

UniEVANGÉLICA – CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPUS CERES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADMILSON CLEMENTE DA SILVA FILHO

RODRIGO LUCAS DIAS

**ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE AR EM TUBULAÇÕES DE REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

PUBLICAÇÃO N°: XXXX

CERES/GO

2019

ADMILSON CLEMENTE DA SILVA FILHO

RODRIGO LUCAS DIAS

**ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE AR EM TUBULAÇÕES DE REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

PUBLICAÇÃO N°: XXXX

ORIENTADOR: Me. Charles Lourenço de Bastos

CERES/GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA FILHO, A. C. da;

DIAS, R. L.;

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE AR EM TUBULAÇÕES DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, 2019, 20p. (UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2019). TCC – UniEVANGÉLICA Curso de Engenharia Civil.

1. Ar nas tubulações

2. Redes de distribuição de água

3. Ventosas

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA FILHO, Admilson Clemente da; DIAS, Rodrigo Lucas; **Estudo sobre a presença de ar em tubulações de redes de distribuição de água**. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, p. 20 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES:

Admilson Clemente da Silva Filho

Rodrigo Lucas Dias

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Estudo sobre a presença de ar em tubulações.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Admilson Clemente da Silva Filho
76340000–Carmo do Rio Verde/GO–Brasil

Rodrigo Lucas Dias
76300000–Ceres/GO–Brasil

**ADMILSON CLEMENTE DA SILVA FILHO
RODRIGO LUCAS DIAS**

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE AR EM TUBULAÇÕES

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

CHARLES LOURENÇO DE BASTOS, Mestre (UFG) (ORIENTADOR)

JÉSSICA NAYARA DIAS, Mestre (UNB) (EXAMINADOR INTERNO)

PLÍNIO FERREIRA PIRES, Mestre (UFG) (EXAMINADOR INTERNO)

CERES/GO, 11 de DEZEMBRO de 2019.

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE AR EM TUBULAÇÕES DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Admilson Clemente da Silva Filho¹

Rodrigo Lucas Dias²

Charles Lourenço de Bastos³

RESUMO

Nos últimos anos, muitos consumidores têm procurado as empresas que fornecem água com reclamações a respeito da presença de ar nas tubulações. Tendo em vista os transtornos que podem ser causados devido à presença de ar nas redes de distribuição e nas redes adutoras de água, faz-se necessário a busca por aparelhos e métodos que amenizem ou solucionem o problema em questão. A engenharia civil tem crescido em busca de novas tecnologias que atuem com maior rapidez e eficácia na solução e prevenção de problemas, exemplo disto são as válvulas ventosas, cujo funcionamento tem como objetivo a expulsão e admissão de ar conforme solicitado pela rede de distribuição, com objetivo de remover o ar presente nas tubulações decorrentes de procedimentos realizados durante a captação até a distribuição para o seu consumidor final. Com válvulas de ar instaladas ao longo do processo de distribuição de água, é possível ter um aumento da vida útil dos equipamentos instalados nas redes de distribuição e adutoras como, por exemplo, as válvulas redutoras de pressão, hidrômetros e bombas. Seu funcionamento está ligado diretamente a um flutuador esférico localizado dentro da válvula, que tem a mesma função de uma boia, quando existe a presença de ar, ela abaixa possibilitando a saída ou entrada de ar pela válvula, e na presença de água ela fecha a passagem de ar, impossibilitando vazamento de água através dela.

Palavras-chave: Ar nas tubulações. Redes de distribuição de água. Ventosas.

¹Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: admilson12@hotmail.com

²Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: rodrigolucas@saneago.com.br

³Mestre, professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: xarlleslb@gmail.com

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1 Levantamento de dados e informações	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
3.1 A presença de ar nas tubulações	7
3.2 Desvantagens e efeitos do ar em tubulações	8
3.3 Equipamentos bloqueadores ou eliminadores de ar	9
3.4 Válvulas de liberação de ar, válvulas ar/vácuo e válvulas de combinação	11
3.5 Dimensionamento e aplicação das ventosas	13
3.6 Observações aferidas em caso específico – Município de Ceres-Goiás	14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

Apesar de não haver estudos que comprovam estatisticamente o aumento da fatura de água, existem as evidências de que ela pode causar este e outros tipos de prejuízos aos usuários do serviço de abastecimento de água, distribuída pelas empresas concessionárias, mas ainda existem novos estudos em desenvolvimento na tentativa de comprovar que os consumidores têm pagado por ar como se água fosse (BRASIL, 2011).

Constantemente há reclamações por parte dos consumidores sobre o aumento significativo nas suas contas mensais, que podem ser resultado de diferentes fatores como, vazamentos, condições de trabalho impróprias para aparelho, fugas de ar, ou presença de ar nas tubulações. A presença de ar pode estar presente associado à água ou em bolsões de ar na rede, que devido a uma manutenção na rede pode ter sido injetado, ou por algum outro processo involuntário na estação de tratamento ou na estação de bombeamento.

O surgimento de bolsões de ar nas tubulações quando chegam ao hidrômetro, faz com que o contador gire, este caso ocorre com mais frequência em regiões altas onde ocorre rodízio no abastecimento, pois essas áreas são as que sofrem primeiro com a falta de água. Quando é normalizado, a passagem da água faz com que o ar que esta na tubulação evacue para os pontos de saída, fazendo aumentar o consumo final da água.

Atualmente, se encontram no mercado muitas opções de aparelhos de medição de vazão instalados nos Sistemas de Abastecimento até chegar ao consumidor. Com a passagem de ar nas tubulações, o mesmo vai acumulando, e quando atinge certa quantidade o aparelho pode parar de funcionar, enquanto outros medem a passagem de quaisquer fluídos, ou seja, inclusive do ar. No caso da micromedição se chegar aos hidrômetros esse ar será contabilizado o que gera uma alteração no relatório final do consumo de água, e a leitura, em função da alteração da densidade do líquido, gera prejuízo ao consumidor final. Essa presença de ar gera preocupação aos órgãos que administram o Sistema de Abastecimento, buscando soluções para evitá-la e até que ponto é tolerável (MIRANDA, 2011).

Portanto, é importante ter conhecimento dos fatores que possibilitam a entrada de ar no sistema de abastecimento, seja de modo acidental, inevitável ou devido à ineficiência no gerenciamento operacional do sistema. É importante também saber qual a influência que esse ar causa na rede e nas medições dos diversos aparelhos localizados ao longo do sistema (MIRANDA, 2011).

No Brasil, o assunto tem despertado a atenção de especialistas, de técnicos, das instituições de ensino, das concessionárias de saneamento e principalmente dos consumidores. A principal razão para isso consiste na polêmica gerada em torno da movimentação do hidrômetro pelo ar, com o registro sendo pago como se fosse água. Diversos fabricantes têm desenvolvido equipamentos conhecidos como bloqueadores de ar ou eliminadores de ar, dispositivos utilizados com a finalidade de reduzir o ar no fluxo de água que abastece a ligação do cliente e acarreta medições incorretas do volume de água (KOIDE et al., 2017).

Diante da problemática em questão e da necessidade de soluções eficácias, o presente estudo abrange a presença de ar nas tubulações, adentrando na necessidade de soluções como a aplicação dos aparelhos de ventosa, que são próprios para expulsar o ar das tubulações, impedindo assim que aconteçam rompimentos, evitando desgastes nas redes e desconforto com os clientes. Através dos estudos já apresentados sobre o assunto, é imprescindível que haja maior conscientização e atuação da engenharia na prevenção dos casos relacionados a presença de ar nas tubulações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Levantamento de dados e informações

Realizou-se visita técnica na Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), sede em Goiânia-GO, onde foi possível colher documentação com o responsável por treinamentos dos funcionários da empresa, foi proporcionado compartilhamento de conhecimento por meio de entrevista. A pesquisa bibliográfica se expande a partir de leituras em relatórios, normas técnicas, artigos e dissertações. Nessa pesquisa de natureza exploratória buscou-se a maior compreensão do assunto por meio de visita *in loco* em alguns pontos de uma rede de abastecimento de água no município de Ceres-Goiás.

2.1.1 Referências bibliográficas

A documentação da SANEAGO está baseada em teses, cursos ministrados pelas empresas responsáveis por fabricação e revenda de válvulas de ar, que disponibilizam em seus cursos *softwares* ensinando como deve ser feito a instalação e o local mais adequado, e principalmente no conhecimento do Engenheiro Civil João Donizetti de Borba, que colaborou de forma significativa para o estudo e aplicações pertinentes à presença de ar nas tubulações.

A maioria das referências bibliográficas presentes neste trabalho são fruto de leituras de artigos pesquisados no SciELO (scielo.org) por busca de palavras ou conjunto de palavras como saneamento, presença de ar e ventosas. Eventualmente, foram consultados sites de empresas e comércio de produtos como bloqueadores de ar, eliminadores de ar e válvulas ventosas.

2.1.2 Visita técnica e entrevista

Em visita técnica à SANEADO (sede de Goiânia), entrevistamos o Engenheiro Eletricista D. P. A. que é responsável, entre outros, pelo treinamento de ventosa aos funcionários da sede e demais regiões. Nos foi apresentado todo material produzido pelos dois engenheiros. Parte do conteúdo utilizado neste artigo como referência bibliográfica é resultado das documentações utilizadas pelo engenheiro responsável pelos treinamentos, e é de fundamental importância para a composição bibliográfica.

Os questionamentos foram ocorrendo em função do que foi sendo percebido durante a visita, as principais questões pertinentes a este trabalho foram:

- O que é uma válvula de ar?
- Qual a funcionalidade de uma válvula de ar nas redes?
- Quais benefícios, no que se refere à retirada de ar das tubulações, de uma ventosa proporciona?
- Qual o local de aplicação das ventosas?
- Quais procedimentos ou *softwares* são utilizados para determinar os pontos de instalação?

2.1.3 Pesquisa de Campo

Procurando ilustrar a problemática observada quanto a presença de ar em tubulações de rede de abastecimento de água, observou-se um caso de instalação de ventosa, o rompimento de tubulação e uma válvula ventosa adequadamente instalada. Estas observações foram realizadas *in loco* na cidade de Ceres-Goiás e acompanhadas por servidor da SANEAGO local.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A presença de ar nas tubulações

É impraticável evitar a presença de ar nas tubulações forçadas de água. A água normalmente contém Nitrogênio (N) e Oxigênio (O) dissolvidos. A água potável geralmente

dissolve de 25 a 40 cm³ de gases por litro, dos quais cerca de 6 cm³ de Oxigênio e 14 cm³ de Nitrogênio (COSTA, 2011). A quantidade de ar presente depende principalmente da temperatura e da pressão da água dentro das tubulações. Com a elevação de temperatura ou com a queda de pressão desprende-se, da água, certa quantidade de gás.

Reclamações são constantes por parte dos consumidores sobre as alterações em suas contas mensais. Estas alterações bruscas no valor a ser pago registrado em contas, podem ser ocasionadas por inúmeros fatores como vazamentos, má eficiência do aparelho ou a presença de ar nas tubulações.

A rede de distribuição de água apresenta fluxo de ar principalmente porque o fluxo de abastecimento de água não é contínuo. Se por alguma eventualidade há interrupção no fornecimento de água através do sistema, quando o fluxo de água é retomado há deslocamento de ar entre as tubulações chegando aos domicílios. Ou é, há movimento nos hidrômetros mecânicos e então registro de volume de água quando na verdade esse registro foi de ar. Se fosse possível manter ininterrupto o fluxo de água, a quantidade de ar presente nas tubulações poderia ser considerada desprezível (KOIDE et al., 2017).

De acordo com Costa (2011) a presença de ar nas tubulações se dá pelo movimento desordenado do ar no interior das tubulações que causa deslocamentos bruscos da água, produzindo violentos golpes. Desse modo, em todos os casos o ar é arrastado pela água em movimento, podendo percorrer distâncias grandes, até se acumular nos pontos mais elevados das tubulações.

3.2 Desvantagens e efeitos do ar em tubulações

Obstrução do fluxo de água, aumento da perda de carga associada, golpes de aríete, ineficiência na medição, comprometimento no fornecimento de água e danos à equipamentos como, bombas, medidores e redes de água são algumas das desvantagens que podem ser acarretadas com a presença de ar nas tubulações. Pode se incluir também a enorme insatisfação do cliente com o aumento do custo mensal a ser pago.

Figura 1 – Rompimento de rede devido a presença de ar



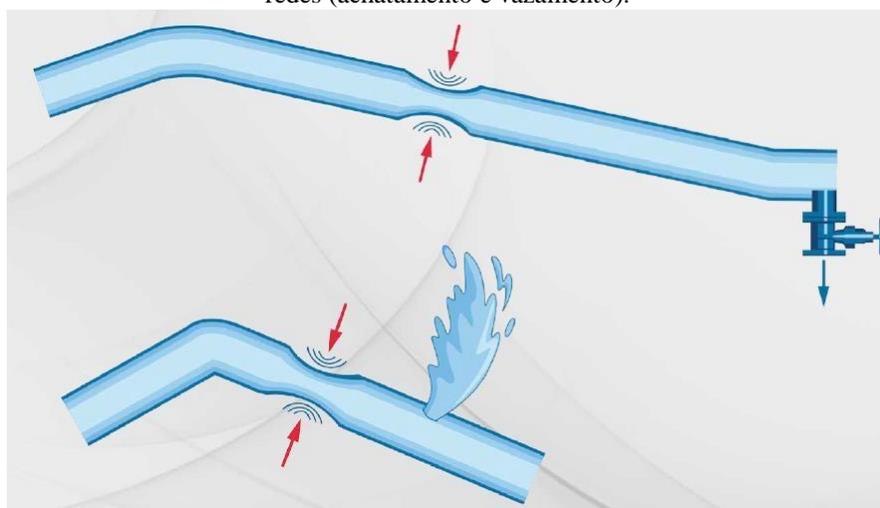
Fonte: SANEAGO (2007)

O rompimento de redes são um dos efeitos mais frequentes (Figura 1), com o acúmulo de ar nas redes, é gerada uma pressão negativa, essa pressão proporciona o efeito “encolhimento” da rede, acarretando assim no rompimento da mesma. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) em seu capítulo IV (que trata das exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano) do Art. 25 “a rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão”. Desse modo a presença de pressão negativa nas redes, compromete a distribuição de água para o consumo humano.

Conforme Costa (2011) na falta de dispositivos eficientes e de capacidade adequada para a remoção de ar nos pontos altos, a acumulação progressiva de gás acaba reduzindo a secção de escoamento, aumentando a perda de carga e restringindo a vazão, desse modo as condições podem se agravar com o rompimento da coluna d’água (Figura 2).

O acúmulo de ar em um sistema pode levar à interrupção do escoamento e efeitos como transporte de bolsões em ambos os sentidos do escoamento. Por exemplo, o ar acumulado em um ressalto hidráulico pode não ser capaz de se mover para jusante, e ao invés disso, cria um movimento contrário ao escoamento através do ressalto. Isso pode levar à vibração e danos estruturais, além de causar instabilidades da superfície da água (KOIDE et al., 2017).

Figura 2 – Esboço com detalhamento do que ocorre com a pressão negativa nas redes (achatamento e vazamento).



Fonte: SANEAGO (2007).

Geralmente quando ocorre manutenção no sistema, os registros de descargas são abertos para o esgotamento da água nas redes com a finalidade de facilitar o trabalho, é neste momento que as pressões negativas surgem nos trechos em que há maior velocidade de escoamento no sistema de abastecimento, submetendo redes e ramais a condições de subpressões.

3.3 Equipamentos bloqueadores ou eliminadores de ar

O uso de equipamento que procuram eliminar o ar tem sido discutido entre técnicos no Brasil devido à problemática ocasionada pelo volume de ar medido por hidrômetros de consumidores. Diante disto, pesquisas relacionadas foram encomendas por prestadores de serviços de abastecimento de água a respeito de alguns equipamentos eliminadores de ar.

No século passado, não se compreendia de forma clara o comportamento do ar dentro de tubulações e redes, desse modo, utilizava-se piezômetros onde a conexão acontecia por meio de válvula manual, acreditava-se que o ar poderia então ser expulso para a atmosfera, porém, logo constatou que esta solução era viável apenas em pontos de baixa pressão (LOPES et al., 2011).

Uma segunda opção na época foi abrir os hidrantes de prevenção a incêndio que ficam instalados nas adutoras e redes de distribuição provocando a expulsão do ar, o que não foi viável por gerar baixa eficiência, uma vez que acumulava uma parcela significativa de ar nos pontos altos das redes. Uma terceira solução foi a válvula globo ou de gaveta instaladas em pontos altos e operada manualmente, porém se tornou inviável, visto que, é impossível prever quando deverão ser abertas as válvulas para que haja a eliminação de ar (LOPES et al., 2011).

De acordo com o Relatório – R4 Elimin-Ar que trata do Emprego de equipamentos eliminadores e bloqueadores de ar em ramais prediais de sistemas públicos de abastecimento de água (KOIDE et al., 2017), o bloqueador de ar como sendo um aparelho que ajuda a diminuir a passagem de ar nas tubulações, é instalado após o hidrômetro, seu funcionamento

está condicionado à pressão exercida pela água ou ar no aparelho e ele não deve ter restrição quanto a instalação, mesmo pelas prestadoras.

Quadro 1 – Informações básicas sobre alguns dispositivos.

Marca	Tipo	Características	Imagem
HG	Bloqueador	Material: PVC Diâmetro: ¾"	
HG	Bloqueador	Material: Latão Diâmetro: ¾"	
Aquamax	Bloqueador	Material: PVC Diâmetro: ¾"	
Air Bloch	Bloqueador	Material: Latão Diâmetro: ¾"	
Arbloq	Bloqueador	Material: Poliacetal Diâmetro: ½"	
Dolphin	Eliminador	Material: Polipropileno Diâmetro: ¾"	
Tigre	Válvula ventosa	Material: PVC Diâmetro: ¾"	
BERMAD	Válvula ventosa de combinação (Modelo C30-P)	Material: PVC/Borracha Diâmetro: ¾" a 2"	

Fonte: KOIDE, 2017. Editado pelos autores.

Os bloqueadores de ar (Quadro 1), instalados após o hidrômetro, atuam como uma válvula de retenção onde não comete pressão no ar e conseqüentemente não possui pressão suficiente para abrir a válvula, desse modo, não é registrada a cobrança de ar que passa na rede externa.

Existem também os eliminadores de ar (Quadro 1) que diferente dos bloqueadores de ar não trabalham com a retenção do ar, mas procuram eliminar o ar presente nas tubulações. Estes são instalados antes do hidrômetro.

O que irá diferir de fato um bloqueador de ar de um eliminador de ar é que

Os eliminadores de ar são dispositivos que têm o objetivo de retirar o ar das tubulações de água, enquanto os bloqueadores de ar pretendem fazer com que somente a água passe pela tubulação e pela leitura do hidrômetro, não deixando passar o ar eventualmente presente na rede de abastecimento (KOIDE et al., 2017).

Entretanto, conforme o Engenheiro D. P. A., tais dispositivos não são reconhecidos pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, pois podem trazer problemas ao abastecimento aos consumidores quanto a possibilidade de contaminação da água pelo meio externo ou a redução drástica na pressão dificultando ou interrompendo o fluxo de água nas caixas d'água ou na torneira e a eficiência do aparelho não é comprovada.

O Relatório – R4 (KOIDE et al., 2017), aponta ainda que a não aprovação ou autorização pelo INMETRO, se deve a estes aparelhos não serem instrumentos de medir ou de medidas materializadas.

Desimone (2010) indica que as empresas responsáveis pelas redes de distribuição de água e serviços associados, não aconselham a instalação dos eliminadores de ar porque eles podem provocar, em momento de falta de pressão, a mistura entre água contaminada e água limpo-tratada; ao mesmo tempo, este autor salienta que os fabricantes do produto alegam que não há este problema e que os eliminadores foram testados em institutos renomados.

Por fim, as válvulas de ar também denominadas ventosas (Quadro 1) são os dispositivos mais utilizados atualmente para eliminar o ar presente na tubulação. As válvulas de ar são utilizadas em grande número no mundo inteiro, pois além da operação dessas válvulas ser automática, elas são eficazes e possuem custo benefício viável (LOPES et al., 2011).

3.4 Válvulas de liberação de ar, válvulas ar/vácuo e válvulas de combinação

Na tradução de um texto do engenheiro mecânico Ballun (2019) no site PUMPS&SYSTEMS há a indicação de que as válvulas de ar foram padronizadas pela primeira vez pela *American Water Works Association* (AWWA) em 1992, com a publicação da AWWA Standard C512, que indica os três tipos de válvulas caracterizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos básicos de ventosas conforme definido na AWWA Standard C512.

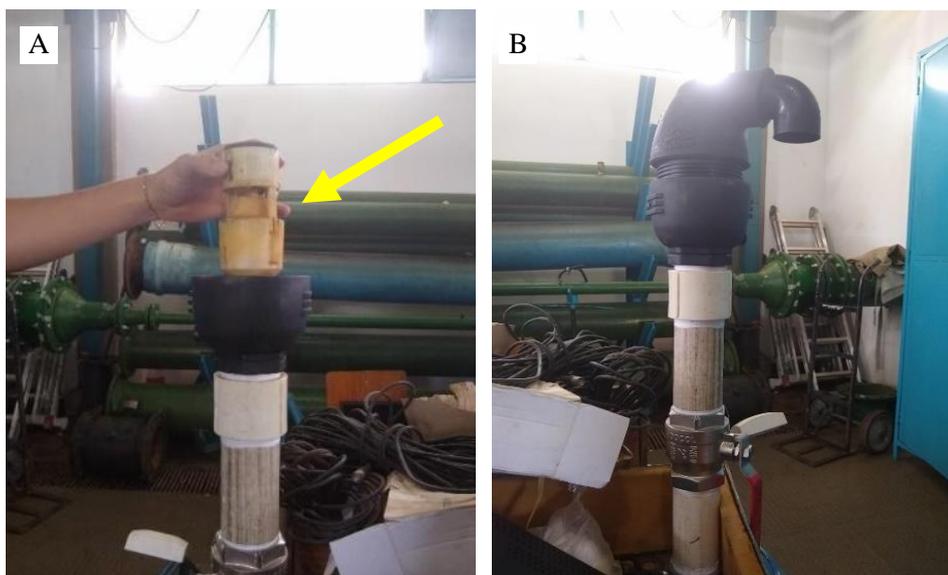
Tipo de ventosa	Qualificação
Liberação de ar	Tipo amplamente utilizado com pequenos orifícios, flutuadores pesados e mecanismos mecânicos numa combinação que permite a expulsão de ar à pressão operacional total.
Ar/vácuo	Orifícios de tamanho variando de ½’’ a 20’’ podendo esgotar grandes volumes de ar e ao mesmo tempo admite grande volume de ar impedindo que ocorra a condição de vácuo na tubulação e permitindo a drenagem. Não possui ligação mecânica e por isso necessita no sistema também da válvula do tipo de liberação de ar.
Combinação	Combina os dois outros tipos em um projeto de corpo único mais econômico ou em corpo duplo fornecendo flexibilidade de design ao dimensionar os orifícios.

Fonte: AWWA (2015) e BALLUN (2019).

Estudos relacionados à presença de ar nas tubulações destacam a eficácia do uso de válvulas ventosa para a solução da presença de ar, e separação de coluna causando pressões negativas, consequentemente a redução dos efeitos ocasionados por esse fator. Mendonça et al. (2008), indicam que o “ar é realmente uma entrada interferente nos hidrômetros” e que “uma maneira eficaz de reduzir esta influência é utilizando válvulas”.

Antunes (2019) relata que a válvula de ar, também dita ventosa ou válvula ventosa, faz com que um sistema de água flua a cada partida da bomba, havendo equilíbrio entre a pressão atmosférica, fluatibilidade, velocidade e tensão controlada de fluidos com a parede do tubo.

Figura 3 – Fotos de uma válvula de ar (Ventosa tipo combinação, modelo A30)
A) Flutuador; B) Ventosa fechada.



Fonte: Próprios autores (2019).

As ventosas são equipamentos destinados a eliminar o ar que é direcionado à residência, desse modo evitar que o ar passe pelo hidrômetro e ocasione falso registro de consumo. Visando o cumprimento da sua finalidade, devem ser instaladas antes do hidrômetro, sendo na parte da tubulação sob responsabilidade da empresa de saneamento. Em geral, a presença das ventosas suaviza as redes fazendo com que haja variação de pressão menos brusca e não gere sobrepressões com valores elevados (KOIDE, 2017).

Costa (2011) caracteriza as ventosas como aparelhos automáticos que têm a função de expulsar o ar das tubulações, mas que havendo necessidade também permite a sua entrada. Salaria ainda que elas são equipamentos complementares indispensáveis ao bom funcionamento dos condutos forçados, mas que há uma subestimação da sua importância em projetos de redes de distribuição de água (sistemas adutores).

De acordo com Koide et al. (2017),

A válvula ventosa permite a saída do ar que entrou na tubulação, principalmente se essa formar algum traçado tipo sifão. O dispositivo também possibilita a entrada de ar quando ocorre redução de pressão em pontos altos da tubulação, facilitando o esvaziamento da tubulação e evitando o rompimento em casos de formação de vácuo.

A aplicação da ventosa proporciona a rede o melhor desempenho e evita que ela se rompa, pois o acúmulo de ar já não existe mais, sendo expelido por meio do seu flutuador. É importante ressaltar que o custo da ventosa é relativamente pequeno, sendo assim não há motivos para que haja economia e consequentemente prejudique o bom funcionamento das redes de distribuição de água.

O funcionamento da ventosa está relacionado com o movimento de seu flutuador. Em situações de desabastecimento, o flutuador movimenta-se para baixo, abrindo a passagem do orifício de descarga, permitindo a entrada/saída de ar. Na passagem da água, o flutuador sobe, fechando a saída do ar (KOIDE et al., 2017)

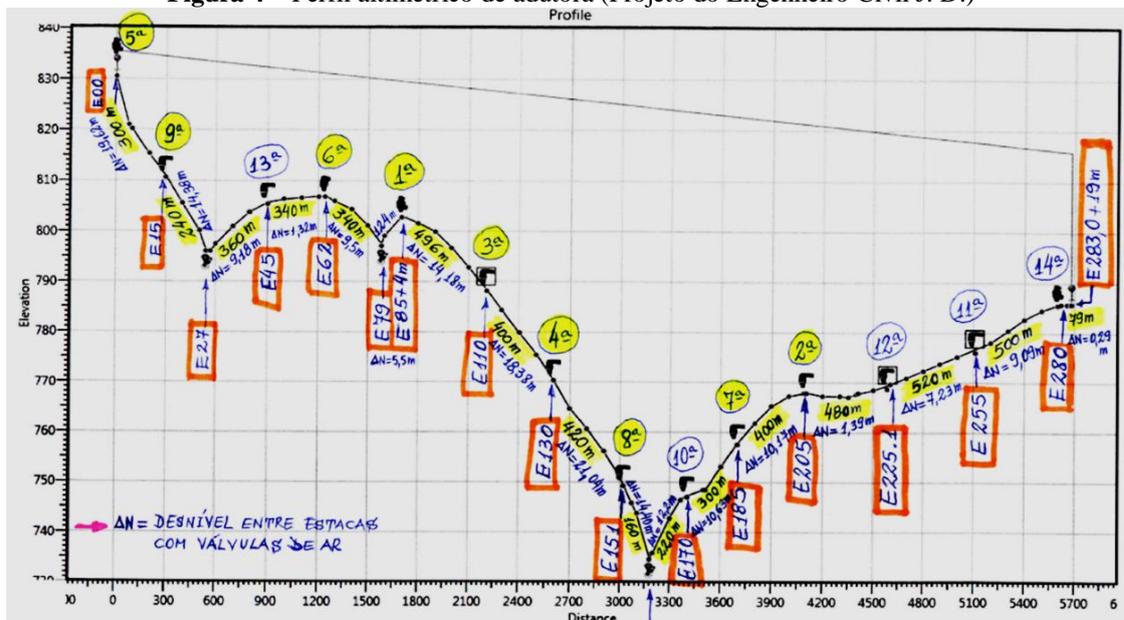
As ventosas são definidas em dois tipos quanto ao diâmetro: ventosas simples, conhecidas no mercado como Flange e Rosca, e ventosas tríplice função. As ventosas simples são utilizadas em canalizações com diâmetro menor, proporcionando a saída do ar acumulado nos pontos mais altos das tubulações, já as de tríplice função são destinadas em tubulações com maior diâmetro, permitindo que o ar saia durante o enchimento da rede e entre quando a rede se esvazie (NASCIMENTO et al., 2005).

Com relação a instalação das válvulas ventosas há certas dificuldades no que diz respeito a determinação dos pontos, devido a falta do levantamento topográfico da rede durante a execução. A consequência disso é a instalação de válvulas em locais inadequados. A localização das válvulas é realizada em função do perfil longitudinal que apresenta o sistema adutor. O manual M51 da *American Water Works Association* (AWWA, 2001) é responsável pelo fornecimento de um guia para dimensionamento, localização e instalação de ventosas em sistemas hidráulicos. Vale ressaltar que este manual não é normativo, tendo apenas orientações e recomendações praticas (SANTOS, 2014).

3.5 Dimensionamento e aplicação das ventosas

O modo comumente utilizado nas primeiras aplicações das ventosas por engenheiros era através da realização de estudos de caso e desenvolvimento de projetos manualmente de modo a facilitar a instalação das válvulas ventosas. Esses levantamentos eram feitos em campo, pegando perfis altímetros através de GPS e após um extenso trabalho de coleta de dados eram enumerados os pontos a serem instalados de acordo com uma lista de prioridades definidas conforme o perfil registrado (exemplo na Figura 4).

Figura 4 – Perfil altimétrico de adutora (Projeto do Engenheiro Civil J. D.)



Fonte: SANEAGO (2007).

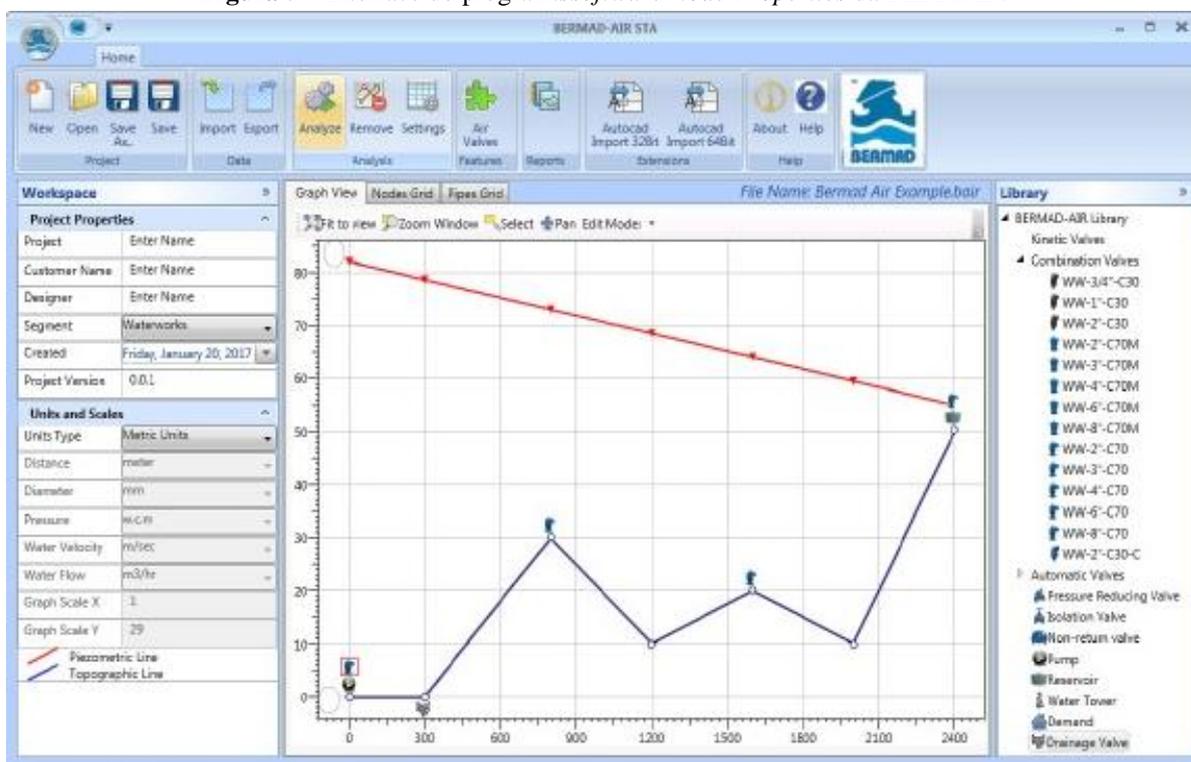
Atualmente, a engenharia conta com uso de *softwares* para a aplicação de ventosas, possibilitando o melhor desempenho e agilidade no desenvolvimento desses recursos. O *Node Properties – BERMAD* é um exemplo de *software* que disponibiliza os pontos ideais a serem

inseridas as ventosas na rede, isso é possível de acordo com os dados informados pelo usuário (Figura 5).

Para realizar a instalação adequada da ventosa na rede de distribuição de água é necessário avaliar o perfil altimétrico, no qual é possível prever os locais em que potencialmente possam ser geradas pressões negativas; nesses locais é alta a recomendação de que se instale ventosas para que não ocorra o rompimento da tubulação. São locais em que haverá a admissão de ar no sistema, de modo que não ocorra encolhimento da rede (Figura 2) e o possível rompimento. Nesses casos é recomendado o uso da ventosa de modelo combinado por esta admitir e expulsar grandes quantidades de ar.

