

LAUDO 2024/02**Ensaio eliminador de ar instalado em cavalete duplo****1 - CLIENTE**

AQUABRAS eliminadora de ar Ltda.

Sede na R. Ver. Geraldo Pereira, 603 - Padre Eustáquio, Belo Horizonte - MG, 30720-400,

comercial@aquabras.com / comercial@eliminadordear.com.br**2- EQUIPAMENTO**

Conforme procedimento adotado como padrão para ensaios foram enviados pelo Cliente sete equipamentos de 1/2" e seis de 3/4". Destes foram escolhidos aleatoriamente 03 equipamentos de cada diâmetro para testes. Os números dos lacres dos equipamentos (eliminadora de ar) fornecidos foram; i) 1/2" -00020076; **00020503**; 020808; **00020659**; 00020589; 00020552; **020814**; ii) 3/4" **00020733**; **00020705**; 00020306; **00020740**; 00020730; 0002032. . Os equipamentos enviados para teste estão apresentados na Tabela 1 e 2 a seguir. Os equipamentos selecionados estão apresentados na Tabela 3. escolhidos

Tabela 1 – Equipamentos de 1/2" enviados para teste.















 1/2" - 00020076	 1/2" 00020503
 1/2" 020808	 1/2" 00020659
 1/2" 00020589	 1/2" 00020552

Tabela 2 – Equipamentos de 3/4” enviados para teste.

 <p>3/4" 00020733</p>	 <p>3/4" 00020705</p>
 <p>3/4" 00020740</p>	 <p>3/4" 00020306</p>
 <p>3/4" 00020730</p>	 <p>3/4" 00020382</p>

Tabela 3 – Equipamentos selecionados aleatoriamente para teste

Modelo de ½” / Número do laque do equipamento	Detalhe do equipamento ½”
<u>00020503</u> 	
<u>00020659</u> 	
<u>020814</u> 	
Modelo de ¾” / Número do laque do equipamento	Detalhe do equipamento ¾”
<u>00020733</u> 	
<u>00020705</u> 	
<u>00020740</u> 	

3- OBJETIVO DO ENSAIO

Fazer teste de proficiência em eliminadores de ar - Ventosa eliminadora de ar - na configuração de instalação em cavalete duplo objetivando a 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. A bancada em questão foi desenvolvida na UNIFEI para dar provimento as demandas apresentadas pelo PROCON ESTADUAL / Recomendação Ministério Público no 10/2006 de 30 de novembro de 2006. 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 ½ e ¾ 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 secundaria 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 instalado a tubulação de 1/2” na cor azul.

