



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 16 – Ano VIII – 10/2019
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Análise de um sistema de elevação de fluido sem o auxílio de uma fonte motora

João Pedro Rabelo de Sousa Araújo
Graduando do Curso de Engenharia Civil, Instituto de
Ciência, Engenharia e Tecnologia – ICET - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/7056337540992709>
E-mail: jprabelo71@hotmail.com

Prof. Dr. Cristiano Agenor Oliveira de Araújo
Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos
pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Docente do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia da UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/8015054807690894>
E-mail: cristianoagenor@ufvjm.edu.br

Resumo: O Brasil é um país abundante desse recurso natural (a água), por tal motivo métodos para elevação de água é cada vez mais difundido. As bombas hidráulicas são necessárias onde o fluido não consegue atingir por gravidade devido a perda de carga entre outros fatores, e ressalta-se que a maioria das bombas hidráulicas necessitam de uma fonte externa de energia elétrica. Por outro lado, existe um outro método de elevação de água conhecido como carneiro hidráulico, que não utiliza energia para deslocar o fluido. O carneiro hidráulico que usa o golpe de aríete e não têm necessidade do uso de energia elétrica para seu funcionamento. Objetivou-se por meio de experimentos testar um aparato que pudesse elevar fluido sem a utilização de energia elétrica de uma cota mais baixa para uma cota mais alta, por meio do aproveitamento de uma coluna de fluido capaz de promover um vácuo e assim succionar fluido. Para isso quatro tipos de experimento foram utilizados, usando dois tipos de recipiente sendo um cúbico e o outro cilíndrico.

Palavras-chave: Água, Bombas Hidráulicas, Elevação de Água, Carneiro Hidráulico, Sifão e Hidráulica.

Introdução

Há vários recursos que podem promover a elevação de água, dentre os quais podemos destacar as bombas hidráulicas (divididas em bombas volumétricas ou hidrodinâmicas, sendo a última mais difundida no mercado), ou até mesmo bombas especiais como os carneiros hidráulicos. Suas aplicações estão baseadas na especificidade de cada processo, como, o sistema hidráulico em que se enquadra o mecanismo, tendo como exemplo tubos e conexões, altura manométrica, etc., que deverão ser analisadas cuidadosamente no momento da escolha do equipamento.

Dentro do contexto da mecânica dos fluidos o transporte do mesmo é de grande importância, pois além de propiciar um melhor planejamento para obras de engenharia num contexto geral, visam orientar e corrigir problemas que possam vir a aparecer na vida útil da edificação. Neste sentido se fazem análises e pesquisas com o intuito de se obter uma série de dados que retratam a real viabilidade de implantação de um sistema hidráulico plausível.

Conforme Zimmermann (2003), um sistema hidráulico através da associação de diversos elementos físicos recebe energia de um fluido e essa energia é transformada em energia hidráulica ao final do processo.

Atualmente com o avanço tecnológico e o aumento da população, uma alta demanda de água se faz necessária para suprir o desenvolvimento econômico e populacional da sociedade. Partindo disso, a busca por diferentes maneiras de captar água tende a se adaptar de acordo com o ambiente. Daí vem a necessidade de se averiguar e utilizar métodos de elevação de água que não usem fontes de energia externa (elétrica, por exemplo).

Partindo desse cenário a produção desse trabalho tem como aspecto relevante a exposição de diversos mecanismos usados para elevar água, que estão presentes na maioria dos processos de tratamento e abastecimento público das nossas cidades, tanto quanto nas indústrias. Assim como experimentos a fim de testar um diferente método de elevação de água.

Referencial teórico

Sistemas hidráulicos

Linsingen (2003) define um sistema hidráulico como sendo, “um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos”.

Já De Negri (1987), divide o sistema hidráulico em duas partes: circuito de atuação onde se enquadra as peças que proporcionam a atuação sobre a carga, nessa parte temos as válvulas direcionais e cilindros e/ou motores, e o circuito de unidade de potência encarregado pelo fornecimento de energia hidráulica para os circuitos de atuação, onde temos o reservatório, bomba, válvula de alívio e o filtro.

Um sistema hidráulico consiste basicamente de máquinas motrizes e máquinas geratrizes, que trabalham interligados a componentes como válvulas, conexões, tubulações, entre outros dependendo da aplicação. Máquinas motrizes são as que transformam energia mecânica em trabalho mecânico. Já as máquinas geratrizes são aquelas que recebem trabalho mecânico e o transformam em energia hidráulica, trabalho mecânico esse geralmente fornecido por máquinas motrizes (MACINTYRE, 1997).

Diante desse ponto de vista, pode-se afirmar que motores elétricos, motores de combustão interna, as rodas d'água, entre outros estão dentro das máquinas motrizes. Por outro lado, as bombas, os compressores e os ventiladores se enquadram dentro das máquinas geratrizes.

Partindo desse propósito, deduz-se que bombas são máquinas motrizes que transformam o trabalho recebido de uma fonte externa, transmitindo ao líquido um acréscimo de energia sob as formas de energia potencial de pressão e cinética. Vale ressaltar que não se aproveita 100% do trabalho mecânico recebido da bomba que é transferido ao líquido, como se sabe em todo sistema onde há transformações de energia sempre haverá perdas da mesma. Na maioria das vezes essas perdas acontecem principalmente na forma de calor (MACINTYRE, 1997).

Transformação de energia

Dentro da dinâmica dos fluidos é impossível descrever algum processo no qual a energia não esteja presente. Partindo disso Michinel e D'Alessandro (1994) *apud* Bucussi (2006) define energia como “uma magnitude Física que se apresenta sob diversas formas, está envolvida em todos os processos de mudanças de estado, se transforma e se transmite, depende do sistema de referência e, fixado este, se conserva”.

O Princípio da Conservação de Energia se baseia na definição de energia, que nos diz o seguinte: a energia pode ser transformada ou transferida, mas nunca criada ou destruída. Como se percebe, tal princípio está intimamente ligado com a própria definição da energia.

Com esses conceitos fixados, a transformação e conservação de energia em um sistema hidráulico acontecem basicamente da seguinte forma como expressa Azevedo (2009): no início o sistema recebe energia mecânica (na forma de torque ou rotação) obtida de energia elétrica ou térmica ao longo de um motor de combustão interna ou elétrico. Logo depois, esta energia mecânica é transformada em energia hidráulica (potência hidráulica) pela bomba hidráulica. No decorrer a energia hidráulica transferida ao fluido passa por válvulas, conexões e em continuação é transferida ao motor hidráulico que irá efetuar a transformação desta energia em energia hidráulica apresentada em termos de força e velocidade ou torque.

Bombas hidráulicas

Varon (2013) define bomba como “máquinas que transformam energia mecânica em energia hidráulica. A energia mecânica é fornecida por um elemento motriz a qual é transformada em energia hidráulica pela ação da bomba”.

