



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

MARCELO BAÚ DOMENIGHI

VERIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA VÁLVULA AQUAMAX EM RETER O AR
CONTIDO NAS TUBULAÇÕES DE ABASTECIMENTO

Palmas - TO

2018

Marcelo Baú Domenighi
VERIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA VÁLVULA AQUAMAX EM RETER O AR
CONTIDO NAS TUBULAÇÕES DE ABASTECIMENTO

Trabalho de conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Michele Ribeiro Ramos

Palmas - TO

2018

Marcelo Baú Domenighi
VERIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA VÁLVULA AQUAMAX EM RETER O AR
CONTIDO NAS TUBULAÇÕES DE ABASTECIMENTOS.

Trabalho de conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientadora: Profª. Drª Michele Ribeiro Ramos

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª Michele Ribeiro Ramos
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Mst. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas - TO

2018

A minha orientadora que imensuravelmente tornou este trabalho possível, aos meus familiares pela paciência e aos amigos pelo apoio.

AGRADECIMENTO

Sou grato a minha orientadora a professora Michele Ribeiro Ramos, sem a qual este trabalho jamais seria terminado.

Sou Grato ao seu Marco André Doege, sem o qual eu jamais sequer chegaria a este momento de minha vida.

Sou grato por ter os melhores amigos que uma pessoa pode ter, Gustavo e Rafael sem o exemplo de persistência e foco de vocês este momento também não se faria possível.

E acima de tudo, sou grato a minha mãe Janete Baú por sempre estar ao meu lado, e me apoiar mesmo que eu já tenha dado trabalho por umas três vidas.

“Faça. Ou não faça. Tentativa não há.”

Mestre Yoda

RESUMO

DOMENIGHI, Marcelo Baú. **Verificação de eficiência da válvula Aquamax em reter o ar contido nas tubulações de abastecimento.** 2018. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho discute quanto à eficiência da válvula bloqueadora de ar, distribuída com o nome de “Aquamax”, em reter o ar contido nas tubulações de abastecimento de água. Tendo em vista o custo do m³ de água potável tratada, e as taxas cobradas pela concessionária, a conta pode ficar “insalubre” para o consumidor. O “Aquamax”, surge como uma forma dos consumidores que almejam economia, chegando a oferecer 100% de eficiência em reter o ar seja em desabastecimentos ou ainda as possíveis bolhas de ar misturadas a água. Os modelos de peças hidráulicas, conhecidos e apresentados neste estudo, mostram que os aspectos internos dela não se assemelham, em nenhum aspecto, com as válvulas ventosas, as quais tem a função de permitir entrada e saída de ar nas tubulações conforme necessário.

Para realizar este estudo montou-se uma bancada com hidrômetros e manômetros, capaz de mensurar o volume de água, ar e as pressões em que o sistema será submetido, assim então, sendo possível coletar os dados para análise dos resultado. Neste estudo o “Aquamax, não foi eficiente em conter ar misturado na água nas tubulações de abastecimento.

Palavra-chave: água, economia de água, válvula bloqueadora de ar

ABSTRACT

DOMENIGHI, Marcelo Baú. **Checking the efficiency of the Aquamax valve in retaining the air contained in the supply pipes.** 2018. 33 f. Course Conclusion Work (Graduate) – Civil engineering course, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

The present work discusses the efficiency of the air blocking valve, distributed under the name of "Aquamax", in retaining the air contained in the water supply pipes. Given the cost of the m³ of treated drinking water, and the fees charged by the concessionaire, the account can be "unhealthy" to consume. The "Aquamax" comes as a form of consumers who want economy, offering 100% efficiency in holding the air either in shortages or possible bubbles of air mixed with water. The hydraulic parts models, known and presented in this study, show that the internal aspects of it do not in any way resemble the suction valves, which have the function of allowing inlet and outlet of air in the pipes as necessary. In order to carry out this study, a bench with hydrometers and manometers was set up, capable of measuring the volume of water, air and the pressures in which the system will be submitted, so that it is possible to collect the data to analyze the results. In this study the "Aquamax was not efficient in containing air mixed in water.

Keyword: water, water saving, air block valve.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tipos de escoamento verticais.	16
Figura 2 - Tipos de escoamento horizontal.	17
Figura 3 - Disposição de Ventosas.	17
Figura 4 - Válvula ventosa.....	18
Figura 5 - Válvula de retenção tipo portinhola.....	19
Figura 6 - Válvula tipo “plugue” vertical.	19
Figura 7 - Válvula tipo “plugue” horizontal.....	19
Figura 8 - Equação da continuidade	20
Figura 9 - Manômetro de Bourdon desenho original	21
Figura 10 – Manômetro de Bourdon	21
Figura 11- Representação da Lei de Hooke.....	22
Figura 12 - Válvula Aquamax	24
Figura 13 - Esquema de montagem	25
Figura 14 – Bancada montada	25
Figura 15 - Regime de escoamento dos ramais 1 e 2	28
Figura 16- Pressão estática do experimento	30
Figura 17 - Pressão em que a mola se comprime	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de $p < F$ e Valores Médios da Vazão(L/s), em três diferentes sistemas com e sem instalação da válvula Aquamax, em análise individual do sistema. Palmas – TO, 2018.

.....27

Tabela 2 - Valores de $p < F$ e Valores Médios da Vazão(L/s), em três diferentes sistemas com e sem instalação da válvula Aquamax, em análise simultânea do sistema. Palmas – TO, 2018.