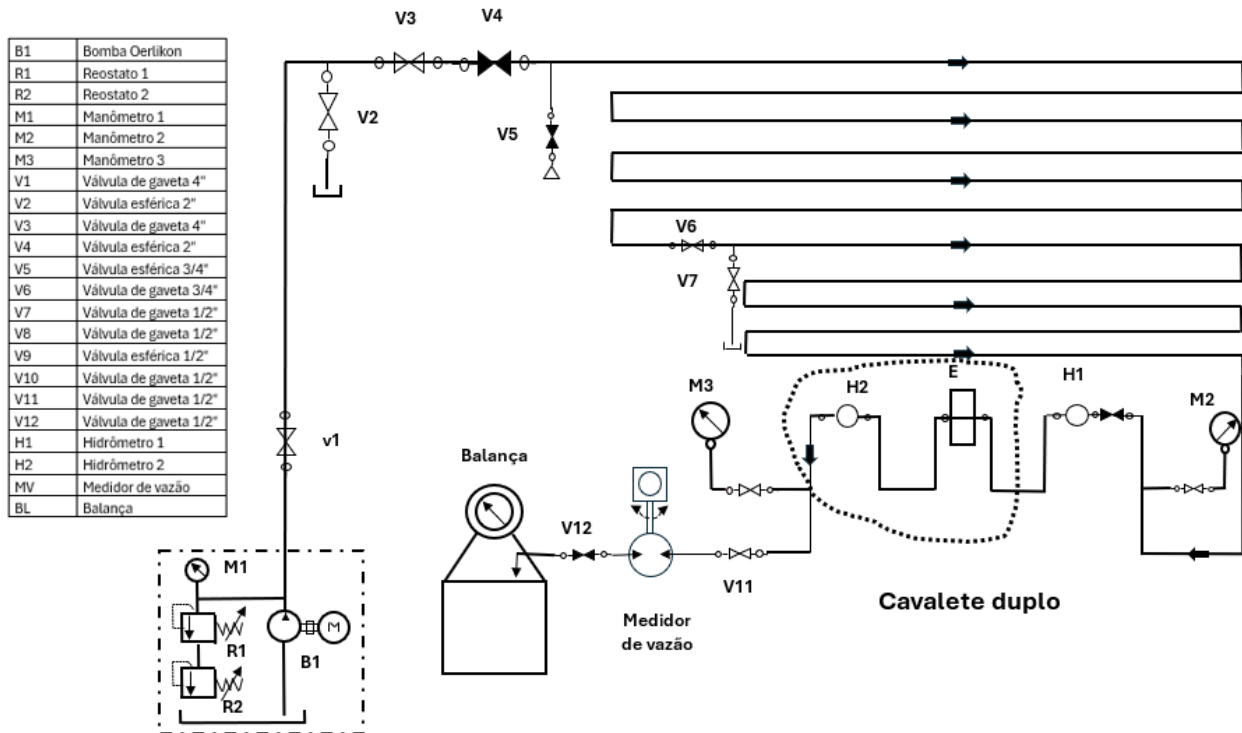


Figura 1 – Desenho esquemático da bancada de testes.

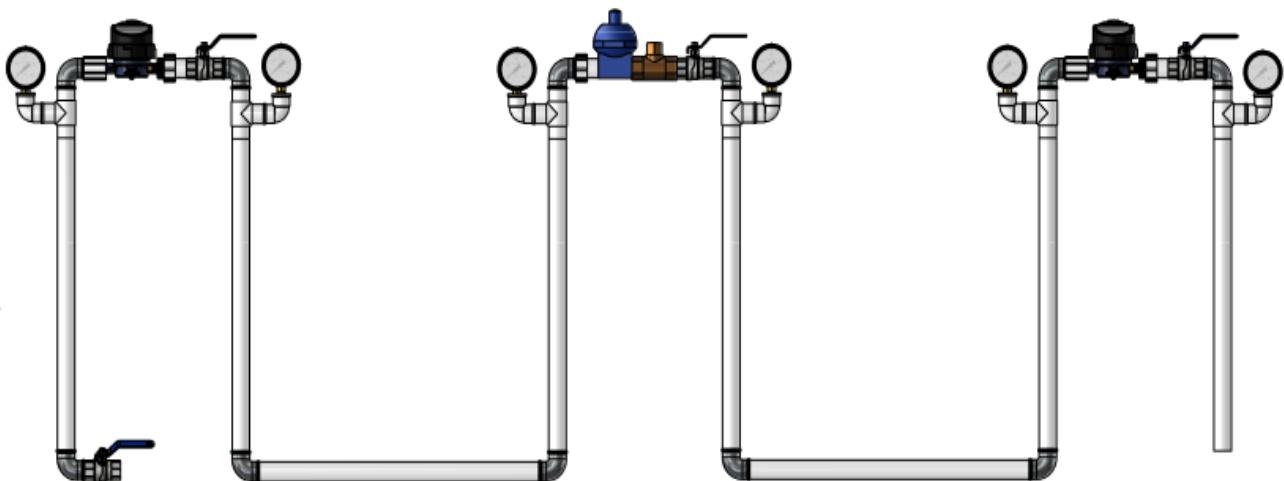


Figura 2 - Vista da bancada de testes.



