

## **I-085 - EMPREGO DE TANQUES ALIMENTADORES BIDIRECIONAIS (TAB) PARA ATENUAÇÃO DAS CARGAS TRANSITÓRIAS EM ADUTORA POR RECALQUE COMPOSTA POR DIVERSOS TRECHOS EM SÉRIE E EM PARALELO: ESTUDO DE CASO**

**Marcos Rocha Vianna<sup>(1)</sup>**

Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos Mestre em Hidráulica e Saneamento. Engenheiro civil. Professor da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

**Márcio Ribeiro Vianna Neto**

Mestre em Engenharia. Engenheiro químico. Diretor da Bloom Consultoria Ltda. Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cobre, 200 - Bairro Cruzeiro - CEP: 30.310-190 - Belo Horizonte / MG – Brasil – e-mail: [mrviana@fumec.br](mailto:mrviana@fumec.br)

### **RESUMO**

Tanques alimentadores bidirecionais (TAB) constituem alternativas para os tanques alimentadores unidirecionais (TAU). Os autores utilizam esses dispositivos desde o final da década de 1980 em adutoras de sistemas de abastecimento de água de pequeno e médio porte. Apresentam simplicidade construtiva e operacional e seu custo é comparativamente inferior ao dos TAU. O trabalho descreve as concepções básicas utilizadas pelos autores em seus projetos, além de outra alternativa utilizada em adutoras de maior porte. Seu princípio de funcionamento é mostrado em diagramas explicativos. Descreve também as condições de contorno aplicáveis ao cálculo, quando se utiliza o método das características. Finalmente, os resultados obtidos na atenuação do golpe de aríete numa adutora recentemente estudada pelos autores são apresentados, como forma de mostrar sua aplicabilidade.

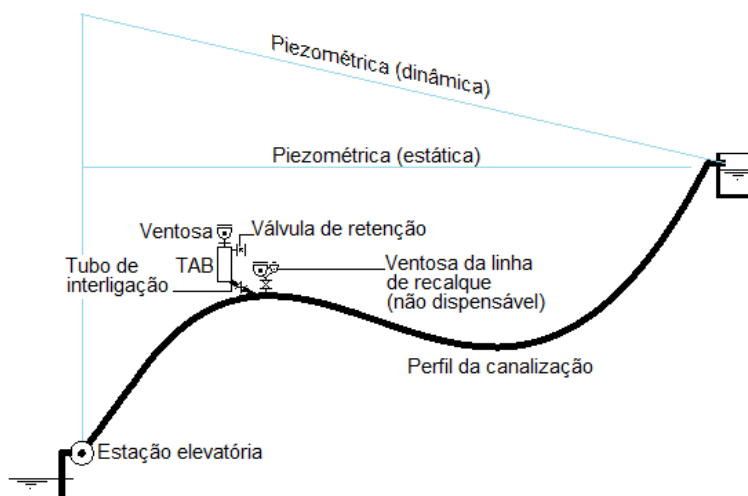
**PALAVRAS-CHAVE:** Golpe de aríete em adutoras, tanque alimentador unidirecional, tanque alimentador bidirecional.

### **INTRODUÇÃO**

Tanques alimentadores bidirecionais (TAB) vêm sendo utilizados pelos autores desde o final da década de 1980 como recursos eficazes para a atenuação das cargas transitórias em adutoras de recalque. São unidades de concepção, construção e operação bastante simples. Seu desenho esquemático e sua instalação na linha de recalque são ilustrados na Figura 1.

O que se tem basicamente é uma coluna cheia d'água, em cuja extremidade superior são instaladas uma válvula de retenção e uma ventosa de pequeno calibre. A válvula de retenção permite a entrada de ar na coluna e impede a saída de água (VIANNA, 2008). A sequência de seu funcionamento é descrita a seguir.

- (a) De início, o regime permanente correspondente à situação em que a estação elevatória opera está estabelecido. A Figura 2 (a) mostra o perfil da linha de recalque e a linha piezométrica correspondente.
- (b) No instante em que falta energia elétrica, com reduz-se a vazão com que a elevatória alimenta a linha de recalque. Produz-se, em consequência, a redução da pressão no trecho de canalização imediatamente a jusante, o que introduz a alteração da linha piezométrica mostrada na Figura 2 (b).