.....27

LISTA DE ABREVIATURASE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
d	Distância
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia
K	Constante Elástica ou constante de Proporcionalidade
kpa	Quilo Pascal
kgF/cm ²	Quilograma Força por centímetro quadrado
L	Litros
L/min	Litros por minuto
m.c.a	Metros de coluna de água

LISTA DE SIMBOLOS

$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
ΔV	Varição de Velocidade
Δt	Varição de Tempo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.2 PROBLEMA	14
1.3 HIPÓTESE	14
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 JUSTIFICATIVA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 CONCEITOS DE HIDRÁULICA - SUBDIVISÕES	15
2.2 PRESENÇA DE AR NAS TUBULAÇÕES	15
2.3 ESCOAMENTO DO AR E DA ÁGUA EM TUBULAÇÕES	16
2.4 TIPOS DE VÁVULAS RELEVANTES AO ESTUDO PROPOSTO	17
2.4.1 Válvula de expulsão e/ou admissão de ar (ventosa)	17
2.4.2 Válvula de retenção	18
2.4.2.1 Válvula de retenção tipo portinhola	18
2.4.2.2 Válvula de retenção tipo “plugue”	19
2.5 MÉTODOS PARA AFERIR VAZÃO E VELOCIDADE DE FLUIDOS EM TUBULAÇÕES	20
2.5.1 Equação da continuidade	20
2.5.2 Manômetro de Bourdon	20
2.5.3.1 Como funciona o manômetro de Bourdon	21
2.6 Lei de Hooke	21
2.7 REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	22
2.7.1 Rede de distribuição	22
2.7.2 Setor de Manobra	22
2.7.3 Setor de medição	22
2.7.4 Consumo	23
2.7.5 Vazão de distribuição	23
2.7.6 Pressão estática disponível ou simplesmente pressão estática	23
2.7.8 Pressão dinâmica disponível ou simplesmente pressão dinâmica	23
3 METODOLOGIA	23
3.1 OBJETO DE ESTUDO	23
3.2 VARIÁVEIS CONSIDERADAS	24

3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	24
3.3.1 Cálculo da Vazão	25
3.3.2 Pressões.....	26
3.3.2.1 Pressão necessária para comprimir a mola do “Aquamax”	26
3.3.2.2 Pressão Estática disponível.....	26
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 QUANTO ÀS VAZÕES	26
4.1.1 Análise Individual dos Ramais 1 e 2	27
4.1.2 Análise Conjunta dos Ramais 1 e 2.....	28
4.2 QUANTO ÀS PRESSÕES	29
4.2.1 Pressão Estática Disponível	29
4.2.2 Pressão de Compressão da Mola do “Aquamax”	30
5 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A água potável é um bem escasso, e por vezes caro, o que torna economicamente viável a produção e pesquisa de soluções em redução do seu consumo. Segundo Moraes e Jordão (2002) nos últimos 60 anos a população mundial aumentou em 100%, e o consumo de água em 700%, considerando que 97% da água existente na superfície é salgada, e que 2% pertencem a geleiras inacessíveis, nos sobra para exploração apenas 1% de água doce que estão armazenadas em lençóis subterrâneos, rios e lagos.

O Brasil tem uma posição privilegiada, detendo 12% dos recursos hídricos mundiais, sendo ainda que aproximadamente 70% das águas nacionais encontram-se na região norte do país, onde vive 7% da população Brasileira, sendo que a maior parte da população está vivendo na região sudeste com aproximadamente 42% do total de Brasileiros (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2002).

O consumo médio de um cidadão adulto, em suas mais diversas atividades residenciais é de 150 a 200 litros de água por dia, segundo recomendação de projeto da (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994), o que já mostra a relação do volume possivelmente gasto por pessoa, mas lembre-se, isto é um calculo para o reservatório mínimo, o consumo diário pode ser maior ou menor, dependendo das atividades dos residentes.

Tendo em vista, o custo que a água potável pode ter para o consumidor, a empresa Aquamax desenvolveu um produto que visa reduzir este gasto. O conceito, adotado pela empresa, de que o ar presente na rede de abastecimento pode ser isolado, e retido em até 100% com o uso de seu produto. O aparelho é basicamente uma válvula de retenção, que consiste em permitir o fluxo de água em apenas um único sentido, que a pós atingir uma determinada pressão libera o escoamento do fluido. O problema é que este tipo de válvula, que tem em sua estrutura de funcionamento uma mola, dependendo da pressão aplicada a liberação poderá ser acionada tanto pelo ar quanto pela água. Pois o aparelho em si não é sensível ao ponto de identificar a passagem de ar ou água, e nenhum órgão regulamentador como o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia) certifica garantia do funcionamento para o produto.

No estado do Tocantins, onde a empresa BRK faz e garante o abastecimento de água, se o aparelho for encontrado instalado fora da propriedade, ou seja, no trecho responsável pela concessionária, o mesmo será removido, pois seu funcionamento e eficiência ainda não foram verificados. Contudo, se o aparelho for instalado dentro da propriedade, no trecho de responsabilidade do proprietário, não haveria problemas legais, porém a empresa alerta sobre

possíveis problemas que o aparelho pode acarretar como por exemplo o impedimento do fornecimento de água em caso de baixa pressão na rede.

Tendo em vista as informações fornecidas pelo fabricante, este trabalho acadêmico irá por a prova, através de testes em laboratório o funcionamento do equipamento, observando-o na íntegra, aferindo as pressões hidrodinâmicas que ele suporta antes de comprimir a mola presente na válvula e medindo a vazão do sistema com e sem o equipamento. Estas informações irão permitir uma melhor posição e conclusão da eficiência do Aquamax em redes de abastecimento, e assim chegar ao desfecho da dúvida do seu real rendimento.

1.2 PROBLEMA

A válvula Aquamax garante reter apenas o ar em tubulações de abastecimento de água, utilizando de um sistema mecânico idêntico a uma válvula de retenção. Como esta não é a função deste tipo de peça hidráulica será que o produto é capaz de realizar esta função?