A utilização de bombas acontece sempre que se necessita aumentar a pressão de um fluido, conduzindo-o pela tubulação de um determinado local a outro de um sistema hidráulico qualquer, acompanhando condições de vazão e pressão determinadas pelo processo (GOUVEA, 2008; SOUZA, 2014).

Como foi enunciado anteriormente, existem diversos tipos de bombas cada tipo se adequando ao determinado processo pela qual é exigida, mas de maneira

geral são divididas em dois grupos, as dinâmicas e as de deslocamento positivo (ou volumétricas).

Em bombas dinâmicas a ação motriz é unicamente rotacional e o seu principal componente de transmissão é o impulsor ou rotor. Por outro lado, as bombas de deslocamento positivo apresentam como principal característica a transmissão através de deslocamentos volumétricos oriundos de êmbolos, engrenagens, etc. (FOX, 2004).

Carneiro hidráulico

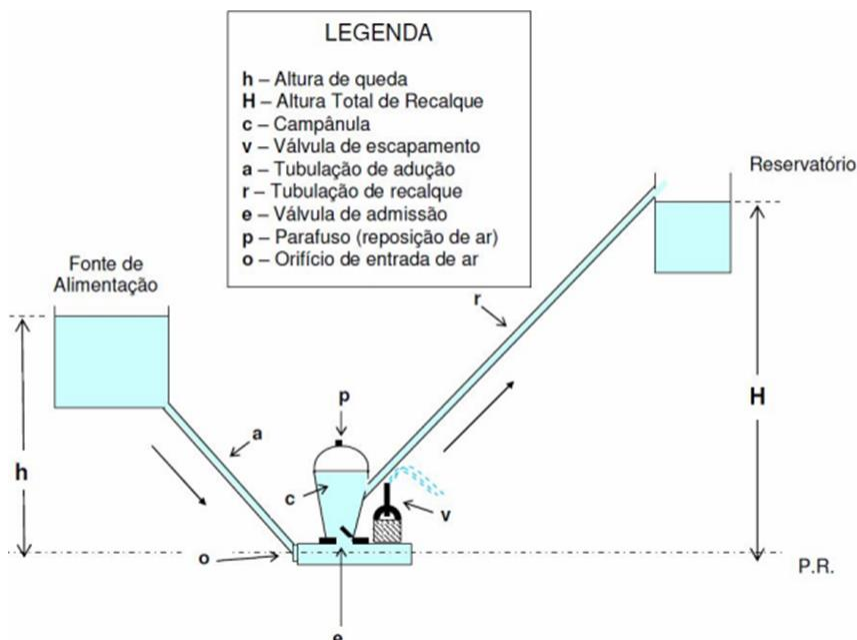
A maior parte dos meios de elevação de água descritos até aqui requisitam de uma fonte de energia externa, como por exemplo energia elétrica, na maioria das vezes. Podendo às vezes até ser considerado um problema em determinadas situações. Partindo dessa ideia surge a necessidade de buscar métodos para elevação de água que se use o mínimo de energia de uma fonte externa possível ou até mesmo não necessitem da mesma. Esse é o caso do carneiro hidráulico, onde toda a água elevada no processo de captação não se utiliza nenhuma fonte de energia externa, sendo assim se tornando cada vez mais utilizados por produtores rurais e criadores de gado.

O carneiro hidráulico ou bomba de aríete é um equipamento usado para bombear água como foi dito acima sem a necessidade de fonte elétrica ou outras fontes como combustíveis fósseis, podendo ser definido como uma máquina de elevação de água com energia própria. Seu princípio baseia no aproveitamento do golpe de aríete. Esse mecanismo foi desenvolvido pelos cientistas e irmãos franceses Jacques E. Montgolfier e Joseph Michel Montgolfier, em 1776. É perfeitamente aplicado em regiões onde a energia elétrica é escassa (CARVALHO, 1998). O carneiro hidráulico tem esse nome devido o barulho provocado pela água ao ser succionada do reservatório que se assemelha ao som provocado pelas cabeçadas do carneiro quando atacam suas presas.

O carneiro hidráulico (Figura 1 apresenta o esquema ilustrativo de um carneiro hidráulico instalado) em funcionamento trabalha do seguinte modo: a água desce por gravidade pela tubulação de sucção, ao entrar no carneiro a água empurra o êmbolo da bomba. Quando a válvula é aberta parte água vaza, quando é fechada parte da água é bombeada de volta e sobe em direção a saída, o ar presente na campânula pressiona a água para a tubulação de recalque. Os

resultados desse processo fazem com que a água da fonte de alimentação seja jorrada até o reservatório.

Figura 1 - Ilustração de um sistema instalado com carneiro hidráulico.



Materiais e Métodos

Com base no que foi visto até aqui, será apresentado experimentos feitos em laboratório do modelo proposto para elevação de água sem utilização de uma fonte de energia externa. Essa seção relatará os materiais e metodologias adotadas neste estudo para estruturar as atividades realizadas neste trabalho. Vale ressaltar que neste trabalho foram realizados quatro experimentos principais variando o molde do sistema de elevação proposto, assim como tubos e conexões empregados para obtenção dos mesmos.

Os experimentos realizados neste trabalho foram executados no laboratório de Mecânica dos Fluidos do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia – ICET, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri.

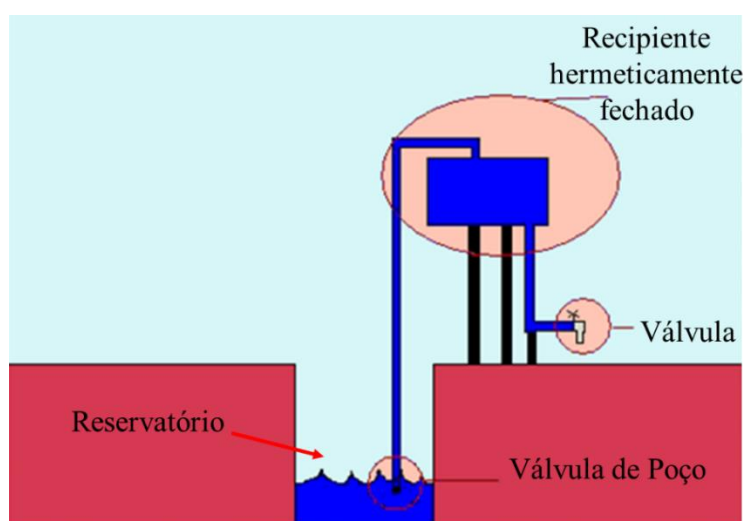
Descrição do processo

O intuito foi aproveitar a água armazenada em um recipiente elevado usando a pressão atmosférica e elevando assim a água do reservatório.

O recipiente suspenso, hermeticamente fechado, inicialmente encontrava-se cheio d'água. Desse recipiente saíam duas tubulações: uma da parte superior que se prolongava até alcançar a água do reservatório, e outra, de sua parte inferior e terminava em uma válvula acima do reservatório (figura 2). Na extremidade da tubulação que mergulhava no reservatório havia uma válvula de pé com crivo, ou seja, a água podia entrar no interior do tubo, porém não podia sair por essa extremidade.