Figura 3 - Detalhe da bancada de testes onde se verifica o hidrômetro e medidor de pressão instalados no cavalete de teste.

5- PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Os testes 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 (10 mca) 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.

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

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

6.1 - Para o sistema operando com água / ar em arranjo com cavalete duplo - Eliminador de 1/2":

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 15% para a vazão de 0,19 m^3/h a 41% para a vazão de 1,4 m^3/h . Na pressão de 0,2 MPa (20 mca) a eficiência foi igual a 17,2% para a vazão de 0,18 m^3/h e 41% para vazão de 1,50 m^3/h . Na pressão de 0,3 MPa (30 mca) a eficiência foi igual a 13% para a vazão de 0,18 m^3/h e 89% para vazão de 1,65 m^3/h . Na pressão de 0,4 MPa (40 mca) a eficiência foi igual a 25% para a vazão de 0,18 m^3/h e 82% para vazão de 1,30 m^3/h . Na pressão de 0,5 MPa (50 mca) a eficiência foi igual a 17% para a vazão de 0,18 m^3/h e 76% para vazão de 1,52 m^3/h .

Na Tabela 4 e no Gráfico 1, apresentados a seguir, é mostrada a variação da eficiência em função das vazões e das pressões ensaiadas.

Tabela 4 - Média dos testes 1/2" (cavelete duplo)

10 mca		20 mca		30 mca		40 mca		50 mca	
L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %
3,2	14,3%	3,1	17,2%	3,1	12,6%	3,0	24,5%	3,0	16,7%
4,4	15,9%	4,3	17,4%	4,8	46,5%	4,1	30,0%	4,2	18,8%
8,3	18,6%	9,9	23,4%	8,6	51,6%	8,3	43,6%	8,2	41,9%
11,1	18,3%	9,8	15,1%	12,4	65,4%	12,5	55,4%	12,5	56,3%
14,7	23,3%	11,6	18,7%	17,1	65,7%	16,9	68,5%	16,8	63,4%
19,3	35,1%	13,9	28,0%	20,7	78,7%	21,7	81,9%	20,4	64,6%
23,4	41,2%	25,0	40,7%	27,5	88,5%	25,7	74,8%	25,3	75,9%

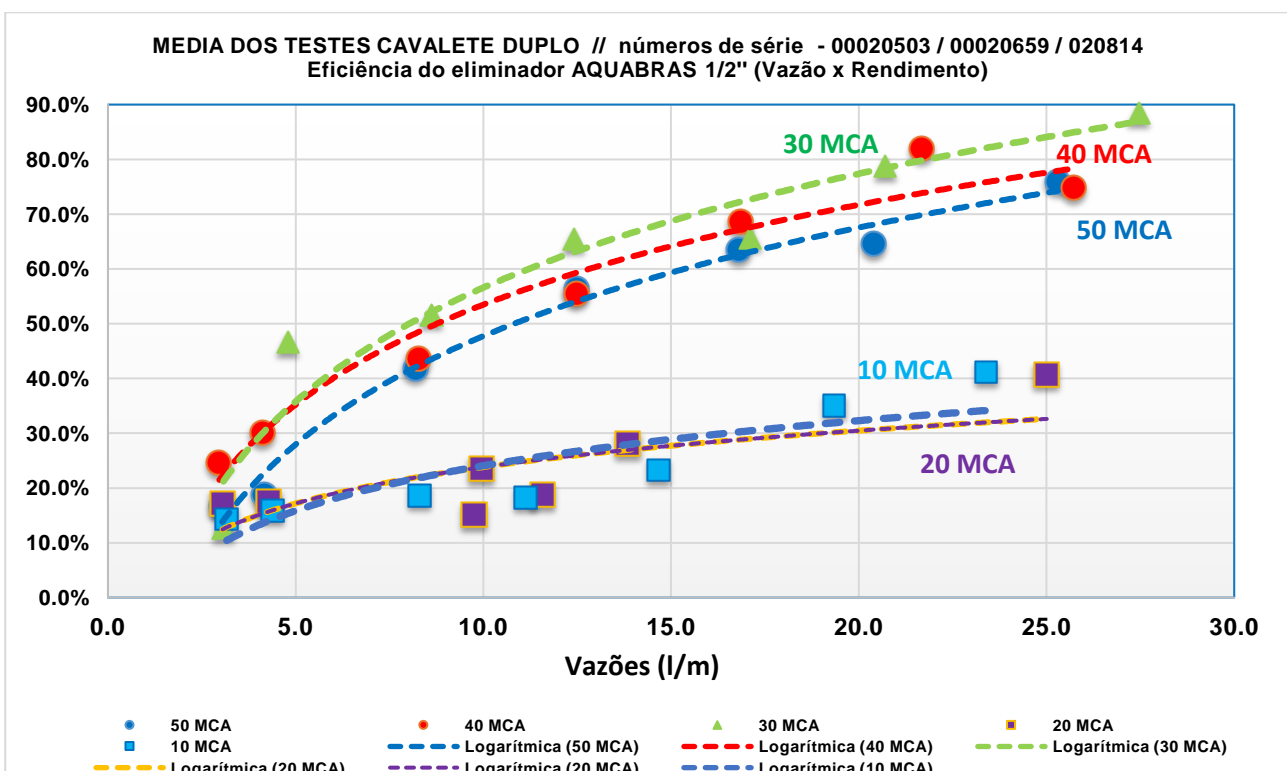


Gráfico 1 - Variação da eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 1/2" em função das vazões e das pressões ensaiadas (cavelete duplo).

6.2 - Para o sistema operando com água / ar em arranjo com cavelete duplo - Eliminador de 3/4"

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 16% para a vazão de 0,19 m³/h a 41% para a vazão de 1,4 m³/h. Na pressão de 0,2 MPa (20 mca) a eficiência foi igual a 14% para a vazão de 0,19 m³/h e 40% para vazão de 1,55 m³/h. Na pressão de 0,3 MPa (30 mca) a eficiência foi igual a 15% para a vazão de 0,21 m³/h e 86% para vazão de 1,46 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 82% para vazão de 1,34 m³/h. Na pressão de 0,5 MPa (50 mca) a eficiência foi igual a 17% para a vazão de 0,18 m³/h e 74% para vazão de 1,56 m³/h.

Na Tabela 5 e no Gráfico 2, apresentados a seguir, é mostrada a variação da eficiência em função das vazões e das pressões ensaiadas.

Tabela 2 - Média dos testes 3/4" (cavalete duplo)

10 mca		20 mca		30 mca		40 mca		50 mca	
L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %	L/mim	ef %
3,2	16%	3,2	14,2%	3,4	15,5%	3,0	25,1%	3,1	17,2%
4,5	18%	4,4	13,2%	4,8	38,6%	4,0	30,6%	4,1	18,8%
8,6	18%	11,4	22,8%	8,9	45,7%	7,8	43,9%	8,1	42,0%
11,2	17%	8,4	15,6%	12,4	60,0%	11,7	55,2%	12,3	56,7%
13,9	24%	10,4	19,5%	16,3	65,6%	17,2	69,0%	17,1	63,8%
19,5	35%	14,7	27,4%	21,0	77,7%	22,3	81,5%	18,6	65,9%
23,3	41%	25,9	40,3%	24,4	86,5%	26,6	75,2%	25,9	74,1%