1.3 HIPÓTESE

O projeto estrutural do Aquamax tem exatamente a mesma configuração de uma válvula de retenção hidráulica, o que não garante a distinção do ar e da água dentro do sistema de abastecimento, pois a única função dela é criar pressão no fecho hídrico através de uma mola. Desta forma, a válvula não deve atender ao critério de economia, por não ser um mecanismo coerente com a função de uma ventosa.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Verificar a eficiência, da válvula Aquamax, em isolar ar da água em redes de abastecimento hídrico.

1.4.2 Objetivos Específicos

Quantificar a vazão registrada, em hidrômetro, com o uso do “Aquamax” na tubulação, posteriormente sem o uso do mesmo em um ramal de abastecimento idêntico e por fim em 2 ramais simultaneamente um contendo o “Aquamax” e o outro não.

Medir a pressão que a mola da válvula suporta antes de ser comprimida.

Verificar a diferença de volume de água e ar registrados nos hidrômetros, com e sem o uso da válvula no sistema de abastecimento. Abastecendo dois ramais, um com o “Aquamax”

instalado e outro apenas com o hidrômetro com ar e água simultaneamente, com apenas ar e somente água.

1.5 JUSTIFICATIVA

A análise por meio de testes, deste dispositivo, é de fundamental importância para a avaliação de seu funcionamento, o que permitirá compreender seu desempenho e comprovará sua eficácia. O produto pode não estar contendo o ar, e gerando economia para os usuários por algum outro motivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS DE HIDRÁULICA - SUBDIVISÕES

Segundo Netto e Fernandes (2015) a hidráulica pode ser dividida em:

- Hidráulica Geral ou Teórica
 - Hidrostática
 - Hidrocinemática
 - Hidrodinâmica
- Hidráulica aplicada ou hidrotécnica

A Hidráulica Geral ou Teórica aproxima-se muito da Mecânica dos Fluidos.

A Hidrostática trata dos fluidos em repouso ou que estejam em equilíbrio. A Hidrocinemática estuda a velocidade e trajetórias não considerando as forças ou energia. A Hidrodinâmica trata das velocidades, às acelerações e as forças que atuam em fluidos em movimento.

2.2 PRESENÇA DE AR NAS TUBULAÇÕES

Como explica (LOPES, 2011) a presença de ar nas tubulações podem vir de um ou mais fatores, as águas com temperaturas por volta de 20°C, contêm uma parcela de ar dissolvido, cerca de 2% do volume devido às condições de pressão parcial do gás. O ar dissolvido pode ser liberado quando se diminui a pressão ou com o aumento da temperatura da água.

Entretanto, em outras situações, o ar pode ser introduzido nas tubulações:

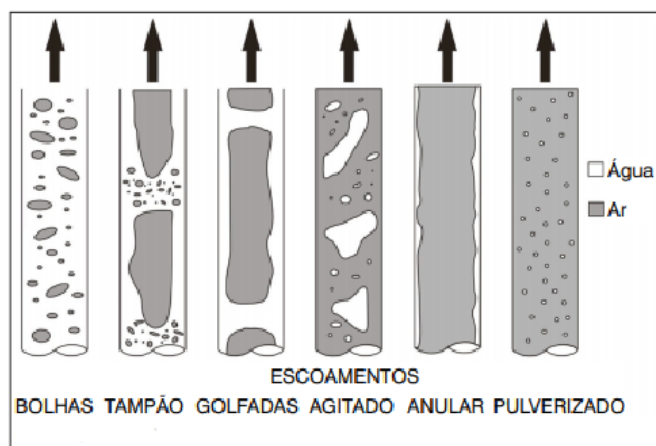
- Com o enchimento ou esvaziamento das adutoras e os trechos da rede de distribuição;
- Pelo baixo nível de água nos reservatórios, ocasionando vórtices nas tubulações de saída;
- Durante a formação do ressalto hidráulico em trechos da adutora em superfície livre;
- Ao utilizar águas naturais de qualidade inferior, formando assim gases por meio da atividade biológica;
- Em trechos que ocorrem pressões negativas nas adutoras e seus ramais;
- Em menor monta, pelo processo de cavitação das bombas.

2.3 ESCOAMENTO DO AR E DA ÁGUA EM TUBULAÇÕES

Segundo (FALVEY, 1980 apud LOPES, 2011, p.344), os tipos conjuntos de escoamento do ar e da água mudam de acordo com a inclinação das tubulações. Os escoamentos verticais devem apresentar maior simetria em relação ao eixo da tubulação e manifestam-se de seis formas diferentes, conforme a Figura 1.

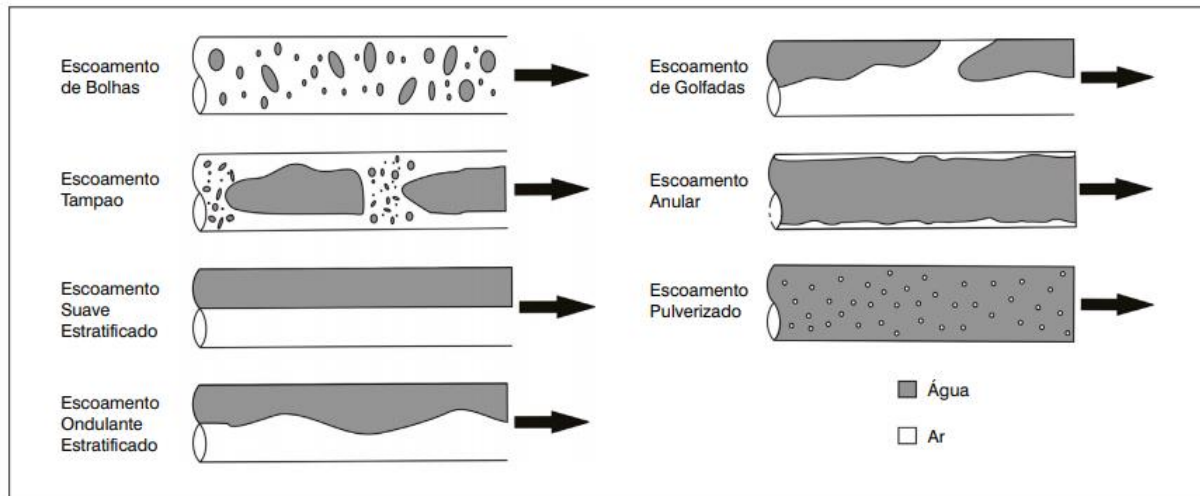
As variações de padrões do escoamento em tubos inclinados apresentam-se da mesma forma que nos escoamentos verticais, mudando apenas a limitação ou total supressão do escoamento de bolhas em sete padrões exemplificados pela Figura 2.