Com isso a ideia era que quando a válvula fosse aberta, o vácuo gerado no interior do recipiente sugasse a água do reservatório. Os tubos e o recipiente permaneceram sempre cheio e hermeticamente fechados durante o procedimento.

Figura 2 - Modelo proposto.

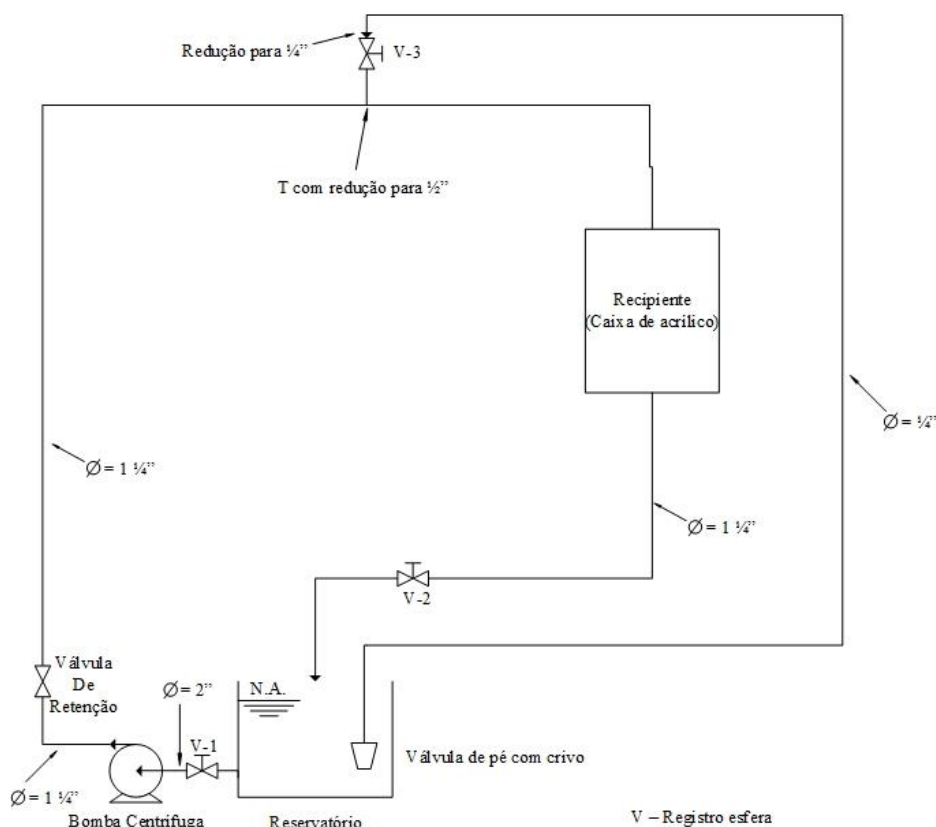


Fonte: Adaptado de BONADEU, 2002.

Primeiro experimento

Em primeiro momento foi utilizado o modelo do sistema hidráulico de elevação de água como mostra a figura abaixo.

Figura 3 - Aparato do primeiro experimento realizado.



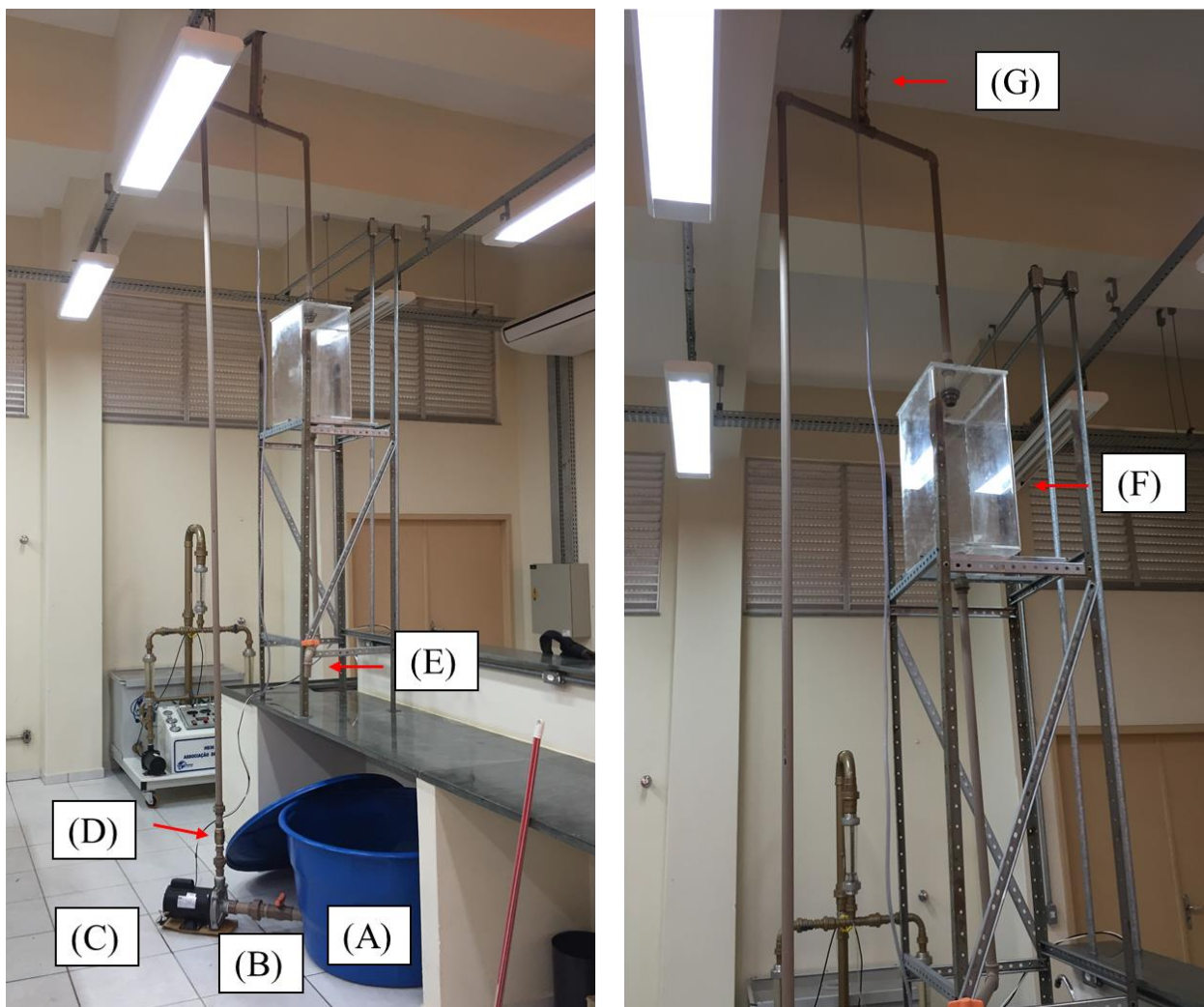
O sistema é simples e consiste basicamente de válvulas (indicadas na Figura 3) que auxiliam no controle do processo. O reservatório, onde está armazenado água. Foi utilizado ainda uma bomba centrífuga CAM-W10 de (1 cv) da marca DANCOR para alimentar todo o sistema e deixá-lo completamente preenchido de água. Além de um recipiente construído em acrílico (Figura 4) que nos dá proveito de observar aspectos experimentais, como por exemplo, se o fluido está sendo succionado ou não. As dimensões do recipiente são: 38X28 cm na base, 59 cm de altura e volume de aproximadamente 63 litros. Os tubos usados no sistema são de PVC com diâmetro de 32 mm (1 1/4"), também é utilizado uma mangueira transparente conectada a válvula de pé com crivo com diâmetro de 1/4".

