de carga localizada (K_L) = 10,3
- Valor médio do Comprimento equivalente da válvula (L_{eq}) = 26,6 m
- Valor médio do Coeficiente de vazão da válvula (K_V) = $31,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ bar}^{-0,5}$

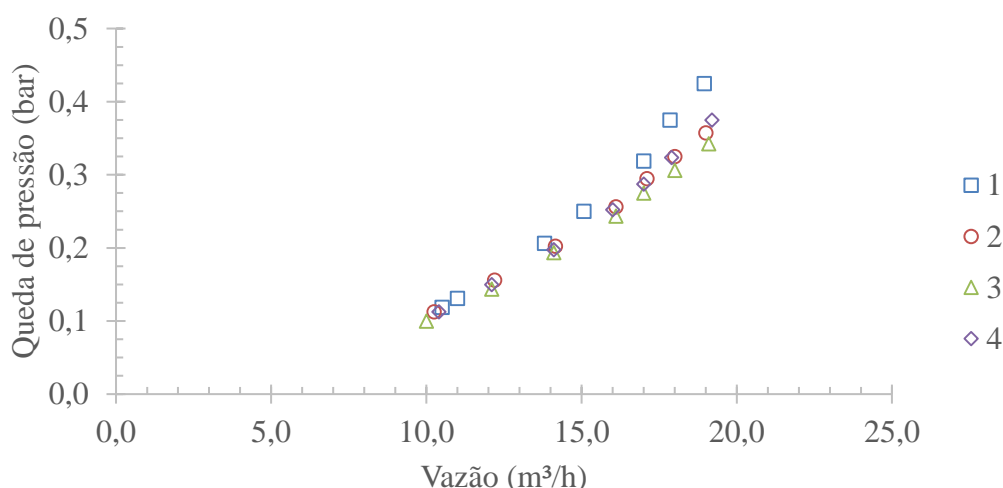


Figura 1 – Curvas de vazão x queda de pressão nas válvulas

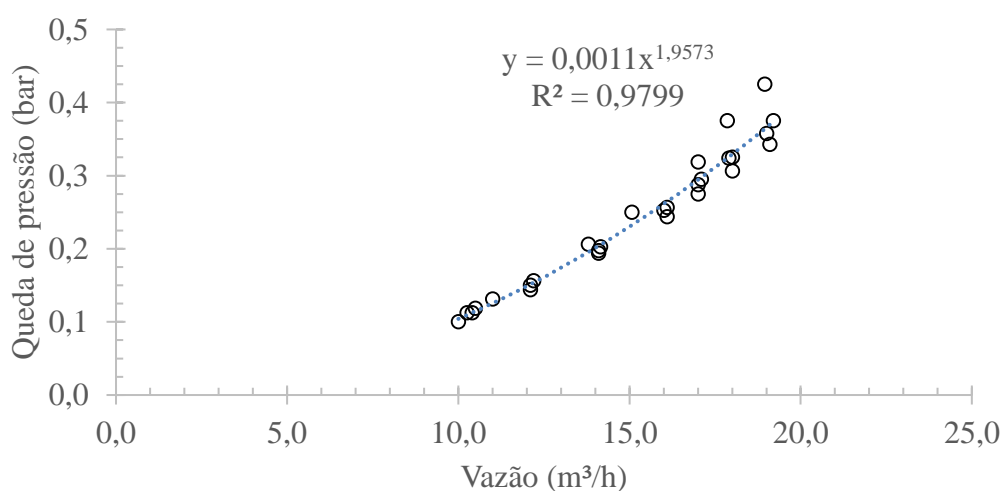


Figura 2 – Curva de vazão x queda de pressão e equação ajustada para estimativa da queda de pressão em função da vazão através das válvulas

Informações técnicas auxiliares referentes aos ensaios de perda de carga

1) Coeficiente de perda localizada de carga (K_L) ou coeficiente de resistência ao escoamento

(ζ):

$$\zeta = K_L = \frac{2 \Delta p_V}{\rho V^2}$$

Em que:

ζ ou K_L : Coeficiente de perda localizada de carga (adimensional);

Δp_V : Queda de pressão na válvula (bar);



ρ : Massa específica da água na temperatura de ensaio ($kg\ m^{-3}$);
 V : Velocidade de escoamento através da válvula ($m\ s^{-1}$).