Nascimento et al., (2005) ressaltam que algumas características no modelo de ventosa escolhido e no ponto escolhido para sua instalação são importantes para que a ventosa instalada seja adequada à situação avaliada no perfil altimétrico; são elas, o tamanho da ventosa, a espessura da tampa da caixa de proteção e o espaço para possíveis manutenções na ventosa.

Figura 5 – Interface do programa/software *Node Properties* da BERMAP.



Fonte: SANEAGO (2007).

Pode se destacar algumas vantagens das ventosas nas redes de água, como já exposto através do uso da ventosa como a prevenção dos riscos de obstrução de tubulações, por ela atuar expulsando os bolsões de ar existentes, consequentemente não havendo redução da seção evitando assim a pressão negativa nas redes. E ainda, a ventosa diminui o tempo de normalização do sistema após problemas no abastecimento, e reduz problemas comerciais, que são as alterações no consumo do cliente.

3.6 Observações aferidas em caso específico – Município de Ceres-Goiás

O município de Ceres-Goiás está situado no Vale do São Patrício possui, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), densidade demográfica de 96,69 hab/km² com cerca de 38,1% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado e 27,3% de

domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio), sendo nestas condições o 5º município na microrregião de 22 municípios e o 158º de 246 no Estado de Goiás.

Figura 6 – Trecho do sistema de abastecimento de água observado no município de Ceres-Goiás

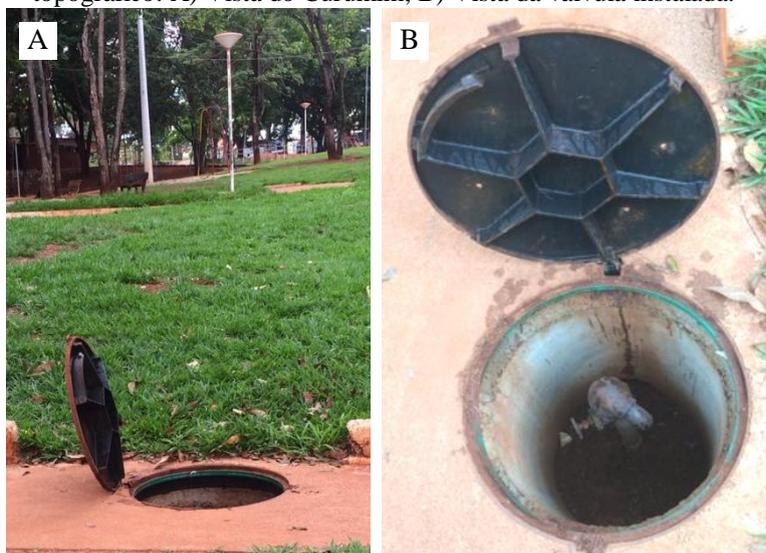


Fonte: Próprios autores (2019). Editada com Google Earth (2018).

O trecho em destaque na Figura 6 apresenta três pontos observados em parte de uma das redes de distribuição de água na cidade de Ceres, passando da adutora CR CRUZEIRO até a VENTOSA 1 (melhor destacada na Figura 7-A,B) e então até a VENTOSA 2 (melhor destacada na Figura 9-A,B). O percurso observado a partir do *software* Google Earth apresentou 1731 m, sendo que a VENTOSA 1 está a 920 m da adutora, com altitude de 606 m e a VENTOSA 2 está a 1680 m da adutora com altitude de 615 m.

Durante visitas realizadas na rede de abastecimento da cidade de Ceres-GO, foi possível identificar alguns pontos de instalação das válvulas ventosas, conforme indicado nas Figuras 6 e 7-A,B. No local, próximo ao centro da cidade, encontra-se uma válvula instalada, segundo os prestadores de serviço da empresa SANEAGO, na busca de reduzir os rompimentos constantes na rede daquela localidade.

Figura 7 – Válvula ventosa instalada em lugar inadequado (VENTOSA 1, na Figura 6), devido a não realização do levantamento topográfico: A) Vista do Curumim; B) Vista da válvula instalada.



Fonte: Próprios autores (2019).

A ventosa neste caso foi instalada procurando melhor controle na pressão percebida no ponto, por um procedimento paliativo. Os servidores indicam que o índice de rompimentos reduziu, mas que eles ainda ocorrem e isso se deve possivelmente por não ter sido realizado um levantamento preciso quanto a localidade correta para a instalação da válvula. O rompimento registrado por um jornal regional que consta na Figura 8 é exatamente da localização observada na Figura 7-A,B.

Figura 8 – Rompimento de rede no Setor Central da cidade de Ceres, ocasionado pela presença de ar nas tubulações (mesmo local indicado na Figura 6A,B).



Fonte: Jornal Populacional (2019).

Neste caso, o ideal seria conduzir a realização de um levantamento topográfico da rede, procurando realizar a instalação válvula em local adequado.

Em outro ponto da cidade, foi instalada uma válvula ventosa com a realização de estudos do terreno, nesse local acontecia com frequência o rompimento da rede. Após a instalação adequada foi então possível cessar os rompimentos e segundo a prestadora não há registro de rompimento até então (Figura 9A,B).

Figura 9 – Válvula ventosa instalada corretamente após realização de levantamento topográfico do terreno (VENTOSA 2 na Figura 6): A) Vista para Rua 32 . B) Vista superior da ventosa instalada.



Fonte: Próprios autores (2019).

É interessante ressaltar que mesmo que a instalação da ventosa tenha ocorrido de forma correta, caso não esteja sendo realizada a manutenção, posicionamento e/ou replanejamento quando há alterações nas redes, pode acarretar no mau funcionamento da válvula (MIRANDA, 2011).

Em suma, o bom funcionamento da ventosa não depende apenas da instalação adequada na rede, mas do conjunto que relaciona o estudo topográfico e a manutenção.