Figura 4 - Imagem do recipiente construído em acrílico.



A válvula de retenção é usada para que a água presente na tubulação não volte para o reservatório quando o mesmo esteja inteiramente preenchido. A válvula (V-3) é mantida aberta durante o preenchimento de água do sistema através da bomba para que a parcela de ar contida dentro do sistema escape para fora. A partir do momento em que o sistema é completo por água, a V-3 é fechada. No tempo em que ocorre esse processo a V-2 se mantém fechada. Logo, quando o sistema está cheio d'água pode-se abrir a V-2, de maneira em que a coluna de água presente no recipiente deixa o sistema e a água no reservatório possa ser sucionada. Vale ressaltar que a válvula de pé com crivo não deixa com que a água existente na mangueira volte para o reservatório. É possível identificar o aparato experimental montado em laboratório na Figura 5.

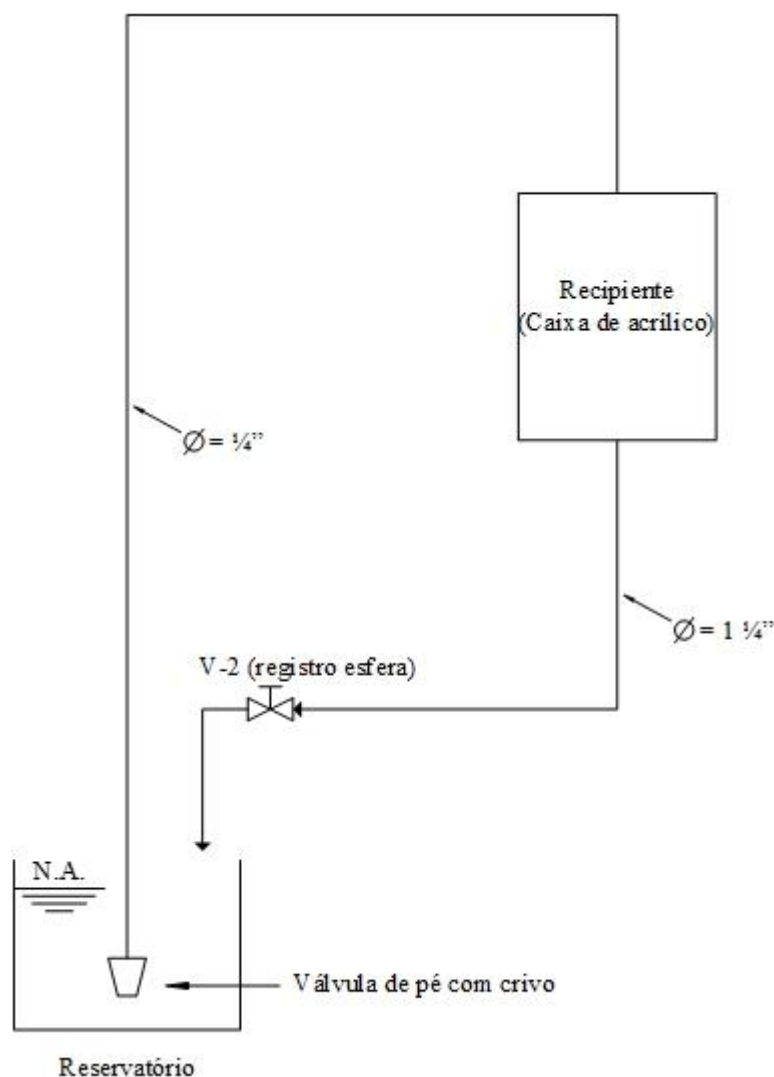
Figura 5 - Aparato experimental montado no laboratório de mecânica dos fluidos (A) Reservatório; (B) V-1; (C) Bomba centrífuga; (D) Válvula de retenção; (E) V-3; (F) Recipiente; (G) V-2.



Segundo experimento

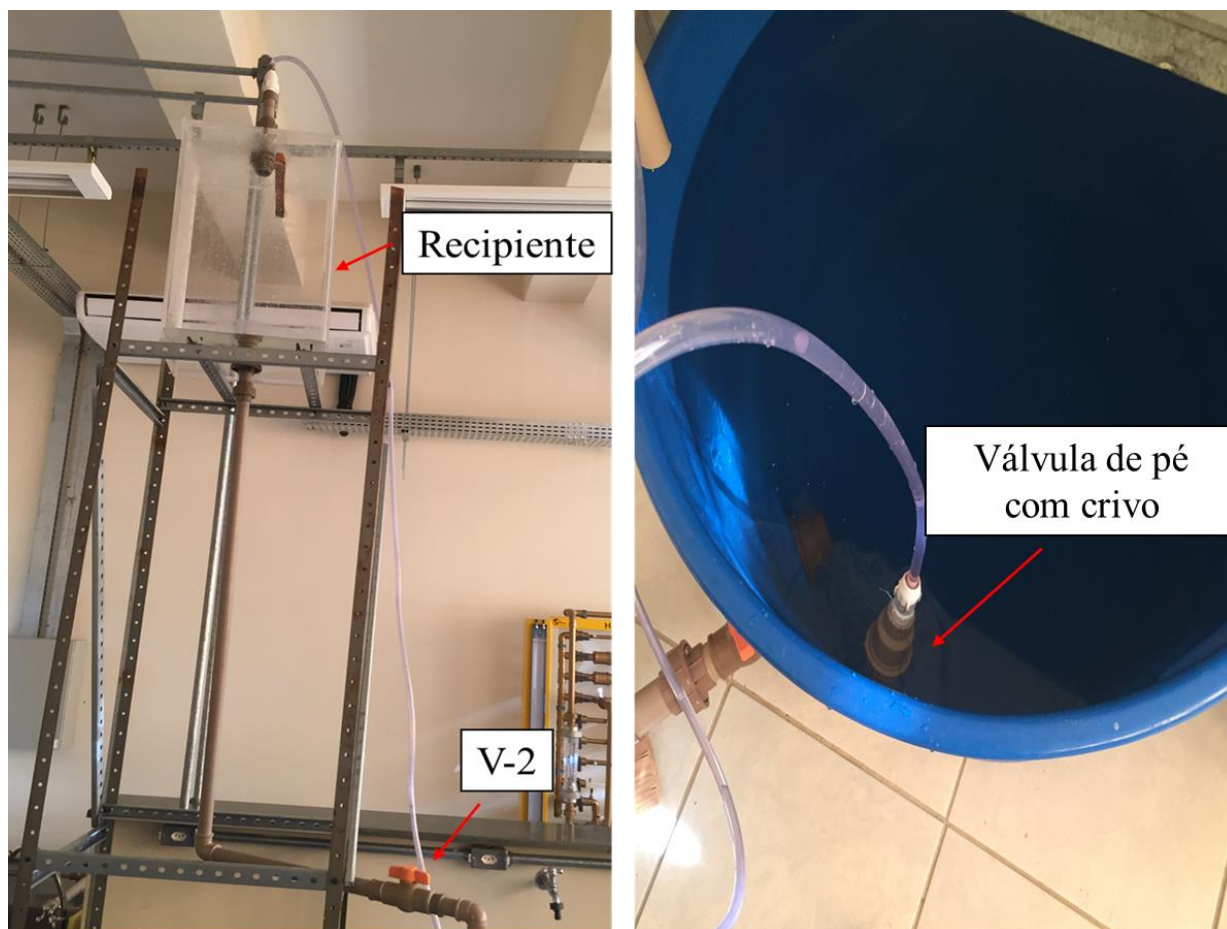
Dando sequência aos experimentos foi desenvolvido um outro modelo de sistema para o segundo experimento, como é ilustrado no esquema seguinte.