Figura 1- Tipos de escoamento verticais.



Fonte: Falvey (1980)

Figura 2 - Tipos de escoamento horizontal.



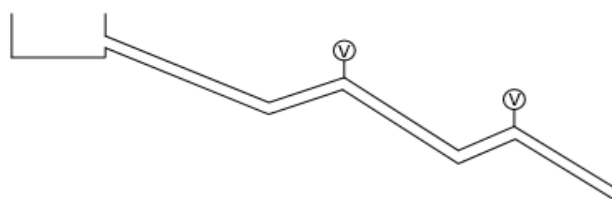
Fonte: Falvey (1980)

2.4 TIPOS DE VÁVULAS RELEVANTES AO ESTUDO PROPOSTO

2.4.1 Válvula de expulsão e/ou admissão de ar (ventosa)

Segundo NETTO e FENÁNDEZ (2015), estes são dispositivos de funcionamento automático, para admissão e expulsão de ar, que se faz necessário em pontos altos de tubulações em perfil vertical sinuoso como demonstrado na Figura 3 e Figura 4 antes ou depois de válvulas de seccionamento de linhas. As ventosas podem ter a função de admitir ar na tubulação, para evitar danos às tubulações quando submetida a pressões negativa ou de expulsão para evitar perda de seção, por acúmulo de ar, diminuindo a vazão do projeto. As Ventosas não necessariamente tem apenas uma destas funções, o mais comum é atuarem nas duas funções, apesar de que podem ser construídas com função única, mas como tanto a falta quanto o excesso de ar nas tubulações podem ser prejudiciais elas costumam ter dupla função. Existem ainda outros tipos e modelos de ventosas, mas como não são relevantes para o propósito desta pesquisa, não serão mencionamos.

Figura 3 - Disposição de Ventosas.



Fonte: Marcelo Baú Domenighi (2018)

Figura 4 - Válvula ventosa



Fonte: Catálogo da DURCON Equipamentos Industriais LTDA

2.4.2 Válvula de retenção

Como explicado por NETTO e FENÁNDEZ (2015), válvulas de retenção são dispositivos que só permite o fluxo de água em uma única direção, restringindo o refluxo, e são usadas normalmente em projetos de bombeamento, em linhas por gravidade e outras situações específicas. Este tipo de válvula não tem um modelo único, variando conforme a aplicação. Existem outros modelos que não serão citados por não ter tanta relevância ao estudo proposto por este trabalho, sendo importante o conhecimento dos equipamentos a seguir:

2.4.2.1 Válvula de retenção tipo portinhola

No livro Manual de Hidráulica de NETTO e FENÁNDEZ (2015) é demonstrado uma das mais tradicionais válvulas de retenção, que funciona com uma portinhola basculante, sendo instalada preferencialmente na horizontal como demonstrado na Figura 5. Tem uma menor perda de carga comparada aos outros modelos, por não possuir mola em sua portinhola e assim causando uma menor perda de carga localizada.

Figura 5 - Válvula de retenção tipo portinhola



Fonte: <http://www.valaco.com.br>

2.4.2.2 Válvula de retenção tipo “plugue”

Este tipo de válvula tem modelos fabricados para uso preferencialmente na vertical Figura 6 e na horizontal Figura 7 fazendo a vedação através de um disco com uma haste não roscada, utilizando do peso da peça e da ação da gravidade para garantir a estanqueidade evitando o fluxo do fluido no sentido oposto ao desejado. NETTO e FENÁNDEZ (2015) afirmam que este tipo de dispositivo pode ser usado em válvulas de pé em sucção de bombas, sendo que a perda de carga é maior que as do tipo portinhola.

Figura 6 - Válvula tipo “plugue” vertical.



Fonte: <http://www.valaco.com.br>

Figura 7 - Válvula tipo “plugue” horizontal.



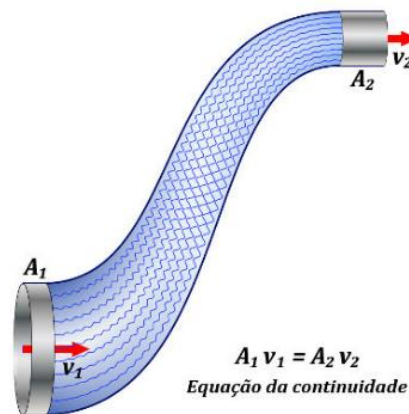
Fonte: <http://www.valaco.com.br>

2.5 MÉTODOS PARA AFERIR VAZÃO E VELOCIDADE DE FLUIDOS EM TUBULAÇÕES.

2.5.1 Equação da continuidade

Segundo o Manual de Hidráulica de NETTO e FENÁNDEZ (2015) entende-se que a equação da continuidade é relacionada a velocidade de escoamento de um fluido e a área disponível para tal escoamento. A partir da Figura 8, note que o caminho feito pelo fluido possui duas áreas diferentes: $A_1 > A_2$. Imagine, portanto, que, em um intervalo de tempo (Δt), um volume (ΔV) do fluido entre pela área A_1 . Adotando o fluido como incompressível, devemos assumir que o mesmo volume (ΔV) deverá sair pela extremidade da área A_2 . Formando assim a seguinte equação: ($A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$)