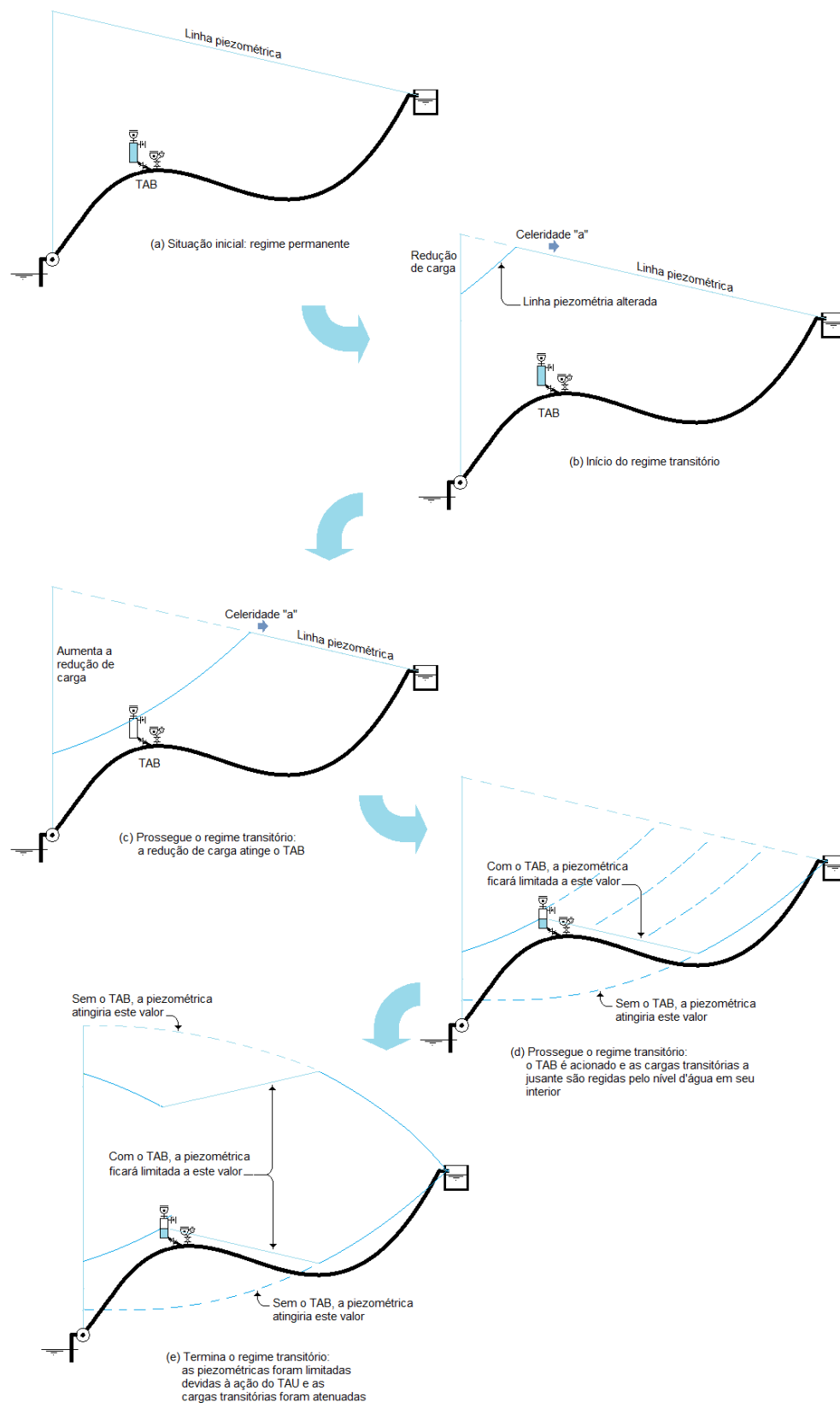
**Figura 1 – Tanque alimentador bidirecional: desenho esquemático e instalação na linha de recalque (desenho esquemático).**

- (c) A redução de pressão propaga-se para jusante, até que o TAB é atingido, Figura 2 (c).
- (d) A partir deste instante ele estabelecerá as pressões reinantes no trecho a jusante, pois passará a injetar água, mantendo, dessa forma inalterada a diferença de velocidades responsável pela redução de carga, ver Figura 2 (c).
- (e) Em fase posterior, a água tenderá a deslocar-se de volta para o interior do TAB. Isto de fato acontecerá, sendo que o ar passará a ser expulso lentamente através da ventosa de pequeno calibre.
- (f) Após cessado o transitório, as cargas transitórias extremas (máximas e mínimas) ao longo da adutora terão sido estabelecidas pelo TAB. A Figura 2 (e) representa essas cargas, comparando-as com as que prevaleceriam se o TAB não estivesse instalado.
- (g) A sequência mostrada na Figura 2 mostra que a instalação do TAB no ponto indicado evitou a ocorrência de pressões negativas no trecho inicial da adutora. Como consequência, as cargas transitórias máximas foram também atenuadas.