Figura 6 - Aparato do segundo experimento realizado.



Como pode ser observado no esquema, o aparato experimental do segundo experimento é mais simples que o primeiro. A água agora não é mais bombeada com auxílio da bomba para preencher o sistema, sendo assim não é necessária a utilização das válvulas V-1 e V-3 assim como a válvula de retenção presente depois da bomba, como era usado no experimento anterior. Tal preenchimento de água do sistema nesse experimento foi realizado de forma manual com a utilização de um balde. Os tubos continuam com o mesmo diâmetro (32 mm) e a mangueira utilizada é transparente com diâmetro de 1/4" conectada a válvula de pé com crivo.

Figura 7 - Modelo de sistema do segundo experimento.

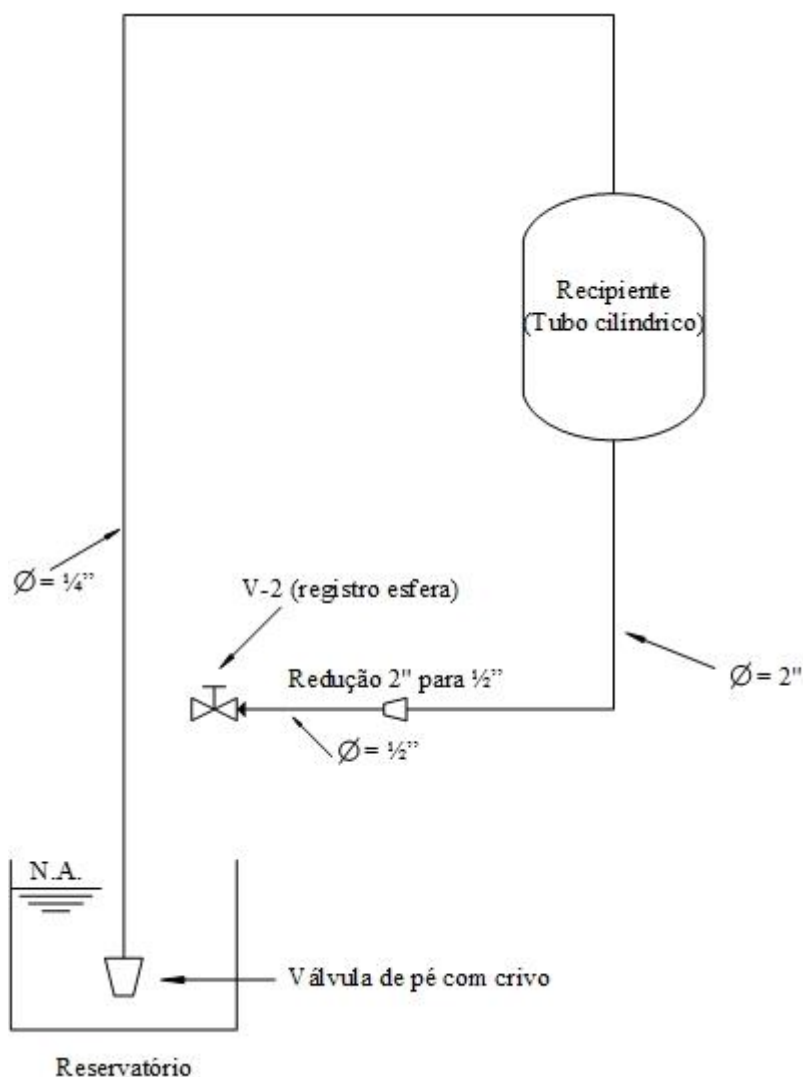


Para que o sistema seja preenchido com água a V-2 é fechada, a partir do instante em que todo sistema esteja repleto de água fecha-se V-2 e se conecta a mangueira ao recipiente (Figura 7). Em seguida o sistema está pronto para ser testado.

Terceiro experimento

Para o terceiro experimento foi feita a mudança do recipiente, não mais utilizando a caixa de acrílico e sim um recipiente circular por se tratar de ser um recipiente mais estável comparado a caixa de base retangular. A Figura 8 ilustra esse aparato do sistema.