Figura 8 - Equação da continuidade

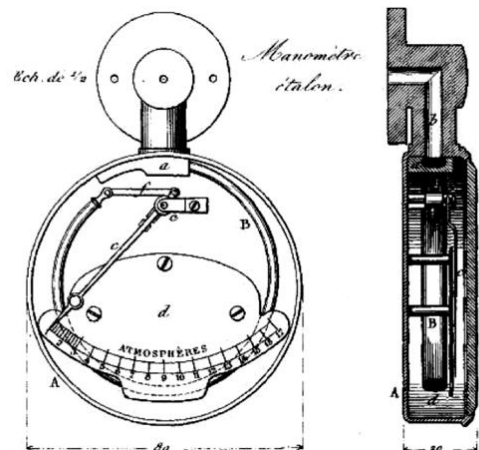


Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br>

2.5.2 Manômetro de Bourdon

Segundo Acheman e Martinez (2010), Eugène Bourdon é o quase desconhecido inventor de um dos instrumentos mais utilizados pelos engenheiros de todo o mundo. Desde sua introdução em meados do século XIX, o manômetro como demonstrado nas Figuras 9 e 10, ou tubo de Bourdon como era conhecido, tem sido a ferramenta mais empregada para medir a pressão em laboratórios e indústrias. Sua aparição no mercado europeu, seguindo-se à dos Estados Unidos, tornou-se um ponto de partida para a substituição gradual do manômetro de mercúrio.

Figura 9 - Manômetro de Bourdon desenho original

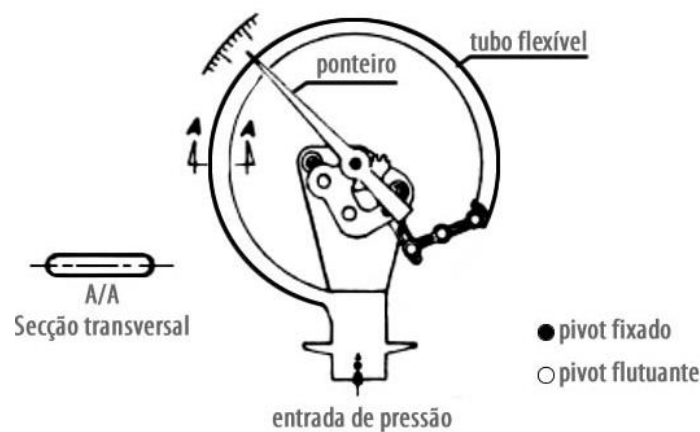


Fonte: Rev. Bras. Ensino Fís. vol.32

2.5.3.1 Como funciona o manômetro de Bourdon

Como explicado por Acheman e Martinez (2010) o manômetro marca a variação de pressão, de acordo com o deslocamento do tubo em forma de C como indicado na Figura 10, seguindo os conceitos da Lei de Hooke. O tubo tem uma extremidade aberta, por onde entra o fluido ou gás, e outra lacrada, a qual tem um pivô fixado em sua extremidade que desloca um conjunto de engrenagens ligadas a outra mola e ao ponteiro, e assim, registrando as alterações de pressão.

Figura 10 – Manômetro de Bourdon



Fonte: <http://www.salcas.com.br>

2.6 Lei de Hooke

Segundo Halliday, Resnick, Walker (2002) uma mola no seu estado normal, ou seja, nem tracionada ou comprimida e ainda com uma extremidade presa em um objeto, quando o objeto é empurrado para a direita a mola está sendo tracionada, ao mesmo tempo que a mola puxa o bloco para a esquerda, tentando voltar ao estado relaxado. Esta força exercida pela mola é chamada restauradora. Agora, quando o objeto é empurrado para a esquerda, comprimindo a

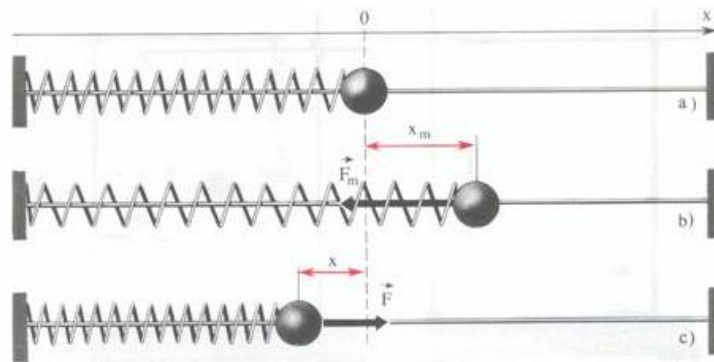
mola. Ao mesmo tempo, a mola, empurra a peça para a direita, restaurando seu estado relaxado.

Essa força da mola é dada por:

$$\mathbf{F} = - \mathbf{k} \mathbf{d} \text{ (Lei de Hooke)}$$

O sinal é negativo na equação, pois a força aplicada pela mola tem o sentido oposto do deslocamento da sua extremidade livre.

Figura 11- Representação da Lei de Hooke



Fonte: <http://www.ebah.com.br>

2.7 REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.7.1 Rede de distribuição

Segundo a (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é a parte do sistema de abastecimento constituído de tubulações e acessórios, com a finalidade de colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em volume e pressão determinadas.

2.7.2 Setor de Manobra

De acordo com a (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é a menor subdivisão da rede de distribuição, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o abastecimento do restante da rede.

2.7.3 Setor de medição

Como explicado pela (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é o conjunto da rede responsável por medir os volumes com a finalidade de acompanhar o consumo e possíveis perdas de água na rede.

2.7.4 Consumo

Segundo a (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é a quantidade de água usada pela população em uma unidade de tempo.

2.7.5 Vazão de distribuição

De acordo com a (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é o consumo mais as possíveis perdas de carga que podem surgir no decorrer da linha de abastecimento.

