



## INFORMAÇÃO TÉCNICA

# ENTRADA DE AR NÃO DESEJADO

AS VÁLVULAS HIDRÁULICAS PODEM AJUDAR A RESOLVER O PROBLEMA

### AR NAS TUBAGENS PRESSURIZADAS

A principal razão para a entrada de ar nos sistemas públicos de distribuição de água é a velocidade excessiva da água.

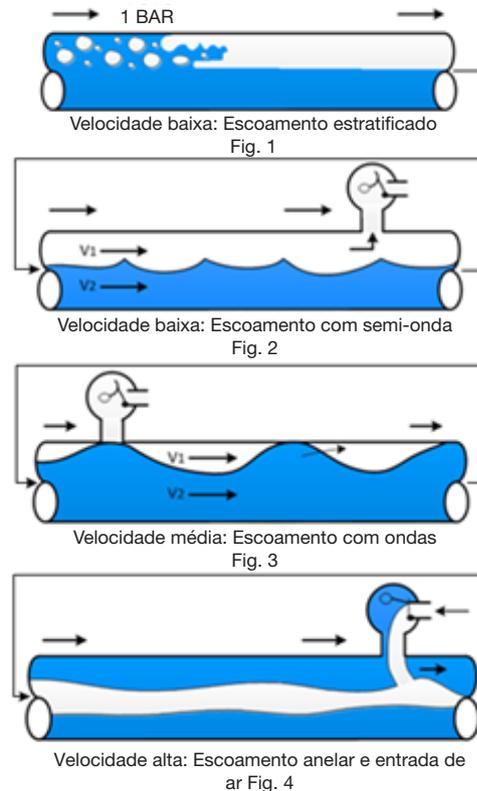
A mistura do ar com a água em tubagens pressurizadas pode resultar em turbulência alta derivada das características dinâmicas de cada um dos elementos (compressibilidade e gravidade).

Como é que uma velocidade de escoamento alta pode impedir a extração do ar e aumentar a entrada de ar? Para entender este processo de uma forma simplificada, as Figuras 1 a 4 mostram o comportamento do ar na tubagem.

Nas figuras 1 e 2 a água flui a uma velocidade aceitável, no máximo 2 m/s. Até esta velocidade é fácil a extração de ar com ventosas automáticas.

A Fig. 3 mostra um aumento na velocidade do ar (ventosas com saídas de ar abertas) em comparação com a velocidade da água. Formam-se ondas e a extração de ar é mais difícil.

Com velocidades altas (Fig. 4), a água terá tendência para o escoamento anelar. Nestes casos, a extração de ar é impossível e a ação da ventosa será invertida, resultando na entrada de um grande volume de ar na tubagem.



### VELOCIDADE E ENTRADA DE AR

Os exemplos seguintes mostram como pode entrar um grande volume de ar nas tubagens:

Fig. 5 e 6 - Vórtice em reservatórios

Fig. 7 - Vórtice na bombaem



Vortex

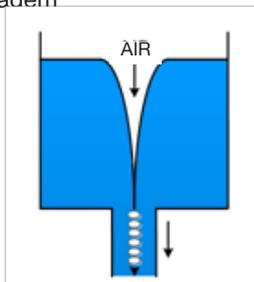


Fig. 5

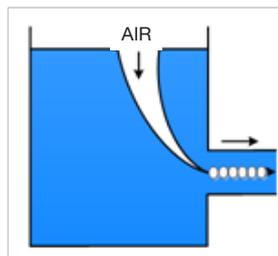


Fig. 6

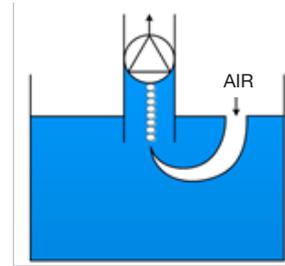


Fig. 7

Fig. 8 - Filtro obstruído ou uma válvula parcialmente fechada no sistema

Fig. 9 - Formação de microbolhas de ar depois de uma redução de pressão

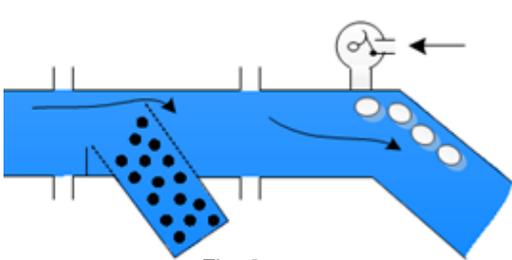


Fig. 8

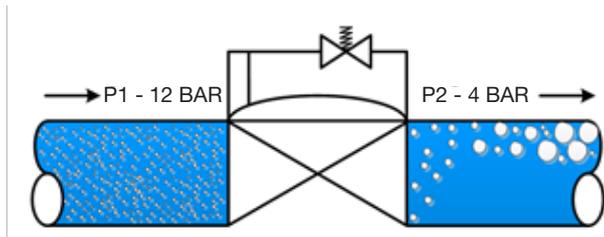


Fig. 9

Expect... **AVR**

# ENTRADA DE AR NÃO DESEJADO

AS VÁLVULAS HIDRÁULICAS PODEM AJUDAR A RESOLVER O PROBLEMA

## SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – INCORRETAMENTE DIMENSIONADO

A Fig. 10 mostra um exemplo de um sistema de distribuição de água com válvulas de controlo de nível on/off incorretamente dimensionado em reservatórios de superfície livre.

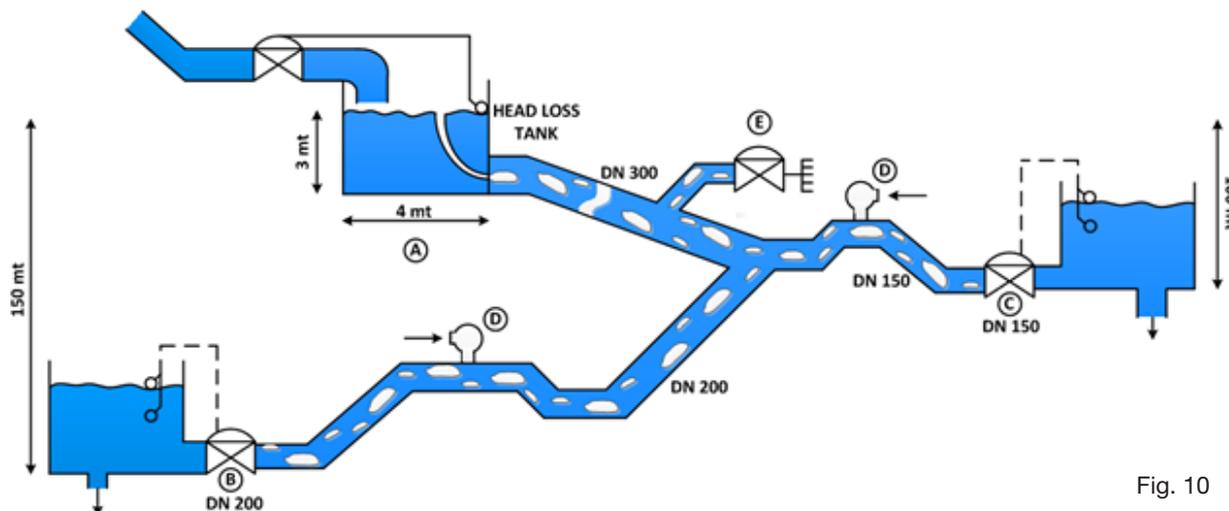


Fig. 10

- A Reservatório superior
- B Válvula hidráulica de controlo de nível DN200 de passagem reduzida
- C Válvula hidráulica de controlo de nível DN150 de passagem reduzida
- D Ventosas
- E Válvula redutora de pressão

A presença de um grande volume de ar no sistema causará ondulações prejudiciais e mau funcionamento das válvulas hidráulicas (trepidação do assento, vibração e choque hidráulico).