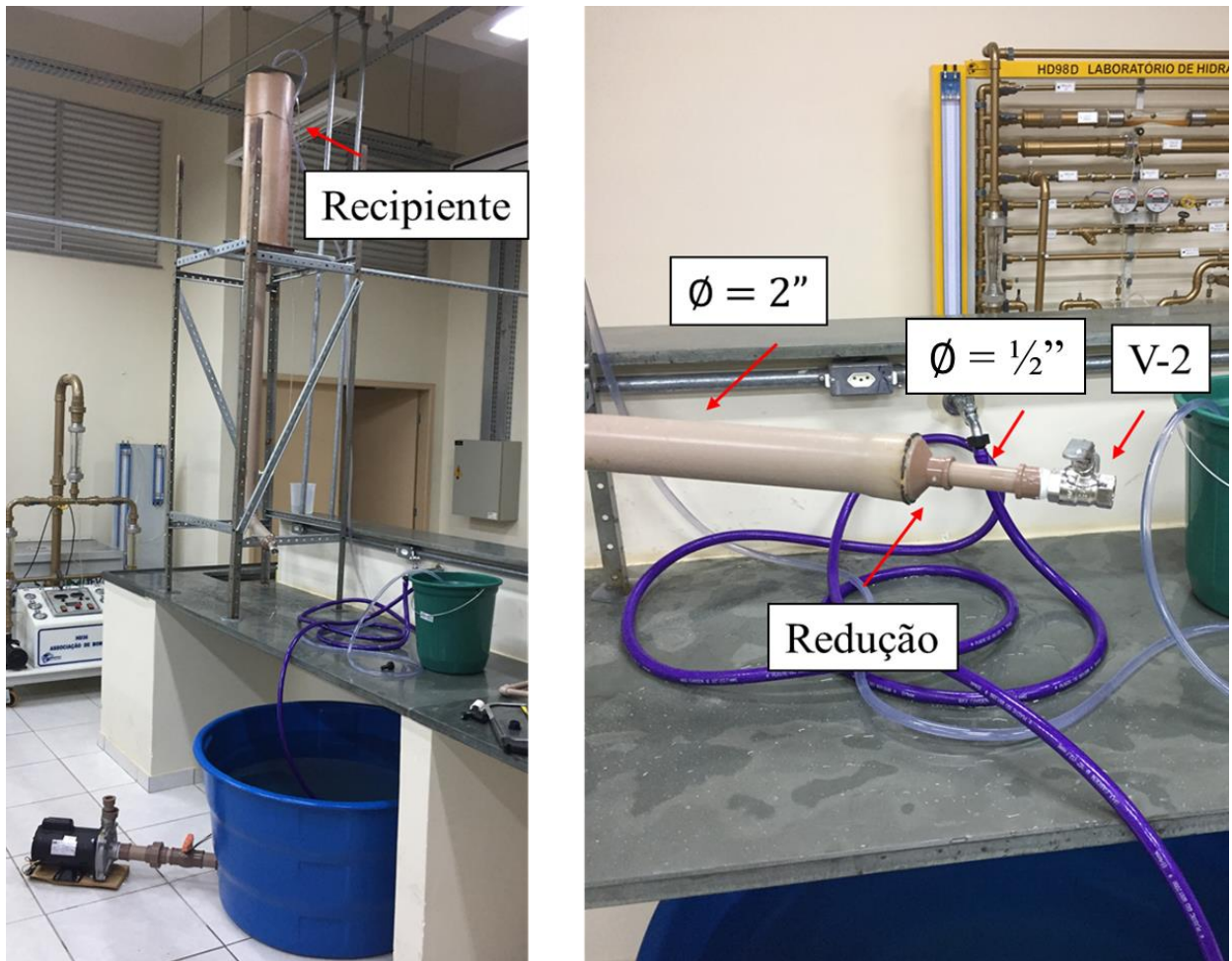
Figura 8 - Aparato do terceiro experimento realizado.



É possível verificar que a maior mudança em relação ao experimento 2 é em relação ao recipiente. Porém, o diâmetro da tubulação que desce do recipiente também foi aumentado passando de 32 mm para 50 mm (2"). Por fim foi feita uma redução da tubulação de 2" para 1/2" seguida de uma válvula para controlar o processo no sistema como mostra o mecanismo montado na figura 9.

Uma desvantagem desse experimento é também empregue ao recipiente, pois agora o mesmo não mais transparente como o anterior, dificultando assim a análise de sucção do fluido. Esse recipiente foi adaptado de um tubo de 200 mm de diâmetro em material PVC com uma altura de 70 cm, seu volume é de cerca de 22 Litros. O preenchimento de água no recipiente foi feito manualmente.

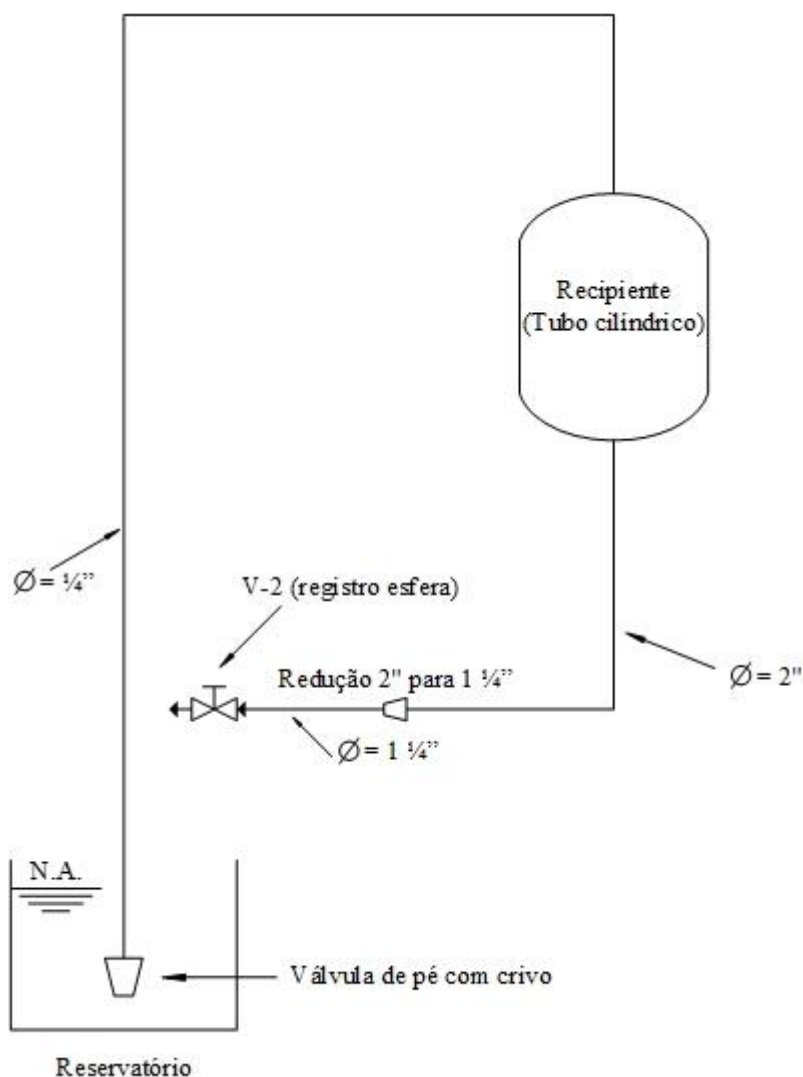
Figura 9 - Mecanismo do terceiro experimento montado em laboratório.



