

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

**MELHORIAS DA BOMBA DE SUÇÃO SIFONADA: Instalação de um
vacuômetro de glicerina para aferição da pressão na captação de água.**

**RITA DE CÁSSIA SOUSA E SILVA¹, GRACIELE DE SOUZA BARROS², CAMILA
DE ARAÚJO SANTIAGO², JOÃO VICTOR SOUSA SILVA², YURI NASCIMENTO
SANTOS², RICARDO SANTANA DO CARMO³, WILSON ARAÚJO DA SILVA⁴,
CRISTIANE MATOS DA SILVA⁵**

AFILIAÇÃO

¹UEMASUL– CCA – Av.Agrárias,100- Colinas Park -CEP: 65900-001, Imperatriz-MA, Bolsista PIBITI/UEMASUL, Graduada de Engenharia Agrônômica; ²UEMASUL–CCA – Av.Agrárias,100- Colinas Park -CEP: 65900-001, Imperatriz-MA, Voluntários, Graduandos de Engenharia Agrônômica; ³UEMASUL–CCA – Av.Agrárias,100- Colinas Park -CEP: 65900-001, Imperatriz-MA, Voluntários, Graduando de Engenharia Florestal, ⁴UEMASUL–CCA – Av.Agrárias,100- Colinas Park -CEP: 65900-001, Imperatriz-MA, Colaborador do projeto, Professor Adjunto IV; ⁵UEMASUL– CCA – Av.Agrárias,100- Colinas Park -CEP: 65900-001, Imperatriz-MA, Orientadora do projeto PIBITI/UEMASUL, Professora Assistente II.

RESUMO

O uso de tecnologias de baixo custo que promovam a eficácia do sistema de bombeamento como forma alternativa e eficiente na captação e condução de água, principalmente com a intenção de facilitar e aperfeiçoar o acesso à tecnologia e melhoria na qualidade de vida de pequenos produtores e comunidades rurais carentes é o tema central desta pesquisa que visa desmistificar o conceito de que apenas os sistemas convencionais promovem a eficiência de uso da água no meio rural. Para tanto, objetivou-se avaliar a pressão exercida na sucção de água utilizando um sistema alternativo de bombeamento, denominada de bomba de sucção sifonada, e aprimorar seu desempenho por meio da instalação e calibração de um vacuômetro de glicerina. Foram realizadas 30 (trinta) medições de vazão, utilizando o Método da Medição direta, e a leitura da pressão exercida no manômetro de glicerina durante o funcionamento da bomba. Os resultados obtidos demonstram que a bomba de sucção sifonada gera uma pressão negativa, sendo necessário substituir o manômetro pelo vacuômetro. Além disso, a bomba de sucção foi altamente eficiente recalcando uma vazão média de 2575,10 L.dia⁻¹ sob um vácuo de -0,2 psi. Concluindo-se, portanto, que o projeto serve como um modelo para iniciativas futuras, destacando a importância da pesquisa e inovação para enfrentar os desafios do uso racional da água em áreas rurais.

PALAVRAS-CHAVE: Bombeamento alternativo.; Recalque de água.; Sustentabilidade

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

INTRODUÇÃO

Economias regionais e nacionais dependem da disponibilidade adequada de água para geração de energia, abastecimento público, irrigação e produção de alimentos (Tundisi, 2008), pois além de ser um elemento fundamental à vida humana é imprescindível para o desenvolvimento dessas atividades (Oliveira, 2013; Santos, Sousa, Silva, 2019). O uso da água no meio rural representa 83% da demanda total brasileira, dos quais 72% são destinados para irrigação. Sendo que a área irrigável no Brasil é de 29,6 milhões de hectares (Prado; Formiga - Johnsson; Marques, 2017). Deste modo, a utilização da água é um elemento indispensável para o sistema de produção e as tarefas corriqueiras em uma propriedade rural, sendo, necessário a utilização de um equipamento que eleve a água até a propriedade e proporcione sua distribuição (Toni; Souza; Sonogo, 2014). Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2009), bombas podem ser definidas como aparatos com a função de deslocar um fluido impondo uma aceleração a ele através de, uma energia cinética, energia em forma de pressão, ou ambas as duas juntas transmitidas por pás que giram devido ao movimento disseminado pelo motor da turbo bomba onde normalmente é movido por energia elétrica (Parlato; Oliveira Junior; Salvestro, 2021).