**Exemplo** Válvula B - DN200 Controlo de nível de passagem reduzida  
 Pressão de entrada: 10 bar  
 Válvula C - DN150 Controlo de nível de passagem reduzida  
 Pressão de entrada: 15 bar

### Valor de Kv por DN

Modelo	DN								
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Passagem reduzida (standard)	NA	53	83	119	135	202	435	734	990
Passagem total (opcional)	44	76	116	175	NA	400	710	947	1355

Kv: metros cúbicos de água a 18°C que passa por uma válvula aberta durante uma hora com  $\Delta P = 1$  bar

B: DN200 passagem reduzida Kv= 435

C: DN150 passagem reduzida Kv= 202

Caudal máximo válvula totalmente aberta  
 $Q = KV \sqrt{\Delta P}$   
 B: 1683 m³/h  
 C: 638 m³/h

### Velocidade na tubagem quando as válvulas B e C estão completamente abertas:

$$V = \frac{354 \cdot Q}{DN^2}$$

DN300: 9 m/s    DN200: 15 m/s    DN150: 10 m/s

Com esta velocidade, certamente será criado um vórtice no reservatório superior (A) com a entrada de um grande volume de ar. As ventosas (D) não funcionarão devido ao escoamento anelar e a entrada de ar ocorrerá devido ao efeito Venturi.

## ENTRADA DE AR NÃO DESEJADO

AS VÁLVULAS HIDRÁULICAS PODEM AJUDAR A RESOLVER O PROBLEMA

### COMO RESOLVER O PROBLEMA DO COLAPSO DO SISTEMA

1) Dimensionar corretamente as válvulas com cilindros anticavitação para limitar a velocidade máxima a 2m/s: Válvula DN80 de passagem total (Exemplo: Válvula C do sistema mostrado na Fig.10)

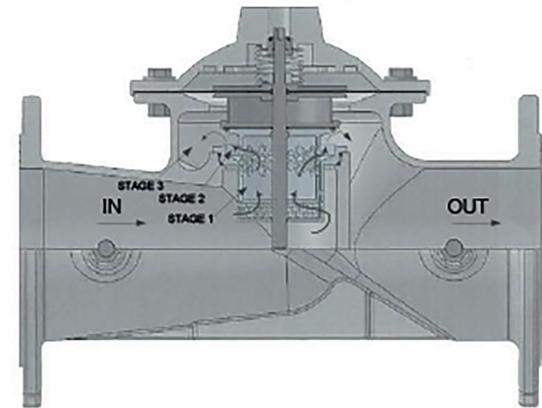
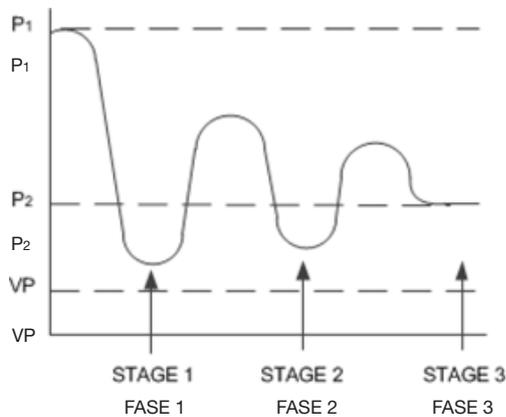


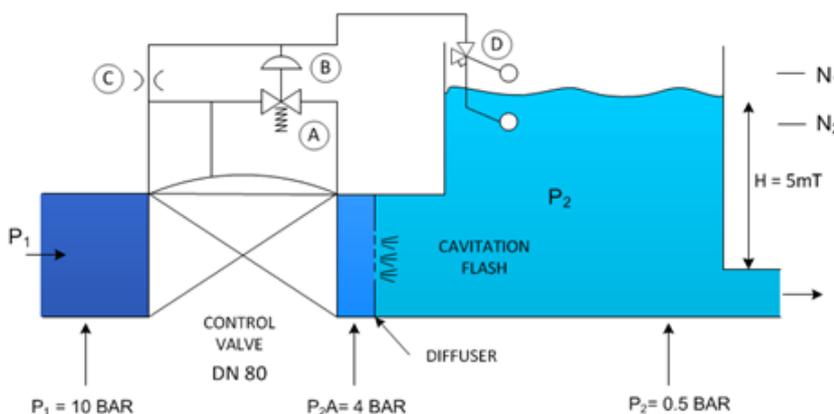
Fig. 12

#### Operação combinada em 3 fases

Quando a válvula começa a abrir, o fluxo converge aos cilindros anticavitação. A parte deslizante do cilindro abre os orifícios para jusante, ao mesmo tempo, são abertos orifícios de maior área de passagem a montante. O fluxo converge no centro do cilindro e os orifícios atuam como um divisor de fluxo, permitindo que a cavitação, em potencial, se dissipe nesta primeira fase.

Os orifícios superiores da parte deslizante do cilindro dividirão novamente o fluxo para dissipar a energia na segunda fase, impedindo os jatos diretos às paredes do corpo da válvula. Na terceira fase, as bolhas colapsam com uma energia mínima, sem nenhum efeito de cavitação e com baixo ruído.

2) Dimensionar corretamente uma válvula standard com um sistema piloto especial e dimensionar corretamente um difusor para limitar a velocidade máxima a 2 m/s: Válvula DN80 de passagem reduzida (Exemplo: Válvula C no sistema mostrado na Fig.10)



Condições de trabalho:

$P_1$ : 10 bar  
 $P_2$ : 0.5 bar

Caudal máximo: 150 m<sup>3</sup>/h

A: Piloto redutor de pressão

B: Módulo hidráulico

C: Orifício de restrição com  $\varnothing$  1,5 mm

D: Piloto flutuador (Aberto/Fechado)

Fig. 13

Quando é atingido o nível N2, o módulo hidráulico (B) abre o piloto redutor (A).

A válvula principal reduz a pressão a um valor estável de 4 bar antes do difusor (piloto redutor de pressão regulado para 4 bar), evitando a cavitação no interior da válvula.

Quando é atingido o nível N1, o módulo hidráulico (B) fecha a válvula principal.

Para aumentar o caudal máximo, deve-se regular uma pressão maior no piloto (A).

Para diminuir o caudal máximo, deve-se regular uma pressão menor no piloto (A) tendo em consideração os valores que evitam a cavitação.

## ENTRADA DE AR NÃO DESEJADO

AS VÁLVULAS HIDRÁULICAS PODEM AJUDAR A RESOLVER O PROBLEMA

### VÓRTICES – PREVENÇÃO

Mesmo com um caudal baixo, podem ocorrer vórtices em reservatórios de superfície livre de pequeno volume e também em estações de bombagem

#### ENTRADA DE AR EM DEPÓSITOS DE SUPERFÍCIE LIVRE

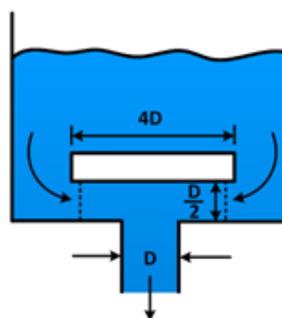
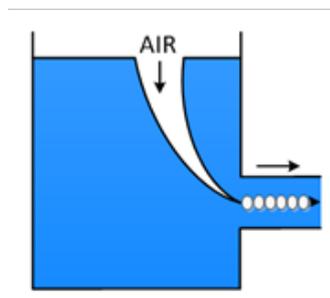


Fig. 14

#### ENTRADA DE AR EM ESTAÇÕES DE BOMBAGEM

A entrada de ar provocada pela formação de um vórtice numa estação de bombagem pode ser muito prejudicial. O ar é um fluido compressível, e se a bomba parar devido à falta de energia, o risco de choque hidráulico com maior intensidade aumenta com a presença de ar. Picos de pressão alta serão violentos e destrutivos.

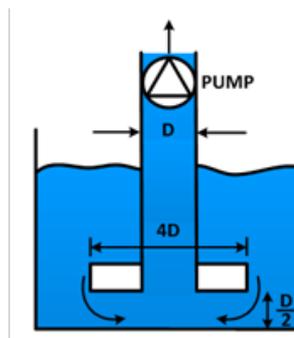
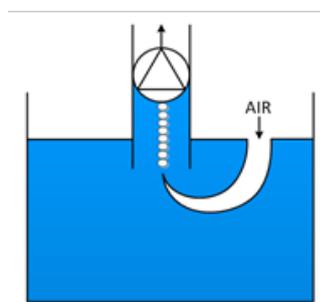


Fig. 15

### ROTURAS CAUSADAS POR BOLSAS DE AR PERMANENTES

O ar é um elemento que pode causar danos estruturais numa instalação. Numa ramificação, as extensões de tubo que não estão em utilização podem funcionar como um pistão pneumático, podem criar sucessivos picos de pressão crescentes e decrescentes que levam à fadiga do material.

Num sistema, com o fecho repentino de uma válvula hidráulica, P1 aumenta a compressão do ar e a absorção da energia inerente imediatamente após a compressão. O ar comprimido atua como um cilindro pneumático, causando sucessivas ondas hidráulicas que causam danos na estrutura do próprio sistema.

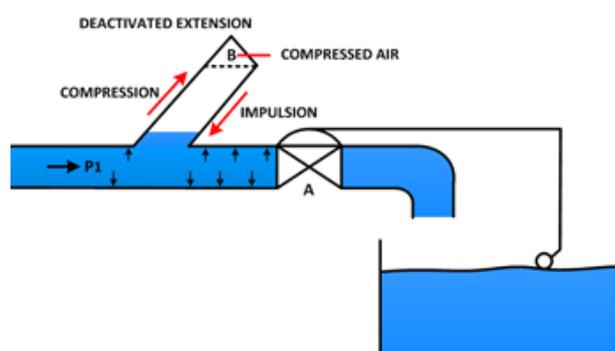


Fig. 16

## ENTRADA DE AR NÃO DESEJADO

AS VÁLVULAS HIDRÁULICAS PODEM AJUDAR A RESOLVER O PROBLEMA

### SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – CORRETAMENTE DIMENSIONADO

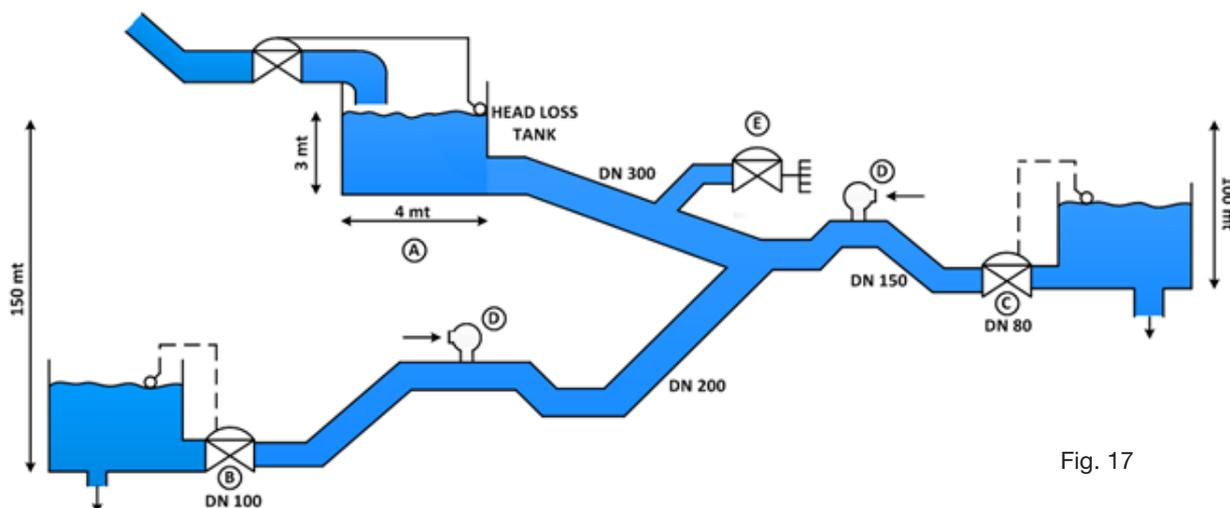


Fig. 17

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| A Depósito superior                       | D Ventosas                    |
| B Válvula hidráulica de controle de nível | E Válvula redutora de pressão |
| C Válvula hidráulica de controle de nível |                               |

### SELEÇÃO CORRECTA DAS VÁLVULAS

Válvula hidráulica de controlo de nível com piloto flutuador modulante em vez de piloto flutuador não modulante (ABERTO/ FECHADO).

VÁLVULA C: DN80 de passagem total com cilindro anticavitação para limitar a velocidade ao caudal máximo (Fig. 12) ou: DN80 standard de passagem reduzida com um difusor corretamente dimensionado para limitar a velocidade e o caudal máximo (Fig. 13)

VÁLVULA B: Igual à válvula C, mas em DN100.

Ambas, as válvulas, têm a função de sustentação de pressão para evitar falhas na pressão de entrada da válvula redutora de pressão E e, assim, garantir a estabilidade do sistema (Fig. 18).

A velocidade máxima no sistema é de 2 m/s



Fig. 18  
Flutuador modulante /  
Sustentadora de pressão