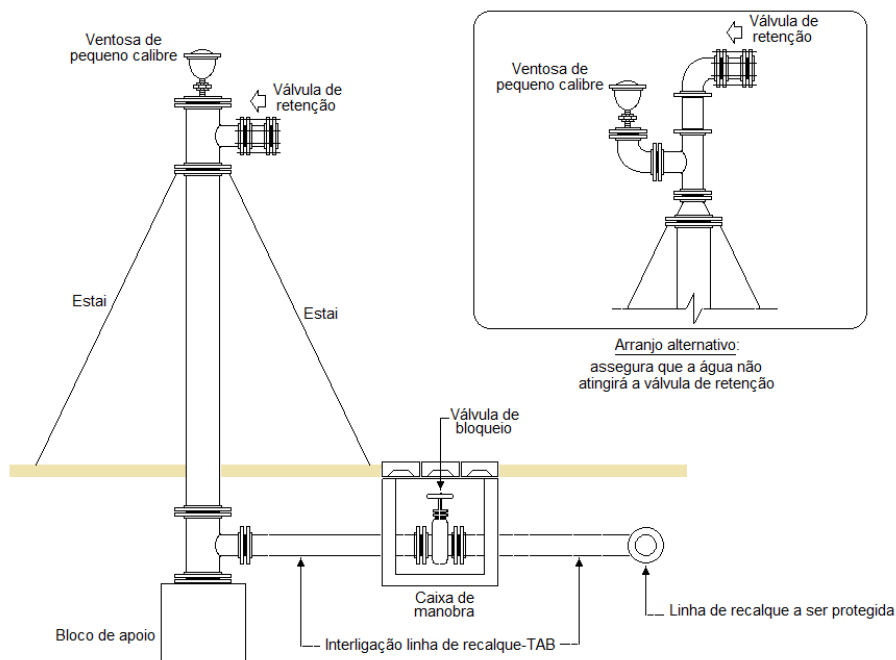
Na Figura 3 são apresentadas: (a) a configuração típica utilizada na maioria dos projetos de linhas de recalque de sistemas de abastecimento de água; e (b) uma configuração alternativa.

Observe que o TAB foi colocado diretamente sobre a tubulação. Além disto, para evitar que o mau funcionamento da válvula de retenção acarretasse a saída de água e sua precipitação sobre as proximidades da linha (que poderia descalçar a tubulação enterrada), optou-se pela criação do esgotamento de emergência ali representado.

Destaca-se que a válvula de retenção deve ser dimensionada de modo a introduzir pequena perda de carga quando o ar estiver sendo admitido no dispositivo, em consequência da cessão de água para a adutora a partir da ocorrência da situação representada na Figura 2 (b). Por sua vez, a ventosa deve ser dimensionada de modo a obrigar que o ar acumulado no interior do TAB seja expulso do modo mais lento possível. Será evitada assim a possibilidade de “fechamento rápido” do dispositivo, que poderia produzir novo golpe de arfete.



**Figura 2 – Tanque alimentador bidirecional (TAB): diagrama esquemático de funcionamento.**



**Figura 3 – Tanque alimentador bidirecional (TAB): concepção mais adotada.**

Os autores criaram as condições de contorno aplicáveis a esse equipamento e o introduziram em seu programa de cálculo computacional. Esse programa permite determinar as envoltórias das cargas transitórias mínimas e máximas em tubulações de recalque, ainda que compostas por uma multiplicidade de condutos forçados em série e/ou em paralelo

## METODOLOGIA UTILIZADA

A espinha dorsal do programa de cálculo desenvolvido pelos autores é o denominado “método das características”, conforme descrito por Wylie e Streeter (1978). Foram introduzidas as condições de contorno impostas pelo dispositivo, quais sejam:

- A carga no ponto em que se encontra instalado será sempre maior ou igual à carga imposta pelo nível d’água em seu interior.
- A velocidade na seção imediatamente a jusante do ponto em que se encontra instalado será sempre maior ou igual a zero.
- O cálculo eletrônico despreza a possibilidade da velocidade negativa, pois o pequeno calibre da ventosa fará com que ela seja desprezível. Isto o torna a favor da segurança, do ponto de vista da obtenção das cargas transitórias máximas.