Neste sentido, surgem estudos sobre sistemas alternativos de bombeamento como: o aríete hidráulico, a bomba de sucção sifonada e a roda d'água. A bomba de sucção sifonada, objeto desta pesquisa, é um sistema de bombeamento gravitacional que possui como princípio a elevação da água de um reservatório, que pode ser um poço, açude ou rio, até a superfície do solo, sem a necessidade de combustível ou eletricidade utilizando apenas a pressão interna gerada pelo deslocamento da água (Pajjo By, 2007; Oh, Amorim, Fortes, 2019). Tendo como vantagens: baixo custo de aquisição e/ou montagem, a não necessidade de fontes externas de energia, manutenção e operação simples, não exigindo mão-de-obra.

É imperioso ressaltar ainda que, estudos realizados anteriormente por Costa, Silva e Silva (2012) com a bomba de sucção sifonada, demonstraram que o equipamento mostrou um funcionamento adequado quando testado no campo e no laboratório; que os custos de montagem, comparado com outros equipamentos de mesma potência no mercado foi bem mais barato e, que o equipamento representa uma opção alternativa de bombeamento de água no meio rural para pequenos produtores em regiões desprovidas de energia elétrica. Diante do exposto, este estudo objetiva instalar um vacuômetro de glicerina para possibilitar entender e controlar a pressão gerada no processo de captação de água utilizando um sistema de

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

bombeamento alternativo denominado de bomba de sucção sifonada e, por meio deste proporcionar um melhor entendimento deste tipo de bombeamento ainda pouco utilizado no meio rural.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. A pesquisa foi composta pela utilização de uma bomba de sucção sifonada aplicada no meio rural, que permitiu elevar água de uma cota mais baixa para uma cota mais alta, utilizando apenas os princípios da Ley de Boyle aplicados aos líquidos (Eq. 01), conforme a metodologia apresentada por Betini et al. (2008), que apresentaram uma equação para o dimensionamento do balão (corpo do equipamento), em função dos parâmetros da aspiração e do cenário hidráulico do local da instalação do equipamento.

$$(V_i + V_u) / (V_t + V_i) \quad (\text{Eq. 01})$$

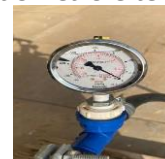
Em que: V_i : Volume inicial; V_u : Volume útil do tanque; V_t : Volume da tubulação de sucção.

A bomba de sucção sifonada é composta por um tambor cilíndrico de 200L composto por três partes distintas, o volume morto (V_m) com 6 cm de altura, o volume inicial (V_i) com 6 cm de altura e o volume útil (V_u) com 73 cm de altura (Figura 1). A bomba de sucção sifonada foi instalada em um cenário hidráulico que possui uma diferença de nível de 1,67 metros entre o local de instalação da bomba e a fonte de captação da água. Na sequência foi instalado um vacuômetro de glicerina na mangueira de sucção da bomba. Este vacuômetro possui uma escala de medição que varia de 0 a 10 bar e de 0 a 145 psi, o qual também foi disponibilizado pelo Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia. Para a instalação do vacuômetro na bomba de sucção sifonada, uma adaptação foi feita utilizando um tê de derivação de 1" (uma polegada) de diâmetro (Figura 2). Além disso, foi necessária a aquisição e instalação dos materiais descritos no Quadro 1 para que a bomba de sucção funcionasse corretamente.

Figura 1 - Bomba de sucção sifonada



Figura 2 - Vacuômetro e tê de derivação



Fonte: Autora (2023).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA**Quadro 1.** Materiais utilizados na construção do equipamento definitivo no campo.