2) Comprimento equivalente (L_{eq}):

$$L_{eq} = \frac{D K_L}{f}$$

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^8 + 9,5 \left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

$$Re = \frac{4 q_V}{\pi D \nu}$$

Em que:

L_{eq} : Comprimento equivalente (m). Representa um comprimento fictício de tubulação, com diâmetro D , que produz uma perda de carga equivalente àquela causada pela válvula;

D : Diâmetro nominal da válvula (m);

K_L : Coeficiente de perda localizada de carga (adimensional);

f : Fator de atrito da Equação Universal de perda de carga (adimensional);

Re : Número de Reynolds (adimensional);

q_V : Vazão através da válvula ($m^3\ s^{-1}$);

ε : Rugosidade da superfície do tubo (m). Para tubos de PVC, o valor assumido foi de $\varepsilon=15\mu m$;

ν : Viscosidade cinemática da água ($m^2\ s^{-1}$).

3) Coeficiente de vazão da válvula:

$$K_V = q_V \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_V \rho_0}}$$

Em que:

K_V : Coeficiente de vazão da válvula ($m^3\ h^{-1}\ bar^{-0,5}$), representa a vazão que escoar através da válvula e resulta numa queda de pressão de 1 bar;

q_V : Vazão através da válvula com o obturador totalmente aberto ($m^3\ h^{-1}$);

ρ : Massa específica da água na temperatura de ensaio ($kg\ m^{-3}$);

Δp_V : Queda de pressão na válvula (bar);

ρ_0 : Massa específica da água na temperatura de referência de $15\ ^\circ C = 998,66\ kg\ m^{-3}$.

7.7 Ensaio de durabilidade

As amostras foram submetidas a 5000 ciclos de abertura e fechamento da seção de escoamento, com rotinas de pressurização até 12 bar e despressurização total. Ao final do teste, foram reavaliados os requisitos associados as características hidráulicas e de estanqueidade.

Visualmente, não foram identificados vazamentos nos ensaios de estanqueidade.

Não houve alterações nas características hidráulicas das válvulas após os ensaios de durabilidade.

Visualmente, não foram identificados sinais de desgaste ou deterioração de componentes das válvulas após os ensaios de durabilidade.

Os resultados apresentados nesse item referem-se ao requisito 5.6 *Endurance test* da norma ISO 9635-1(2014).

7.8 Resistência a químicos e fertilizantes

Visualmente, não foram identificados sinais de deterioração nos componentes internos e externos devido à imersão das válvulas em solução com elevada concentração de cloro. Visualmente, não foram identificados vazamentos através da seção de escoamento das amostras avaliadas durante os ensaios de estanqueidade conduzidos após essa etapa. Sendo assim, as amostras atendem aos requisitos em 5.5 *Resistance to chemical and fertilizers* da norma ISO 9635-1(2014).

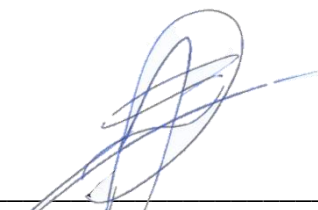
8 Outras informações

- Este relatório só deve ser reproduzido integralmente. A reprodução parcial requer aprovação escrita do laboratório.
- Os resultados deste relatório são válidos apenas para a amostra ensaiada, nas condições especificadas, não sendo extensível a quaisquer lotes.
- As informações contidas neste documento são confidenciais e de propriedade do cliente.

9 Histórico de revisões

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Identificação do relatório: | 2018-RSB Plásticos-R1.0 |
| Versão do relatório: | 00 |
| Data de emissão do relatório: | 17/08/2018 |

10 Responsável pelo relatório de ensaio



Antonio Pires de Camargo
Professor Doutor – FEAGRI/UNICAMP