2.7.6 Pressão estática disponível ou simplesmente pressão estática

Como explicado pela (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) é a pressão em nível do terreno sendo o consumo nulo.

2.7.8 Pressão dinâmica disponível ou simplesmente pressão dinâmica

Pressão, referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede, sobre condição de consumo não nulo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

2.7.9 Limites de pressão

Como mencionado na (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) A pressão estática máxima que as tubulações distribuidoras devem conter é de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa.

3 METODOLOGIA

Os testes foram realizados na Quadra 110 sul Alameda 05 Lote 18, localizado em Palmas – TO.

Foram realizadas cinco repetições para cada situação, garantindo uma gama amostral de dados suficientes para uma melhor interpretação dos resultados.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

Analisar a válvula bloqueadora de ar “Aquamax” Figura 12, que garante ser capaz de reter o ar nas tubulações de abastecimento de água. O “Aquamax” promete não permitir o hidrômetro registrar o ar e assim gerando economia aos seus usuários.

Figura 12 - Válvula Aquamax



Fonte: <https://elifermi-negocios.mercadoshops.com.br>

3.2 VARIÁVEIS CONSIDERADAS

Para o estudo da eficiência da válvula “Aquamax” em reter o ar em tubulações de abastecimento, deve-se considerar as pressões e vazões em que a tubulação estará submetida, antes e posteriormente a instalação do objeto de estudo. Estas variáveis foram aferidas com o uso de manômetros e hidrômetros,

3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para que fosse possível realizar os testes propostos, foi construído uma bancada experimental. Utilizando de registros para controlar a abertura e fechamento dos ramais, hidrômetros para medir os volumes, manômetros para aferir as pressões no sistema de abastecimento e um compressor para simular ar na rede de abastecimento.

Como retratado, nas Figuras 13 e 14, a bancada é capaz de isolar individualmente a entrada de ar e água e também liberar o fluxo de ambos, simultânea ou individualmente em cada um dos dois ramais. Sendo o ramal 1 contendo o Aquamax e o ramal 2 estando livre em situação normal de abastecimento.

A fim de obter dados para comparação, realizou-se os seguintes procedimentos, estudo com apenas água entrando na bancada medindo-se o volume de água registrado no intervalo de tempo de 1 min nas seguintes condições, apenas o ramal 1 aberto, apenas o ramal 2 aberto e posteriormente com ambos os ramais abertos. Em seguida repetindo o procedimento com apenas ar entrando na bancada, e posteriormente com água e ar simultaneamente passando pela bancada.

Figura 13 - Esquema de montagem

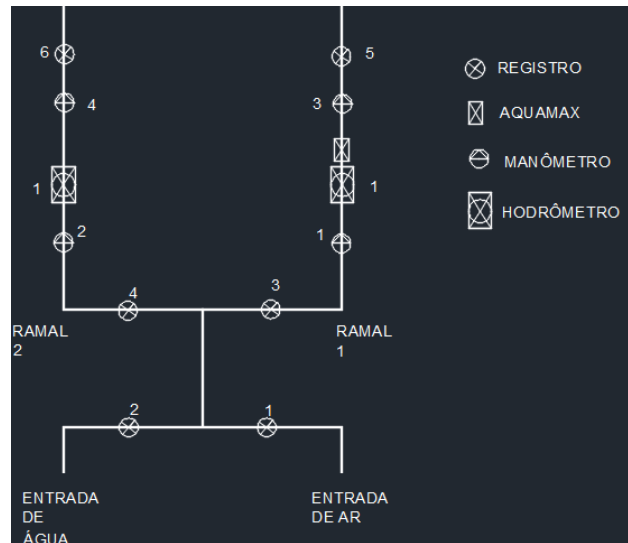


Figura 14 – Bancada montada



3.3.1 Cálculo da Vazão

Segundo NETTO e FENÁNDEZ (2015) vazão é o volume de água em uma unidade de tempo, normalmente apresentada em m^3/s ou em unidades paralelas a estas. A fim de quantificar a vazão foram realizados os seguintes procedimentos.

a) Anotou-se o valor expresso pelo hidrômetro, antes do teste, em seguida fechou-se apenas o registro 3, isolando assim o ramal 1, marcou-se 1 minuto do momento em que liberou-se a água pelo registro 2. A variação do volume final menos o inicial dividido pelo tempo resulta na vazão em uma simulação de abastecimento sem o “Aquamax”.

b) Anotou-se o valor expresso pelo hidrômetro, antes do teste, em seguida fechou-se o registro 4, isolando assim o ramal 2, marcou-se 1 minuto do momento em que liberou-se a água pelo registro 2. A variação do volume final menos o inicial dividido pelo tempo resulta na vazão em uma simulação de abastecimento com o “Aquamax” expresso pela Tabela 1.

c) Anotou-se o valor expresso pelo hidrômetro, antes do teste, em seguida todos os registros foram abertos, liberando o fluxo de água nos dois ramais, marcou-se 1 minuto do momento em que liberou-se a água pelo registro 2. A variação do volume final menos o inicial dividido pelo tempo resulta na vazão em uma simulação de abastecimento com e sem o “Aquamax”.

3.3.2 Pressões

3.3.2.1 Pressão necessária para comprimir a mola do “Aquamax”

Para verificação da pressão de compressão da mola, foi fechado o registro 2 bloqueando a entrada de água, abriu-se o registro 1 liberando o ar comprimido na bancada, com os registros 4 e 5 fechados, para isolar o ramal com o “Aquamax” e fecha-lo a fim de pressurizar o tudo. O ar comprimido terá sua pressão primeiramente registrada no manômetro 1 localizado antes do “Aquamax” e do hidrômetro, liberando a pressão pouco a pouco, pelo registro do compressor, pode-se observar até que ponto o “Aquamax” bloqueia o ar.