Por fim, compreende-se a necessidade dos dispositivos que eliminam o ar das redes, em especial o uso das válvulas ventosas conforme retratado. É importante que a empresa de saneamento responsável esteja sempre atenta aos rompimentos de redes e possíveis análises para solucioná-los, proporcionando assim melhor desempenho no sistema de abastecimento e qualidade oferecida aos consumidores, que não sofrerão mais com o aumento do valor de suas contas mensais ocasionadas por presença de ar nos hidrômetros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se a necessidade de incorporar soluções rápidas e duradouras na engenharia civil, como a aplicação das ventosas para a redução de ar nas tubulações, proporcionando melhor desempenho nas redes e conseqüentemente, menor custo com manutenção, melhor qualificação da empresa fornecedora frente a seus clientes quanto aos serviços prestados. É visível o quanto a comunidade sofre com as perfurações das vias devido ao rompimento de tubulações, do transtorno gerado ao cliente que além de ter aumento em seu consumo ainda passa por momentos de insatisfação quanto a manutenção das redes e isso reflete no resultado da avaliação, neste caso, da SANEAGO.

Nisto, a aplicação das ventosas se mostra importante e trata-se de algo inovador, fazendo-se necessário levantamento de campo e avaliação quanto a frequência de vazamentos ocorridos na cidade, para que dessa forma seja possível a aplicação de um *software* para facilitar a tomada de decisão e então a implantação de ventosas de modo eficiente.

Não se encontrou regulamentação específica quanto ao uso de bloqueadores, eliminadores ou mesmo as ventosas, mas é consenso entre os entrevistados na empresa SANEAGO, quanto ao uso de ventosas pelo melhor desempenho que ela oferece e por procurar atender às normas de qualidade nos serviços prestados.

É importante que haja maior fiscalização e cobrança quanto ao desempenho das empresas responsáveis pela distribuição de água, para que se tenha melhor qualidade de distribuição aos consumidores e conseqüentemente redução da perda de água potável que é escoada a cada rompimento de rede, gerado por presença de ar. Uma consciência ambiental e social, deve sempre mover as decisões de um profissional, principalmente no que diz respeito ao Engenheiro Civil.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, B. **Por que as válvulas de ar são necessárias em aplicações de água?** (site: Casa das Válvulas). Disponível em: <https://casadasvalvulasmg.com.br/por-que-as-valvulas-de-ar-sao-necessarias-em-aplicacoes-de-agua/>. Acesso em: 22 de nov. de 2019.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA (2001). Air-Valves: Air-Release, Air/Vacuum and Combination. Manual of Water Supply Practices (M51). First Edition. Disponível em: https://pt.slideshare.net/hernan_v/awwa-m51. Acesso em 12 dez. 2019.

BALLUN, John V. **Válvulas de ar para águas residuais** – Compreender os conceitos básicos de válvulas de ar de liberação, de ar/de vácuo e de combinação (site: PUMPS&SYSTEMS). Disponível em: <https://www.pumpsandsystems.com/air-valves-wastewater>. Acesso em: 22 nov. 2019.

BERMAD GLOBAL & SUBSIDIARIES: Produtos e Soluções de controle de água. **Válvula Ventosa de Combinação – Modelo C30-P**. Disponível em: <https://www.bermad.com/br/product/modelo-c30-p/>. Acesso em 12 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12/2011. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

COSTA, Raimundo Nonato Távora. **Ventosas**. Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia Agrícola. (material didático – Hidráulica Aplicada), Ceará, 2011.

DESIMONE, M. R. **Válvulas eliminadoras de ar: Válvulas Antiar**. 2010. Site SíndicoNet. Disponível em: <https://www.sindiconet.com.br/informese/valvulas-antiar-manutencao-valvulas-eliminadoras-de-ar>. Acesso em: 22 nov. 2019.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. [software]. Versão Offline 7.3.2.5776 (2018). Imagem original no *software* datada de 06/02/2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Município de Ceres – Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/ceres/panorama>. Acesso em: 11 nov. 2019.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Portaria n.º 246, de 17 de outubro de 2000**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000667.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

KOIDE, Sergio; SOUZA, Marco Antonio Almeida de; SCHLEICHER, Arthur Tavares; PAULA, Ana Carolina Vieira de; MARQUES, Vinícius Silva. **Elimin-Ar – Emprego de equipamentos eliminadores e bloqueadores de ar em ramais prediais de sistemas públicos de abastecimento de água**. Relatório – R4, 17 de abril de 2017. UnB, Brasília, 2017.

LOPES, Ney Procópio; LARA, Márcia; LIBÂNIO, Marcelo. Quantificação em escala de bancada do volume de ar em ligações prediais de água. (Artigo técnico), **Revista Eng Sanit**

Ambient. v. 16, n. 4, p. 343-352, Dec. 2011, Rio de Janeiro, 2011.

MENDONÇA, Evandson Silva; TANAKA, Marcelo Costa; SILVA, Rodrigo Márcio; MENDES, José Ubiragi de Lima; **Entrada de ar como agente interferente em hidrômetros.** V CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Salvador-Bahia, 2008.

MIRANDA, Isis dos Santos Lima. **PRESENÇA DE AR NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: influências na macro e micromedição.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

NASCIMENTO, Luciana Menezes Ruivo; SILVA, José Vandelson Batista da; MILAGRE, Cláudio Santos; LIMA, Daniel Vinicius de. **Instalação de ventosas em áreas abastecidas com rodízio para eliminação da influência de ar** – Experiência do SAAE de Guarulhos. IX Exposição de experiências municipais em saneamento. 35º Assembleia Nacional da ASSEMAE – Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://servicos.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/35Assemae021.pdf>. Acesso em: 27 set. 2019.

SANTOS, João Rafael Amador. **Análise de critérios de dimensionamento de ventosas em sistemas adutores.** 2014. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra. Coimbra, 2014.