Quarto experimento

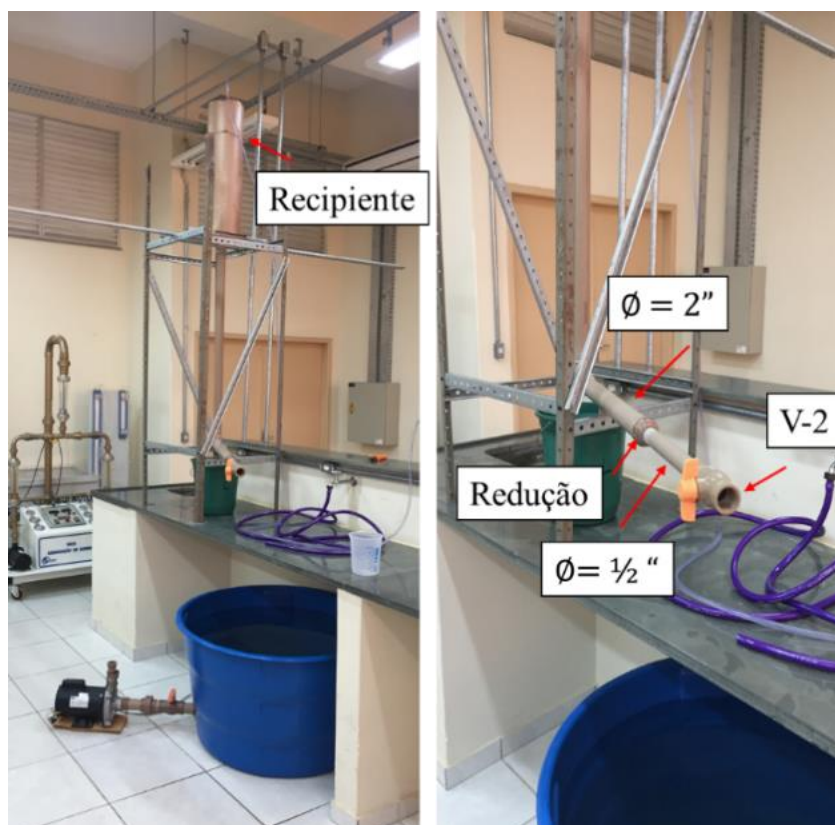
Por fim foi realizado no laboratório um quarto experimento, seu esquema é mostrado em seguida na figura 10.

Figura 10 - Aparato do quarto experimento realizado.



O quarto experimento é basicamente parecido com o anterior, sua diferença está na saída da tubulação que desce do recipiente, pois é utilizado uma redução de 2" para 1 1/4" na tubulação invés de 1/2". O aparato é então testado analogamente aos sistemas precedentes. O mecanismo montado em laboratório é mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Modelo de sistema do quarto experimento.



Vale ressaltar que os tubos e conexões utilizados para realização desses experimentos é de material PVC, retirando a válvula de retenção que é de ferro. Alguns desses equipamentos são mostrados na Figura 12.

Figura 12 - Alguns equipamentos utilizados na realização do experimento.



Análise dos resultados

Os testes feitos com os experimentos objetivaram a avaliação de um método de elevação de água sem o uso de uma fonte de energia motora, como propõe Bonadeu (2002). Os testes basearam em sistemas teoricamente simples como foi descrito na seção anterior, porém sua engenharia envolvida no processo é um pouco complexa.

Em laboratório foram feitos quatro experimentos afim de alcançar o propósito. O modelo de sistema foi sofrendo variações como foi relatado previamente, com intuito de melhorar a sistemática do trabalho, sendo sua maior mudança observada pela comutação do recipiente utilizado na realização do projeto. Os principais parâmetros dos recipientes utilizados são expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros dos recipientes utilizados nos experimentos.

Experimento	Área (cm²)	Altura (cm)	Volume (L)	Massa de fluido contida no recipiente (Kg)
1	1064,00	59	62,78	62,78
2	1064,00	59	62,78	62,78
3	314,16	70	22,00	22,00
4	314,16	70	22,00	22,00

Um aspecto importante que tem que ser levado em consideração é o vácuo gerado no interior do recipiente. Com o sistema já completo de água, na medida em que a massa de fluido contida dentro do recipiente move-se em direção a saída quando se abre a válvula, gera-se um vácuo. Sendo assim, a caixa de acrílico gera um vácuo maior do que o tubo cilíndrico, não só por se tratar de uma maior área, mas também por dispor de um maior volume que resulta em uma maior massa de fluido deslocada. Por outro lado, o recipiente cilíndrico é mais estável e praticamente não sofre variação de volume quando o vácuo é gerado, diferentemente da caixa de acrílico que tem formato cúbico. Desse modo foi possível observar a caixa de acrílico sendo contraída quando o vácuo era promovido.

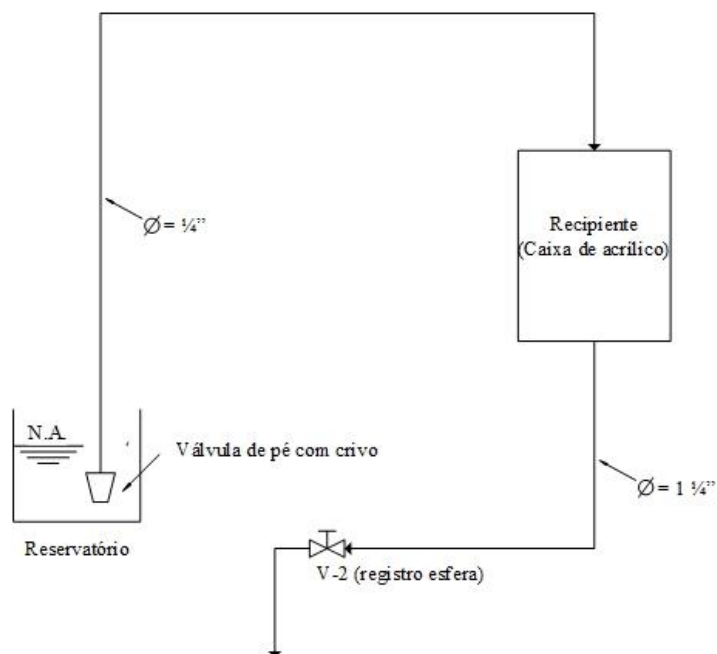
No primeiro experimento depois de realizado o processo de montagem, foi colocado o aparato para o teste em laboratório. Porém, quando a válvula (V-2) foi

aberta percebeu-se que a água não foi succionada do reservatório. Por outro lado, pode-se tirar a conclusão que estava sendo gerado vácuo no interior da caixa.

Tal processo pode ser explicado devido a microfissuras existente na vedação do recipiente que provocaram a entrada de ar no sistema. Ou até mesmo devido ao alto número de conexões utilizadas nesse aparato que podem ter aumentado a perda de carga total do sistema.

Para o segundo experimento mudou-se o modelo do sistema, diminuindo assim o número de conexões que causavam uma perda de carga elevada no experimento 1. Com tudo, a água não foi succionada do reservatório como se tinha em primeiro momento, como aconteceu no experimento anterior. Dessa maneira, foi elevada a cota do reservatório acima da saída da tubulação que desce do recipiente. Tal procedimento foi realizado com auxílio de um balde, que foi simulado como sendo um reservatório em uma cota superior à do que se tinha anteriormente, como demonstra o esquema a seguir.