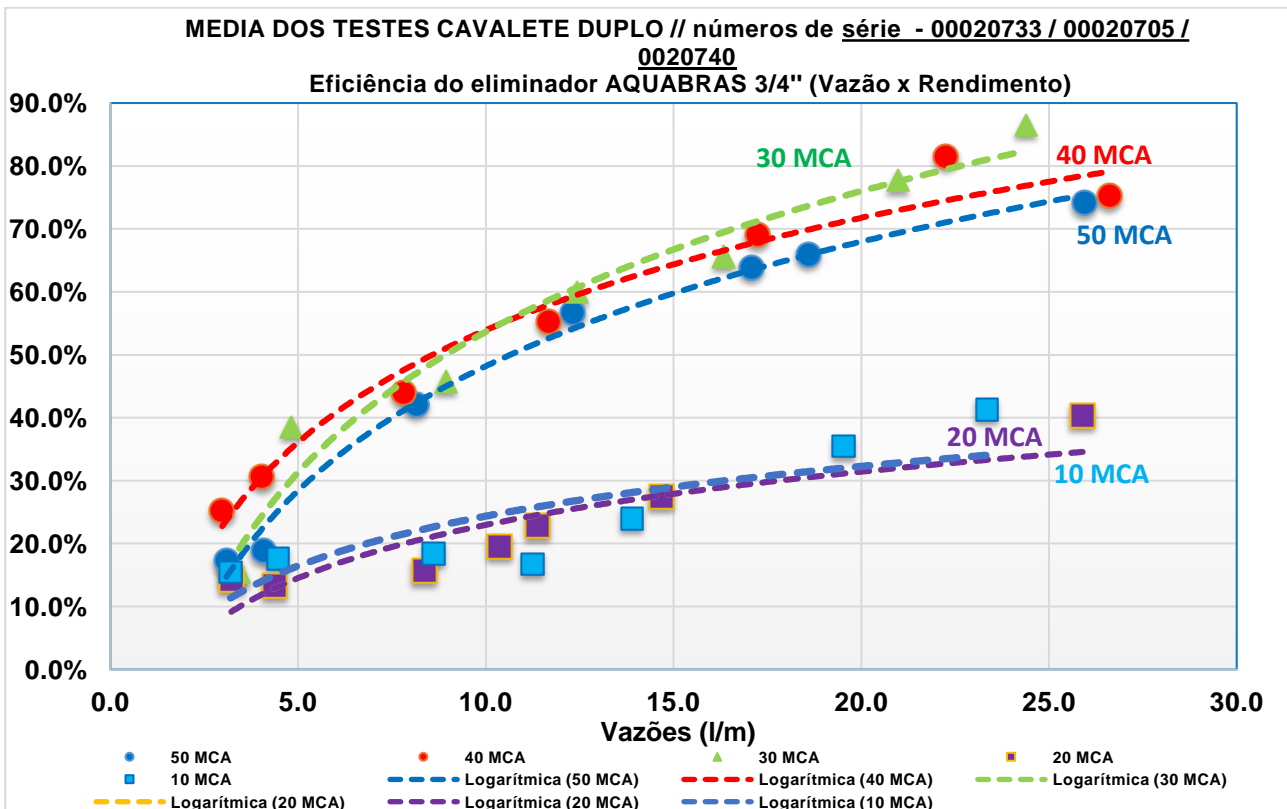


Gráfico 2 - Variação da eficiência da Ventosa eliminadora de ar de 3/4" em função das vazões e das pressões ensaiadas (cavalete duplo).

6.3 - Conclusão:

Para o sistema operando com água / ar em arranjo com cavalete duplo ficou constatado que: i) Para sistemas com diâmetros de 1/2" a eliminação do ar apresentou valores entre 12,6% e 85,5% sob várias condições de pressão e de vazão (ver grifo na Tabela 1); ii) Para sistemas com diâmetros de 3/4" a eliminação do ar apresentou valores entre 13,2% e 86,5% sob várias condições de pressão e de vazão (ver grifo na Tabela 2).

OBSERVAÇÕES FINAIS:

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



CC: DIRETORIA DO INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS DA UNIFEI

Itajubá, 10 de dezembro de 2024.

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