Material	Diâmetro	Quantidade
Adaptador rosca interna para Mangueira	3'	1
Braçadeiras	-	2
Luva de Redução Roscável	3' x 1'	1
Mangueira plástica	3'	30m
Registro	3'	1
Tambor de aço de 200L (0,85m de altura)	0,56 m	1
Tê	3'	1
Vacuômetro	1'	1
Válvula de pé com crivos	3'	1

Fonte: Autora (2023).

Para avaliar a pressão durante a captação de água, foram realizadas 30 (trinta) leituras no visor do vacuômetro durante os testes de medição da vazão recalçada pela bomba de sucção sifonada. A medição de vazão foi feita por meio do Método da Medição Direta, que consistiu na medição do tempo necessário para o enchimento de um recipiente de volume conhecido.

Foram realizadas na primeira etapa do experimento 10 (dez) repetições para o enchimento de um recipiente de 1000mL e as outras 20 (dez) repetições no segundo semestre de execução do projeto para o enchimento de um recipiente de 500 mL. Totalizando 30 (trinta) repetições ao final do ano de execução do projeto. De acordo com Azevedo Netto; Fernández y Fernández (2015), quanto maior o número de repetições utilizado para avaliar a medição da vazão pelo Método da Medição Direta, maior foi a precisão dos resultados obtidos.

Após a realização da medição de vazão e da leitura da pressão, os dados foram tabulados em planilha eletrônica e, as médias das variáveis respostas serão submetidas à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o pacote computacional Paste 4.03.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, nesta pesquisa de caráter incremental, foi instalado um manômetro de glicerina conforme projeto apresentado, porém ele não apresentou resultados satisfatórios, levando a necessidade de substituir o manômetro que mede pressão positiva por um vacuômetro que mede pressão negativa. No primeiro teste com o vacuômetro instalado na bomba, para obtenção da vazão recalçada, utilizado um recipiente cujo volume conhecido era de 1000 mL, foram feitas 10 repetições para medição da vazão obtendo-se os resultados de tempo e vazão mostrados na Tabela 1. Além disso, observou-se que a pressão no vacuômetro foi de -0,8 psi, mantendo-se constante durante todo o experimento inicial.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA**Tabela 1.** Primeiro teste de medição da vazão, utilizando o método da medição direta realizando 10 repetições para encher um recipiente de 1000mL.

Teste de 1000mL	Tempo (s)	Vazão (mL.s ⁻¹)	Vazão (L.dia ⁻¹)
01	44,45	22,50	1943,76
02	45,45	22,00	1900,99
03	45,36	22,05	1904,76
04	47,39	21,10	1823,17
05	44,22	22,61	1953,87
06	45,80	21,83	1886,46
07	46,83	21,35	1844,97
08	46,09	21,70	1874,59
09	46,11	21,69	1873,78
10	46,46	21,52	1859,66
Média	45,82	21,84	1886,60
Desvio Padrão	0,99	0,47	40,99
Coefficiente de Variação	2,16	2,18	2,17

Fonte: Autora (2023).

Com a realização dos primeiros testes para medição da vazão pode-se observar que a média de tempo gasto para encher um recipiente de 1000 mL foi de 45,85s obtendo uma vazão média de 1886,60 L.dia⁻¹ e, um vácuo de -0,8 psi. Demonstrando que a bomba de sucção sifonada foi capaz de elevar uma quantidade significativa de água do ponto mais baixo do terreno para o ponto mais alto, ressaltando sua eficácia na captação de água.

Observou-se também a necessidade de realizar alguns reparos e ajustes na bomba de sucção para que ela funcionasse corretamente. Esses reparos consistiram na eliminação de saída de ar (Figura 3) e, fechamento de buracos ou vazamentos no corpo da bomba (Figura 4).

Figura 3. Eliminação de saída inoportuna de ar**Figura 4.** Eliminação e reparo de furos na bomba

Fonte: Autora (2023).

Após esses reparos, foi realizado o segundo teste para obtenção da vazão recalçada, neste caso, utilizando um recipiente cujo volume conhecido foi de 500 mL, onde foram feitas 20 repetições para medição da vazão obtendo-se os resultados de tempo e vazão mostrados na

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Tabela 2. Além disso, observou-se que a pressão no vacuômetro foi de -0,2 psi, mantendo-se constante durante todo o experimento.

Tabela 2. Segundo teste de medição da vazão, utilizando o método da medição direta realizando 20 repetições para encher um recipiente de 500mL

Teste de 500mL	Tempo (s)	Vazão (mL.s ⁻¹)	Vazão (L.dia ⁻¹)
01	17,92	27,90	2410,71
02	18,15	27,55	2380,17
03	16,13	31,00	2678,24
04	16,01	31,23	2698,31
05	17,14	29,17	2520,42
06	16,01	31,23	2698,31
07	16,18	30,90	2669,96
08	16,90	29,59	2556,21
09	16,08	31,09	2686,57
10	17,27	28,95	2501,45
11	16,12	31,02	2679,90
12	16,90	29,59	2556,21
13	16,80	29,76	2571,43
14	16,74	29,87	2580,65
15	17,10	29,24	2526,32
16	16,54	30,23	2611,85
17	17,50	28,57	2468,57
18	16,80	29,76	2571,43
19	16,88	29,62	2559,24
20	16,77	29,82	2576,03
Média	16,80	29,80	2575,10
Desvio Padrão	0,61	1,07	92,61
Coefficiente de Variação	3,65	3,60	3,60

Fonte: Autora (2023).

Após a realização dos reparos, tendo-se realizado o segundo teste de medição da vazão, observou-se uma diminuição no tempo médio de enchimento (16,80s) e no vácuo gerado (-0,2 psi), o que possibilitou um aumento na média da vazão recalculada (2575,10 L.dia⁻¹). Esses resultados demonstram que houve uma maior eficiência da bomba de sucção sifonada sob o mesmo cenário hidráulico. Além disso, a pesquisa contribuiu para demonstrar que em áreas rurais, onde o acesso à água é essencial para a agricultura, a utilização de equipamentos de baixo custo, que não dependem de energia elétrica se mostram eficientes e como alternativa viável para o pequeno e médio agricultor. Pois, no cenário atual, os agricultores estão cada vez mais interessados em adotar sistemas que visem aumentar a produção agrícola e diminuir seus custos operacionais. No entanto, sistemas automatizados muitas vezes são inviáveis para agricultores familiares, seja devido às limitações financeiras ou à falta de acesso à eletricidade. Portanto, há

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

uma crescente demanda por tecnologias mais simples e acessíveis, como o carneiro hidráulico, bomba d'água manual e alternativas. (Barros, 2007).

Nesse contexto, a bomba de sucção sifonada emerge como uma opção atraente para o bombeamento de água em áreas rurais, principalmente devido à sua independência de energia elétrica e aos custos acessíveis de construção e instalação. Suas vantagens incluem a facilidade de instalação no local de uso, ausência de necessidade de uma casa de bombas, operação sem a necessidade de filtro e baixo impacto ambiental. Por outro lado, sua eficiência pode variar dependendo das condições locais, necessitando estudar o cenário hidráulico para averiguar qual sistema de baixo custo melhor se adapta a realidade do produtor rural.

CONCLUSÕES

Conclui-se que este trabalho demonstrou a eficácia desta tecnologia de baixo custo, seus impactos positivos e sua relevância para as comunidades rurais. Além de demonstrar na prática que, a medição da pressão gerada por meio da utilização do vacuômetro, desempenhou um papel significativo na eficiência da operação da bomba, destacando a importância da pesquisa e inovação na busca por soluções práticas para desafios em áreas rurais.

Desse modo, recomenda-se o uso da bomba de sucção sifonada como uma tecnologia de baixo custo como alternativa para a captação de água em cenários rurais visando às necessidades de abastecimento de água de pequenos e médio produtores rurais.

APOIO FINANCEIRO

A Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, P. P. S. *Sistemas Alternativos De Irrigação Para Agricultura Familiar*. Faculdades Integradas Da Terra De Brasília. Brasília, DF, 2007. P. 42.

Betini, M. O.; Zanini, J. R.; Forato, L. C.; Pereira, G. T. Avaliação De Tanques De Escorva Utilizados Em Substituição À Válvula-De-Pé Em Instalações De Bombeamento. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, V.28, N.3, P. 460-470, Jul./Set. 2008.

Confederação Nacional Da Indústria. *Bombas Guia Básico*. 9.Ed. Brasília, DF, 2009.
Costa, N.B; Silva, W.A. Da; Silva, C.M. Da. Construção, Instalação E Desempenho Hidráulico De Uma Bomba De Sucção Sifonada Aplicada Ao Meio Rural. In: *XXIV Seminário De Iniciação Científica – Semic E IV Seminário De Pós-Graduação Da UEMA*, 2012.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Gomes, U. *Unidade De Bombeamento De Água Para Comunidade Rural Na Guiné-Bissau*. 2019. 42 F. Monografia (Graduação Em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza, 2019.

Oh, D. De S; Amorim, E.L. De; Fortes, F.C. A. Desenvolvimento E Aplicação De Um Sistema De Bombeamento D'água Sustentável Para Irrigação. *Braz. J. Of Develop.*, Curitiba, V. 5, N. 12, P.32300-32315. 2019. Doi:10.34117/Bjdv5n12-302

Oliveira, D. B. S. De *et al.* *O Uso Das Tecnologias Sociais Hídricas Na Zona Rural Do Semiárido Paraibano: Entre O Combate À Seca E A Convivência Com O Semiárido*. 2013.

Paijo By. *Pompa Air Tenaga Gravitasi*, 2007. Disponível Em: <https://Paijo1965.Wordpress.Com/2007/02/21/Pompa-Air-Tenaga-Gravitasi/>.

Parlato, C.M.; Oliveira Junior, N.; Salvestro, A. De C. Desenvolvimento De Sistema De Segurança Para Verificação De Escorva Do Conjunto Motobomba. *Revista Técnico-Científica Do Crea-Pr* - ISSN 2358-5420 – Edição Especial - Setembro De 2021.

Prado, R.B.; Formiga-Johnsson, R.M.; Marques, G. Uso E Gestão Da Água Desafios Para A Sustentabilidade No Meio Rural. *Boletim Informativo Da SBCS*. 2017. Disponível Em: <https://Www.Alice.Cnptia.Embrapa.Br/Bitstream/Doc/1080534/1/2017043.Pdf>

Santos, E.N. Dos; Sousa, N.S. De; Silva, W.A. Da Tecnologia De Baixo Custo Aplicada No Bombeamento De Água Na Zona Rural De Imperatriz – Ma. In: *IV Congresso Internacional Das Ciências Agrárias – COINTER – PDV Agro* 2019. Disponível Em: <https://Cointer.Institutoidv.Org/Inscricao/Pdvagro/Uploadsanais2020/Tecnologia-De-Baixo-Custo-Aplicada-No-Bombeamento-De-%C3%81gua-Na-Zona-Rural-De-Imperatriz---Ma-.Pdf>

Toni, S.; Souza, D.C. De; Sonogo, R.V. Carneiro Hidráulico Como Ferramenta De Aprendizagem Em Oficina Para Técnicos Em Agropecuária. In: *IX Mostra Nacional De Iniciação Científica E Tecnológica Interdisciplinar* – IFC – Campus Videira, 2014. Disponível Em: <https://Eventos.Ifcmg.edu.br/Micti/Wp-Content/Uploads/Sites/5/2014/08/Carneiro-Hidr%C3%81ulico-Como-Ferramenta-De-Aprendizagem-Em-Oficina-Para-T%C3%89cnicos-Em-Agropecu%C3%81ria.Pdf>

Tundisi, José Galizia. Recursos Hídricos No Futuro: Problemas E Soluções. *Estudos Avançados*, V. 22, N. 63, P. 7-16, 2008.