

LAUDO 2021/01

1 - CLIENTE

AQUABRAS eliminadora de ar Ltda.

Av. Gabaglia 2280 Sala 411 Bairro Estoril 30 494170, Belo Horizonte.

comercial@aquabras.com

2- EQUIPAMENTO

Foram enviados pelo Cliente 06 (seis) equipamentos de ½” e seis de ¾”. Destes foram escolhidos aleatoriamente 03 (três) equipamentos de cada diâmetro para testes. Os números dos lacres dos equipamentos (eliminadora de ar) fornecidos foram; i) ½” – 00020014; 00020677; 00020073; 00020081; 0010462; 00020069; ii) 00020312; 00020355; 00020372; 00020353; 00020362; 00020377. Os equipamentos escolhidos para teste estão apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Equipamentos selecionados aleatoriamente para teste

Modelo de ½” / Número do lacre do equipamento	Detalhe do equipamento ½”
0010462 	
00020073 	
00020081 	
Modelo de ¾” / Número do lacre do equipamento	Detalhe do equipamento ¾”
00020353 	
00020355 	
00020312 	

3- OBJETIVO DO ENSAIO

Fazer teste de proficiência em eliminadores de ar - Ventosa eliminadora de ar - na redução do ar eventualmente conduzido pela água nos ramais prediais.

4- LOCAL DOS TESTES

Os testes foram realizados em bancada para ensaios de válvulas redutoras de ar instalada no Laboratório Thermo – Hydroelectro (LTHE) /UNIFEI, situado a Rua Coronel Francisco Braz, 112. Itajubá. Esta bancada tem a seguinte configuração:

- Sistema de bombeamento constituído bomba marca Oerlikon, capacidade de recalque de 20 m³/h e altura manométrica de 100 m.c.a.. Equipado com dois reostatos variáveis da marca Oerlikon que são utilizados para o controle de pressão e vazão da bomba. Trecho de recalque com 4 polegadas de diâmetro e 14 metros de extensão;
- Trecho de tubulação representando uma rede de distribuição de água com diâmetro de 2 polegadas;
- Trecho de derivação com diâmetro de ½ polegada;

- Ramal predial de entrada em 1/2 e 3/4 de polegada;
- Dois hidrômetros, um a montante e outro a jusante do equipamento a ser testado. Os hidrômetros utilizados são FAE do tipo magnético, vazão nominal de 1,5 m³/h.

A bancada, cujo esquema está apresentado na Figura 1, é composta por um segmento que simula a rede secundária de distribuição de 2” contendo 40 metros, seguida de uma tubulação de 1/2” contendo 44 metros, interligado por um sistema de bombeamento a montante e um dispositivo de medição volumétrica a jusante. As Figuras 2 e 3 apresentam uma vista lateral da bancada onde se destacam a tubulação de 2” na cor verde, na parte inferior da bancada está instalada a tubulação de 1/2” na cor azul, o ponto de inserção de ar está localizado a montante da válvula V6.