3.3.2.2 Pressão Estática disponível

A pressão, com o sistema em equilíbrio, pode ser mensurada nos manômetros e a diferença registrada entre os manômetros 1 com o 3 e do 2 com o 4 são as perdas de carga causadas pelas peças hidráulicas e o “Aquamax”. Para obter-se esta informação basta fechar os registros 1, 5 e 6, assim a bancada estará pressurizada com água e pode-se observar nos manômetros as pressões antes e depois do hidrômetro no ramal 2 e antes e depois do hidrômetro e “Aquamax” no ramal 1.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Para realizar o tratamento dos dados foi utilizado o Sisvar, que é um softwer de análise estatística experimental e básica, ele tem sido amplamente utilizado por graduandos, professores e pesquisadores de universidades no Brasil e no exterior.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 QUANTO ÀS VAZÕES

Para melhor compreensão da tabela e da leitura deste trabalho é necessário entender que a vazão é dada por uma unidade de volume por uma de tempo, e que são transformáveis a

partir destas unidades base, por exemplo, na Tabela 1 a vazão do Ramal 2 (ramal sem o “Aquamax” instalado) é de 0,293 L/s quando abastecido apenas com água e multiplicando este valor por 60 segundos temos 17,58 L/min. Estas conversões são para meramente ilustrativas, para facilitar o entendimento das grandezas da forma mais simples possível.

Os valores de vazão (L/s) com ou sem a utilizando sa válvula aquamax, encontra – se na Tabela 1 e 2, Conforme a Tabela 1, no estudo individual de cada ramal, que simula o abastecimento igualitário considerando todos os ramais veirifca – se que no sistema com Aquamax proporcionou os menores valores de vazão quando o sisterna foi alimentado somente com água e quando alimentado com água+ar.

Tabela 1 - Valores de p<F e Valores Médios da Vazão(L/s), em três diferentes sistemas com e sem instalação da válvula Aquamax, em análise individual do sistema. Palmas – TO, 2018.

	VAZÃO (L/s)		
	Somente água no Sistema	Somente Ar no Sistema	Água + Ar no Sistema
p>F	0,0001*	0,14 ^{ns}	0,04*
CV%	1,02	30,76	30,68
TUKEY			
Com Aquamax	0,2934 b	0,224 b	0,199 b
Sem Aquamax	0,3216 a	0,321 a	0,348 a

ns = não significativo; *= significativo a (p>0,05) pelo teste f.

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a (p<0,05), pelo teste de Tukey.

Na Tabela 2 tem – se os valores de vazão na análise simultânea dos ramais, observa - se que quando o sistema foi abastecido apenas com água e com água e ar o ramal com Aquamax proporcionou menores valores de vazão, o que gera menor fluxo de água no sistema.

Tabela 2 - Valores de p<F e Valores Médios da Vazão(L/s), em três diferentes sistemas com e sem instalação da válvula Aquamax, em análise simultânea do sistema. Palmas – TO, 2018.

	VAZÃO (L/s)	
	Somente água no Sistema	Água + Ar no Sistema
p>F	0,0001*	0,0001*
CV%	4,25	12,09
TUKEY		
Com Aquamax	0,0150 b	0,0560 a
Sem Aquamax	0,2930 a	0,2872 b

ns = não significativo; *= significativo a (p>0,05) pelo teste f.

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a (p<0,05), pelo teste de Tukey.

4.1.1 Análise Individual dos Ramais 1 e 2

Nota-se, na Tabela 1, que no teste de vazão feito individualmente em cada ramal, ou seja, fechando o registro 3 para aferir a vazão do ramal 2 e fechando o registro 4 para aferir a vazão do ramal 1 em todas as condições propostas. Houve uma diferença de até 1,7 L/min

quando utilizado apenas água passando pela bancada, o que esboça uma redução de vazão no ramal 1, o qual contém o “Aquamax” instalado. Por estes dados pode-se concluir que o “Aquamax” causa redução de vazão mesmo em situação atípica de abastecimento, na qual o ramal 1 é a única descarga do sistema de abastecimento.

O experimento, passando apenas ar pelos ramais individualmente, esboça também uma redução de vazão na ordem de 5,8 L/min entre os ramais 1 e 2. O que implica que pode-se concluir que os dados indicam apenas uma redução de vazão e não a capacidade de inibir a passagem de ar pois nesta etapa a bancada estava pressurizada apenas com ar.

A análise com a bancada pressurizada com água e ar simultaneamente, mostra através da tabela 1 que houve uma redução de vazão entre os ramais de 8,9 L/min no ramal com o “Aquamax” instalado, porém sua vazão média neste caso foi inferior aos demais testes, o que pode ter sido causado por paradas no hidrômetro observadas durante o experimento, uma explicação seria a possível interferência no funcionamento por formação de bolhas de ar pressurizada dentro da câmara de medição do hidrômetro.

Como não havia equipamento adequado para medir a velocidade da água, e a equação da continuidade também não poderia ser usada, pois o tubo visivelmente não estava em regime de escoamento pressurizado como se observa na Figura 15, logo é possível apenas supor que o “Aquamax” está agindo como um redutor de vazão reduzindo a área ou a velocidade de escoamento.

Figura 15 - Regime de escoamento dos ramais 1 e 2



4.1.2 Análise Conjunta dos Ramais 1 e 2

Os Resultados obtidos no teste simultâneo de vazão, ou seja, com ambos os ramais abertos ao fluxo de apenas água, mostrou uma diferença significativa de vazão de

aproximadamente 16,6 L/min como demonstrado pela Tabela 2. O ramal 2, o que está sem o “Aquamax” instalado, registrou em média 17,5 L/min, enquanto o ramal 1, o qual tem o “Aquamax” instalado, registrou em média 0,9 L/min. Pode-se supor, que em um dia inteiro de abastecimento, que este ponto receberia apenas 1296 litros de água. Se o local não contar com 24 horas de abastecimento, dependendo da demanda do usuário ele pode vir a ficar desabastecido ao utilizar o “Aquamax”.