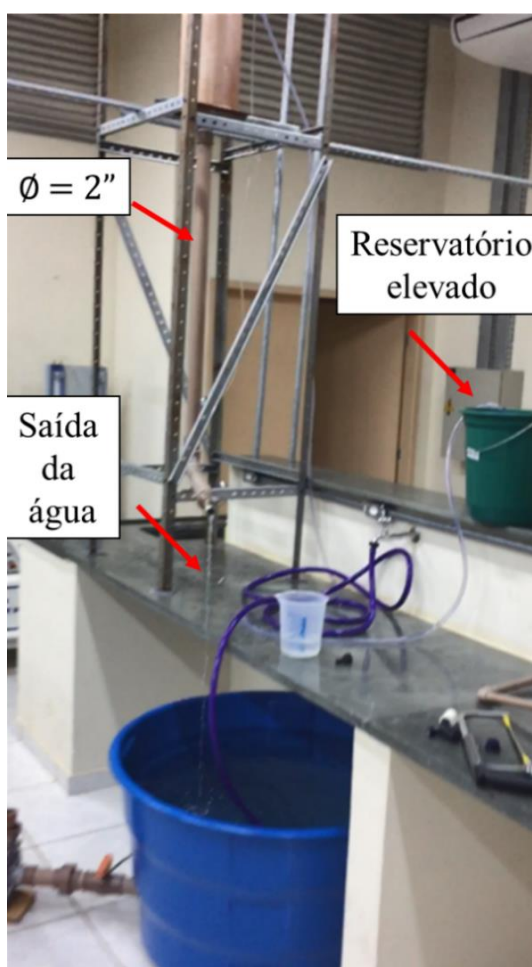
Figura 13 - Procedimento de elevação da cota do reservatório.



A partir dessa elevação do reservatório foi possível observar a água sendo succionada. Porém, esse não era o objetivo. Foi possível verificar também que em um certo momento a água parou de ser succionada. Isso pode ser fundamentado devido também a microfissuras na vedação do recipiente que podem ter propiciado a admissão de ar no sistema.

Dando prosseguimento, no terceiro experimento substituiu-se o recipiente acrílico pelo tubo cilíndrico. Também se elevou o diâmetro de saída do tubo que desce do recipiente, com finalidade de aumentar a massa do fluido a ser deslocada. No entanto os resultados foram os mesmos, o reservatório em uma cota abaixo da saída d'água, não foi succionada, ao passo que a cota do reservatório foi elevada acima da saída d'água a sucção se iniciou. Por outro lado, diferentemente do experimento 2, o fluxo de água succionada com a elevação do reservatório se manteve constante (Figura 14).

Figura 14 - Água sendo succionada do reservatório elevado.



No quarto experimento realizado, com o interesse de aumentar a massa do fluido que descola utilizou-se uma redução da tubulação de 2" para 1 ¼". Mas os resultados mantiveram iguais e água não foi elevada de uma cota do reservatório abaixo da saída d'água.

Conclusões

Em todos os experimentos foi observado que quanto maior a coluna de fluido presente dentro do recipiente, seja ele qual for, maior será o vácuo gerado no interior desse recipiente. Isso pode ser justificado devido à massa de fluido deslocado, sendo maior quanto mais alto for a coluna d'água. Bem como, quanto mais alto for a coluna d'água maior será a pressão no fundo do recipiente.

O fluido não conseguiu vencer a força gravitacional e as perdas de cargas impostas nos sistemas propostos e, portanto, não conseguiu se deslocar de um ponto de menor energia para um ponto de maior energia.

Os testes foram realizados com dois recipientes com diferentes áreas, com intuito de analisar se o vácuo iria aumentar ou diminuir com essa mudança nas áreas. Nestes resultados, o vácuo gerado dentro dos recipientes não foi capaz de succionar água de um reservatório localizado em uma cota mais baixa para uma cota mais elevada, como foi proposto em primeiro momento. Porém, mostrou-se convincente quando se elevou o reservatório para uma cota mais alta do que a cota de saída do fluido, dessa maneira atuando como um sifão.

Nesse sentido, a utilização de uma bomba hidráulica ou algum método que possa elevar água deve ser planejada e estudada, a fim de se encontrar um mecanismo que mais se encaixa para o sistema hidráulico almejado, de maneira a viabilizar o processo. Além do mais, em regiões onde a energia elétrica é escassa se torna ainda mais importante o estudo de viabilidade de implantação de um sistema hidráulico que opere sem a necessidade de fontes motoras.

Referências

AZEVEDO, G.J.R. Projeto e construção de uma bomba de pistões axiais tipo swashplate de vazão variável. 2009, 190 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista – UNESP. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá. Guaratinguetá - SP, 2009.

BONADEU, N. Tirando água do poço. Feira de Ciências, 2002. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala25/25_C01.asp> Acesso em: 30 jan. 2018.

BUCUSSI, A.A. Introdução ao conceito de energia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Porto Alegre, 2007.

CARVALHO, J.A.; Aproveitamento da Energia Hidráulica para Acionamento de Roda D'água e Carneiro Hidráulico; Textos Acadêmicos; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG; 1998.

DE NEGRI, V. Modelagem de servomecanismos hidráulicos e simulação de um servomecanismo mecânico-hidráulico. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1987.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PITCHARD, Philip J. Introdução à Mecânica dos Fluidos. 6. ed. Perdue: John Wiley & Sons, Inc., 2004. 787 p.

GOUVEA, M.M.R. Estudo de confiabilidade em bombas centrífugas. Monografia (graduação) - Universidade São Francisco – USF, curso de Engenharia Mecânica. Campinas – SP, 2008.

LINSINGEN, Irlan Von. Fundamentos de Sistemas Hidráulicos. 2. ed. FLORIANÓPOLIS: UFSC, 2003. 399 p.

MACINTYRE, Archibald Joseph. Bombas e Instalações de Bombeamento. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 782 p.

OLIVEIRA, T.J.C.; SOUZA, T.M. Eficiência do carneiro hidráulico para bombeamento de água. 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, p. 1-4, 2015.

SOUZA, P.H.A.I. Apresentação dos cálculos para seleção de bomba para sistema de reaproveitamento de água de poços artesianos. Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Mecânica. Rio de Janeiro, 2014.

VARON, M.P. Estudo de uma bomba centrífuga submersa (bcs) como medidor de vazão. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências. Campinas – SP, 2013.

ZIMMERMANN, M.A. Sistema Especialista Protótipo para auxílio na Seleção de Bombas Hidrostáticas. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2003.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 10/2019

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424

Periódico Científico Eletrônico divulgado nos programas brasileiros *Stricto Sensu*

(Mestrados e Doutorados) e em universidades de 38 países,

em diversas áreas do conhecimento.