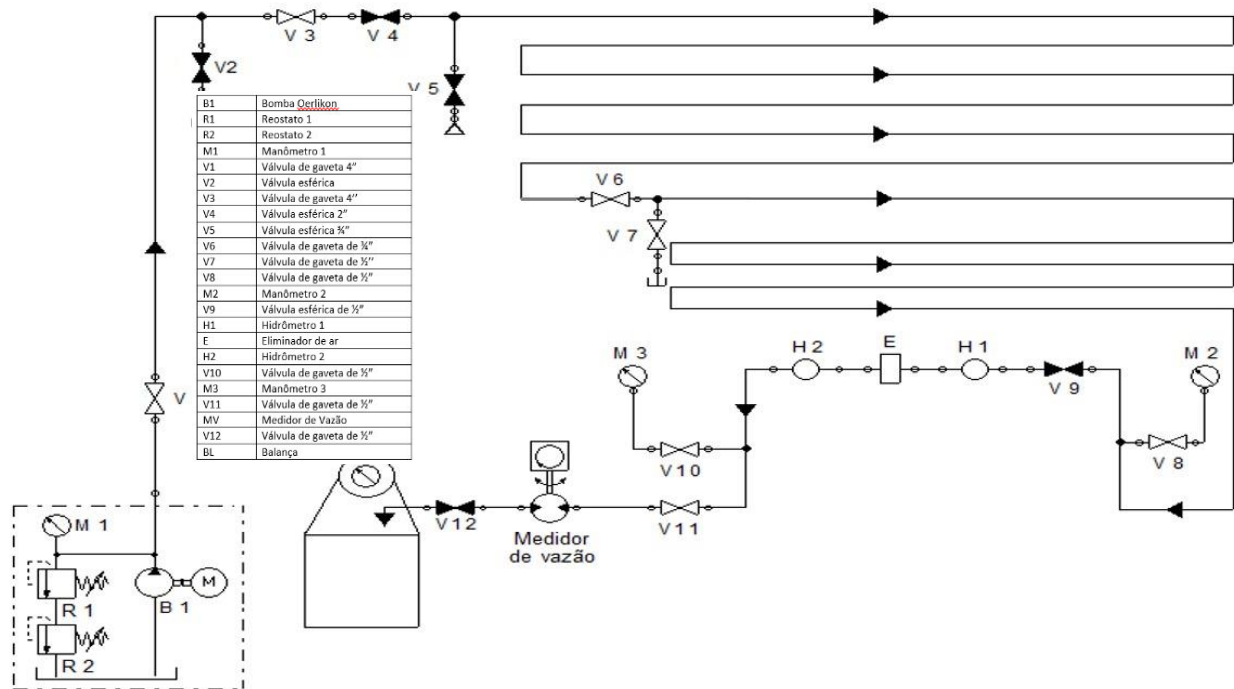


Figura 1 – Desenho esquemático da bancada de testes.



Figura 2 - Vista lateral direita da bancada de testes. Ver detalhe do ponto de injeção de ar (V6)



Figura 3 - Vista lateral esquerda da bancada de testes onde se verifica os hidrômetros e a ventosa eliminadora de ar instalados no cavalete de teste.

5- PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Os testes de proficiência buscam reproduzir a faixa de vazão de trabalho dos hidrômetros normalmente utilizados nos ramais prediais e as pressões extremas da rede de distribuição de água admitidas pela NBR 12218 (ABNT, 2017), que são 0,1 MPa (10mca) e 0,5 MPa (50mca). Duas situações distintas de funcionamento foram avaliadas, a primeira correspondente às condições normais de operação da rede de distribuição de água da bancada de teste e a outra, com abastecimento de água, após o esvaziamento total da rede da bancada de teste, conforme relatado a seguir.

5.1 - Condições normais de operação

Para a determinação da eficiência do equipamento foram medidos os volumes registrados nos hidrômetros de montante e de jusante. Também foi medido o volume de água em um reservatório que está posicionado sobre uma balança e serve para medição mássica do volume escoado, a aferição da medição realizada com os hidrômetros, substituindo o reservatório calibrado normalmente utilizado. O ar foi inserido no sistema por meio de um compressor instalado na válvula V6 (Figuras 1 e 2). Assim, para cada vazão e pressão estabelecidas, foi possível determinar a eficiência do equipamento sob condição de operação normal ($E_{nor\%}$) que é obtida pela equação 1.

$$E_{nor\%} = \frac{V_{HM} - V_{HJ}}{V_R} * 100 \quad [1]$$



Onde:

$E_{nor\%}$ = eficiência do equipamento sob condições normais de operação (%)

V_{HM} = volume medido no hidrômetro de montante (m^3)

V_{HJ} = volume medido no hidrômetro de jusante (m^3)

V_R = volume medido no reservatório calibrado (m^3)

Em todas as situações testadas, onde se fez a inserção de ar na posição da válvula V6, as medições dos hidrômetros foram idênticas (mesmos valores) mostrando que nessa condição o equipamento não consegue eliminar o ar.

5.2 - Abastecimento de água, após o esvaziamento da rede

Para simular a situação na qual o abastecimento de água ocorre logo após o esvaziamento total da rede de distribuição, impôs-se uma vazão previamente determinada para ajustar a pressão e vazão do ensaio. Após o ajuste de vazão e pressão ser obtido fecha-se a válvula V7 (Figuras 1 e 2) de forma que o fluxo de água seja temporariamente interrompido na tubulação de 1/2". O próximo passo é retirar toda água da tubulação de 1/2" mediante a injeção de ar. O volume interno dessa tubulação é de 8,88 litros, que foi obtido mediante medição mássica da água drenada do sistema. Nessa manobra um compressor de ar é acionado e sua válvula de conexão é acoplada na V6 (Figuras 1 e 2) para que toda água do sistema seja expelida. Após o expurgo de toda água o compressor é desligado e a válvula V6 é fechada. As válvulas, registros e demais componentes do sistema são mantidos na posição ajustada inicialmente de forma a se obter as mesmas condições iniciais de escoamento. Na sequência abre-se a válvula V7 e se procede a leitura dos volumes escoados nos 2 hidrômetros (H1 e H2). Após o ensaio são verificadas a vazão e pressão que estão passando pelo sistema. No caso de se detectar que alguma destas grandezas seja diferente da condição inicial (devido a algum imprevisto) os dados são descartados e o ensaio é repetido.

A eficiência do equipamento, após o esvaziamento da rede ($E_{esv\%}$), é dada pela equação 2.

$$E_{esv\%} = \frac{(V_{HM} - V_{HJ}) \cdot 1000}{8,88} \quad [2]$$

Onde:

V_{HM} = volume medido no hidrômetro de montante (m^3)

V_{HJ} = volume medido no hidrômetro de jusante (m^3)

Os ensaios com cada diâmetro (1/2" e 3/4") foram repetidos para 3 equipamentos distintos (apresentados no item 2) de cada diâmetro. Todas as medidas feitas nos ensaios foram executadas em (no mínimo) triplicata. Os ensaios realizados foram antecipadamente definidos levando em consideração a norma NBR 12218 (ABNT, 2017) que tratam sobre limites de: i) pressões de serviço máximas e mínimas; ii) velocidades de escoamento máximas e mínimas; e iii) diâmetros das tubulações das redes de abastecimento. As pressões ensaiadas variaram de 0,1 MPa (10 mca) a 0,5 MPa (50 mca) e as velocidades no sistema chegaram até valores de 2,5 m/s.

6- RESULTADOS E CONCLUSÕES

Nas condições normais de operação da rede de distribuição de água, com pressões de 0,1 MPa (10 mca), 0,2 MPa (20 mca), 0,3 MPa (30 mca), 0,4 MPa (40 mca) e 0,5 MPa (50mca) e vazões de 0,18m³/h, 0,25m³/h, 0,50 m³/h, 0,75 m³/h, 1,0 m³/h e 1,5 m³/h, verificou-se que os volumes registrados nos hidrômetros e no reservatório calibrado não apresentaram diferenças significativas. Assim sendo, pôde-se concluir que, nessas condições, não houve ar que pudesse ser retirado pelo "eliminador de ar" do ramal predial.

Por outro lado, para diâmetros de 1/2" em caso de abastecimento de água, após o esvaziamento total da rede da bancada de teste, o ar presente na tubulação foi empurrado pela água até o ramal predial. Neste caso, o "eliminador de ar" revelou para a pressão de 0,1 MPa (10 mca) uma eficiência variável de 10% para a vazão de 0,18 m³/h a 39% para a vazão de 1,5 m³/h. Na pressão de 0,2 MPa (20 mca) a eficiência foi igual a 10%

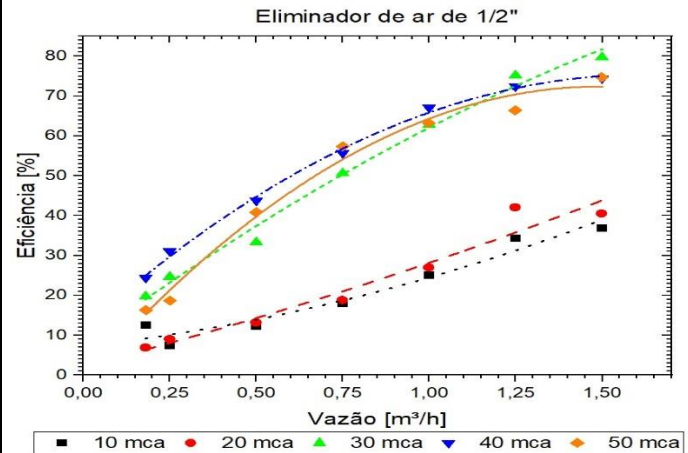
para a vazão de 0,18 m³/h e 42% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,3 MPa (30 mca) a eficiência foi igual a 20% para a vazão de 0,18 m³/h e 80% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,4 MPa (40 mca) a eficiência foi igual a 25% para a vazão de 0,18 m³/h e 75% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,5 MPa (50 mca) a eficiência foi igual a 18% para a vazão de 0,18 m³/h e 75% para vazão de 1,50 m³/h.

Na Tabela 2 e no Gráfico 1, apresentados a seguir, é mostrada a variação da eficiência em função das vazões e das pressões ensaiadas.

Tabela 2 - Eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 1/2" em função da pressão de ensaio

Vazão m ³ /h	Eficiência (%)				
	Pressão mca				
	10	20	30	40	50
0,18	13%	7%	20%	24%	16%
0,25	7%	9%	25%	31%	19%
0,50	12%	13%	33%	44%	41%
0,75	18%	19%	51%	56%	57%
1,00	25%	27%	63%	67%	63%
1,25	34%	42%	75%	72%	66%
1,50	37%	41%	80%	74%	75%

Gráfico 1 - Variação da eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 1/2" em função das vazões e das pressões ensaiadas



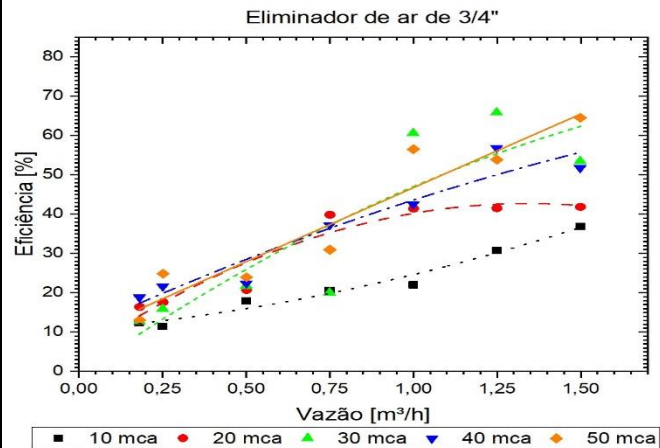
Para diâmetros de 3/4" em caso de abastecimento de água, após o esvaziamento total da rede da bancada de teste, o ar presente na tubulação foi empurrado pela água até o ramal predial. Neste caso, o "eliminador de ar" revelou para a pressão de 0,1 MPa (10 mca) uma eficiência variável de 12% para a vazão de 0,18 m³/h a 37% para a vazão de 1,5 m³/h. Na pressão de 0,2 MPa (20 mca) a eficiência foi igual a 16% para a vazão de 0,18 m³/h e 42% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,3 MPa (30 mca) a eficiência foi igual a 13% para a vazão de 0,18 m³/h e 54% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,4 MPa (40 mca) a eficiência foi igual a 19% para a vazão de 0,18 m³/h e 52% para vazão de 1,50 m³/h. Na pressão de 0,5 MPa (50 mca) a eficiência foi igual a 13% para a vazão de 0,18 m³/h e 65% para vazão de 1,50 m³/h.

Na Tabela 3 e no Gráfico 2, apresentados a seguir, é mostrada a variação da eficiência em função das vazões e das pressões ensaiadas.

Tabela 3 - Eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 3/4" em função da pressão de ensaio

Vazão m ³ /h	Eficiência (%)				
	Pressão mca				
	10	20	30	40	50
0,18	12%	16%	13%	19%	13%
0,25	11%	18%	16%	22%	25%
0,50	18%	21%	22%	22%	24%
0,75	21%	40%	20%	37%	31%
1,00	22%	41%	61%	43%	57%
1,25	31%	42%	66%	57%	54%
1,50	37%	42%	54%	52%	65%

Gráfico 2 - Variação da eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 3/4" em função das vazões e das pressões ensaiadas



Os resultados acima apresentados se referem exclusivamente ao equipamento do tipo caracterizado no item 2, não sendo extensivo a quaisquer outros similares.



CC: COPASA-MG e Ministério Público de Minas Gerais

Itajubá, 10 de dezembro de 2021.

Marcia Viana Lisboa Martins
Prof. IRN - Instituto de Recursos Naturais /
Universidade Federal de Itajubá

Carlos Barreira Martinez
Prof. IEM - Instituto de Engenharia Mecânica /
Universidade Federal de Itajubá