O cálculo eletrônico também despreza o efeito atenuador do pequeno volume de ar aprisionado no interior do dispositivo. Isto também o torna a favor da segurança. As equações correspondentes serão apresentadas no trabalho completo.

## RESULTADOS OBTIDOS

Este trabalho detalha o efeito atenuador obtido pela instalação de cinco dispositivos desse tipo numa adutora de água bruta composta por diferentes trechos de materiais, diâmetros e espessuras variáveis. O diagrama dessa linha de recalque é mostrado na Figura 4. Neste trabalho são apresentados apenas os perfis contendo as cargas

transitórias correspondentes às situações em que: (a) nenhum dispositivo anti-golpe é instalado, desconsiderados os efeitos de separação da coluna líquida (Figura 5); e (b) cinco TAB se encontram instalados (Figura 6).

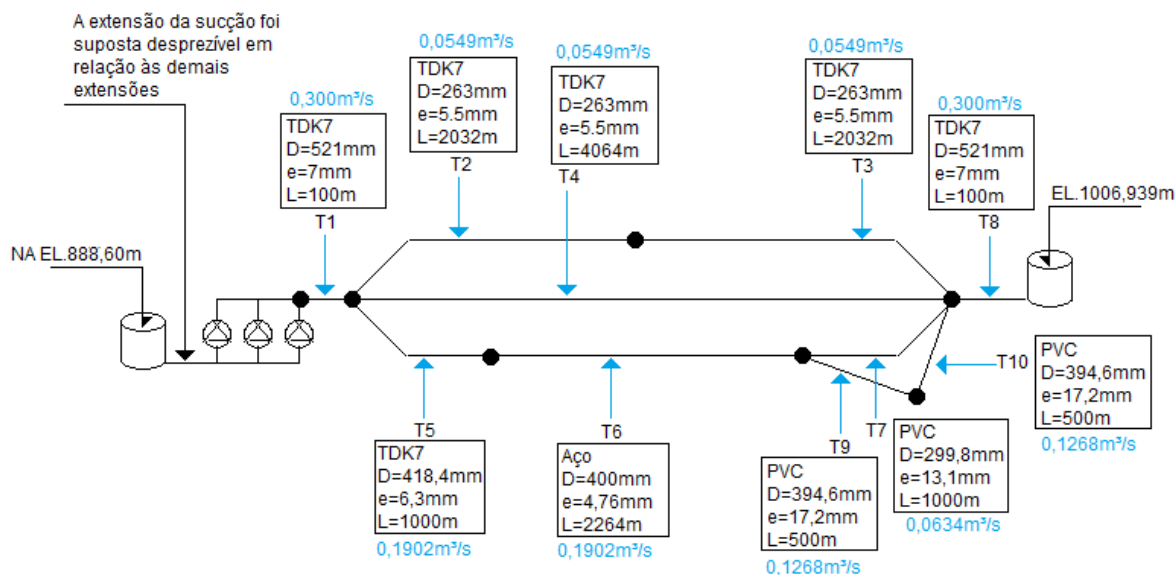


Figura 4 – Estudo de caso: diagrama da linha de recalque.