A análise com água e ar passando simultaneamente pelos dois ramais abertos, mostra que no ramal 1, o qual tem o “Aquamax” instalado, teve uma vazão média de 3,36 L/min, superior aos 0,9 L/min aferidos com apenas água passando pelo sistema, pode-se entender como o aumento do volume registrado devido a aferição do ar pelo hidrômetro. Enquanto no ramal 2 foi verificado uma vazão média de 17,2 L/min, inferior aos 17,5 L/min verificados no teste com apenas água passando pela bancada. O hidrômetro neste experimento também demonstrou ineficiência em mensurar adequadamente o volume de ar e água simultaneamente pois parava de registrar o fluxo do volume da solução ar e água em alguns momentos.

Os hidrômetros, apesar de não registrarem perfeitamente os volumes, mostram em seus dados aferidos que houve aumento da vazão sempre que a variável ar foi posta junto da água em ambos os ramais, demonstrando que o “Aquamax” pode não reter o ar que venha junto a água nas tubulações de ar.

4.2 QUANTO ÀS PRESSÕES

4.2.1 Pressão Estática Disponível

Para fins de estudo dos resultados, a pressão estática disponível foi aferida pela leitura dos manômetros 1, 2, 3 e 4 sendo que todos registraram a mesma leitura, de aproximadamente 3,5 KgF/cm² como apontado pela Figura 16, o que corresponde a aproximadamente 35 m.c.a. Como não houve diferença de pressão visível por este método de análise, pressupõe-se que não há perdas de cargas significativas a serem observadas nos ramais 1 e 2. Como já foi verificada a perda de vazão possivelmente acarretada pelo “Aquamax”, pode-se afirmar que o mesmo não ocorre com a pressão disponível, sendo assim, não implicará um cuidado com a altura manométrica necessária para abastecer o reservatório do indivíduo que possa vir a usar o “Aquamax”.

Figura 16- Pressão estática do experimento



4.2.2 Pressão de Compressão da Mola do “Aquamax”

A pressão em que se pode observar a compressão da mola do “Aquamax” foi de 0,5 kgF/cm², como mostra a Figura 17, não sendo possível verificar, com este aparelho as pressões menores que esta pois não é possível ter total controle sobre a válvula do compressor, então para avaliar se estava passando ar sem registrar nos hidrômetros ,utilizei de um galão de 20 litros cheio de água e submergi a extremidade do ramal estudado dentro da boca do galão. Assim caso o ar estiver passando e o equipamento não medir ou registrar é possível saber, pois vai borbulhar dentro do galão, o que não foi o caso, e logo que observou-se que o primeiro movimento do manômetro ele já marcava 0,5 KgF/cm², intende-se que é necessário aproximadamente 5 m.c.a de pressão para comprimir a mola do “Aquamax”.

O valor é admissível em vista, que no geral, as concessionárias entregam entre 20 a 40 m.c.a ou 2 a 4 kgF/cm² respectivamente de pressão de água. O que pode ocorrer é o desabastecimento por falta de pressão disponível em momentos de baixo ou a falta de abastecimento. Em um dado momento enquanto ainda sairia água das torneiras que são ligadas direto da rua, ao utilizar o “Aquamax” os indivíduos estarão sujeito a ficar desabastecido primeiro que os demais cidadãos.

Figura 17 - Pressão em que a mola se comprime



5 CONCLUSÃO

Os testes realizados concluem que o “Aquamax”, devido à mola em sua composição, pode reter baixas pressões de ar ou água, de até 5 MCA, sem abrir seu fecho hídrico. O ar, entretanto, passa pelo “Aquamax” em todos os experimentos, assim mostrando sua ineficiência em reter o ar como proposto.

A vazão com o uso do “Aquamax” sofreu uma redução significativa, ao comparar com o ramal sem ele instalado. O que pode ocasionar desabastecimento aos seus usuários, pois a economia gerada pelo produto é devido a queda da vazão devido ao uso do “Aquamax”.

O experimento, permite concluir-se que o ar de fato passa pelo “Aquamax” em situação normal de abastecimento, e ainda, devido as falhas no hidrômetro ocasionado pelas bolhas de ar que podem travar momentaneamente a medição do hidrômetro, até que o mecanismo volte a registrar normalmente, eles ainda são relevantes, pois mesmo não registrando o volume total, ou seja, o volume que passou pelo hidrômetro é ainda maior e nota-se um volume maior quando utilizado ar e água no ramal com o “Aquamax”, do que quando passa apenas água.

O “Aquamax”, então não se mostra capaz de conter ar misturado na água nas tubulações de abastecimento quando em situação normal de abastecimento, e ocasiona uma certa economia devido a grande queda da vazão registrada no ramal que o utilizava. Porém em situações de desabastecimento, onde a rede fica pressurizada com ar, a pressão dinâmica estando a baixo dos 5 m.c.a o “Aquamax” vai realmente bloquear ar ou água que estejam na tubulação, devido a força de $0,5\text{kgf/cm}^2$ exercida pela mola.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA. São Paulo: Rev. Saúde Pública, 2002.

REIF-ACHERMAN, Simón e MACHUCA-MARTINEZ, Fiderman. **Eugène Bourdon and the evolution of the manometer**. Rev. Bras. Ensino Fís.[online]. 2010, vol.32, n.1, pp.1601-1610. ISSN 1806-1117.

FALVEY, H.T. **Air-water flow in hydraulic systems**. United States Bureau of Reclamation. Engineering Monograph n. 41, 1980.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física 1-Mecânica**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2002. 277 p.

LOPES, N. P.; LARA, M.; LIBÂNIO, M. (2011) **Quantificação em escala de bancada do volume de ar em ligações prediais de água**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 343-352

NETTO, Jose Martiniano de Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.