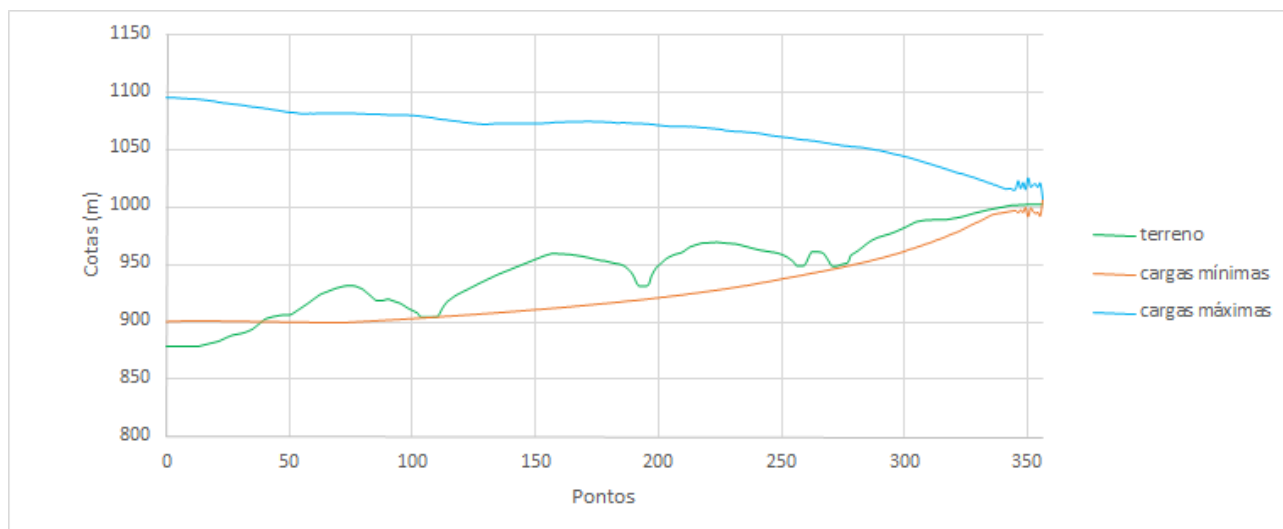
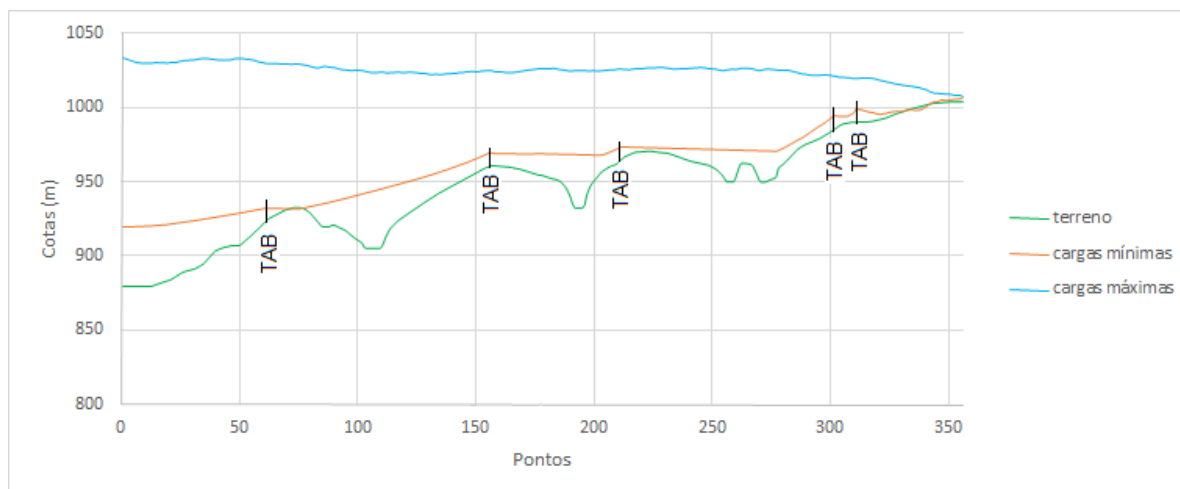


Figura 5 – Linha de recalque estudada: cargas transitórias sem dispositivos de proteção.



**Figura 6 – Linha de recalque estudada: cargas transitórias com dispositivos de proteção.**

## CONCLUSÕES

O tempo de operação tem mostrado que os tanques alimentadores bidirecionais (TAB) são dispositivos rústicos e confiáveis para serem utilizados na proteção de linhas de recalque contra o golpe de aríete. A introdução de suas condições de contorno no método das características pode ser feita sem grandes dificuldades.

O caso estudado e apresentado neste trabalho mostra que a instalação de cinco TAB ao longo de uma adutora de grande extensão foi capaz de eliminar a ocorrência de pressões negativas em todo o caminhamento, em virtude da atenuação das cargas transitórias mínimas. A atenuação das cargas transitórias máximas foi a consequência natural desse efeito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WYLIE, E. Benjamin.; STREETER, Victor. L. (1978). Fluid transients. New York: Mc Graw-Hill. 384p.
2. VIANNA, Marcos R. (2008). Hidráulica para engenheiros sanitaristas e ambientais. Volume 2: sistemas de produção, reservação e distribuição de água potável. Belo Horizonte, FUMEC. 369p.
3. VIANNA, Marcos R.; VIANNA NETO, Márcio R. (2015). Emprego de tanques alimentadores bidirecionais (TAB) para atenuação das cargas transitórias em adutoras por recalque: estudo de caso. Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro.