

UEMASUL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
ENGENHARIA AGRONÔMICA

ALEXANDER SOUSA DA SILVA

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULA DE PÉ
PARA O BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO CAMPO

Imperatriz - MA

2024

ALEXANDER SOUSA DA SILVA

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULA DE PÉ
PARA O BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO CAMPO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Ma. Cristiane Matos da Silva

Imperatriz - MA

2024¹

¹ Artigo Publicado na Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales
DOI:<https://doi.org/10.55905/revconv.17n.8-307>

Ficha catalográfica

S586e

Silva, Alesxander Sousa da

Eficiência de diferentes tipos de válvula de pé para o bombeamento de água no campo. – Imperatriz, MA, 2024.

16 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônômica) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2024.

1. Recursos hídricos. 2. Impacto ambiental. 3. Irrigação rural. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 631.67:556.18

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Jennifer Rabelo Pires CRB13/987**

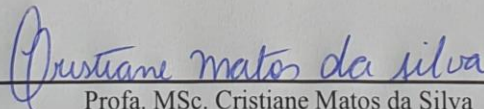
ALEXANDER SOUSA DA SILVA

**EFICIENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE VALVULA DE PÉ
PARA O BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO CAMPO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão como requisito básico para a conclusão do
Curso de Engenharia Agrônômica.

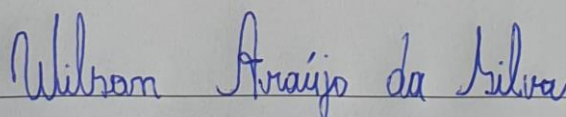
Data de aprovação: 13/08/2024

Banca Examinadora



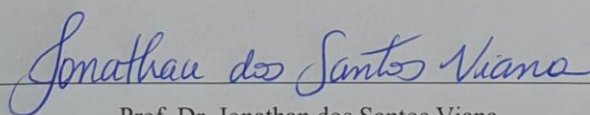
Prof. MSc. Cristiane Matos da Silva

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



Prof. Dr. Wilson Araújo da Silva

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



Prof. Dr. Jonathan dos Santos Viana

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho para minha mãe que sempre me incentivou, me apoiou e me obrigou a fazer esse curso e que mudou minha vida e perspectivas de como enxergo o mundo e tudo, imensamente agradecido a ela, te amo mãe.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e família em primeiro lugar, e aos meus colegas que me proporcionaram diversos momentos de alegria durante toda minha graduação, aos professores orientadores do LIHH por me apoiarem durante o tempo em que participei do laboratório.

A Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) por meio da concessão da bolsa PIBIC/UEMASUL e, ao Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia do Centro de Ciências Agrárias da UEMASUL.

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULA DE PÉ
PARA O BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO CAMPO**

**EFFICIENCY OF DIFFERENT TYPES OF FOOT VALVE FOR
PUMPING WATER IN THE FIELD**

**EFICIENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULA DE PIE PARA
BOMBEO DE AGUA EN EL CAMPO**

DOI: 10.55905/revconv.XXn.X-

Originals received: 01/18/2024

Acceptance for publication:02/21/2024

Alexander Sousa da Silva

Graduando em Engenharia Agrônômica

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz-MA, Brasil

E-mail: Alesxanderss@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5059-6875>

Jonathan dos Santos Viana

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz-MA, Brasil

E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

Wilson Araújo da Silva

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz-MA, Brasil

E-mail: wilson@uemasul.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4549-6815>

Cristiane Matos da Silva

Mestra em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Imperatriz-MA, Brasi

E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6416-441>

RESUMO

A utilização de recursos hídricos representa uma parcela significativa da demanda brasileira, com aproximadamente 83% do consumo ocorrendo em áreas rurais, sendo 72% destinado à irrigação. Portanto, a gestão eficiente desse recurso é fundamental. As perdas de água afetam negativamente o equilíbrio operacional e financeiro, além de comprometer a disponibilidade hídrica e gerar impactos ambientais adversos. Neste contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a influência do material e do modelo da válvula de pé na eficiência da sucção de água utilizando motobombas convencionais, com o intuito de otimizar o bombeamento em áreas rurais. Foram realizados testes de medição direta da vazão, totalizando 120 repetições distribuídas em 6 tratamentos diferentes para a validação dos resultados. Os resultados indicam que o menor tempo de enchimento da proveta de 1000 mL foi obtido com o tratamento T5 (Válvula de pé tipo cebola - Ferro Fundido Azul 1"). No entanto, as vazões não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Portanto, a escolha do tipo de material e do modelo de válvula deve ser feita pelo produtor com base nas necessidades específicas do seu projeto de abastecimento de água, pois ambos os fatores podem influenciar o desempenho do sistema de bombeamento.

Palavras-chave: Uso racional da água.; Eficiência energética.; Motobombas.

ABSTRACT

The use of water resources represents a significant portion of Brazilian demand, with approximately 83 per cent of consumption occurring in rural areas, 72 per cent of which is for irrigation. Efficient management of this resource is therefore essential. Water losses negatively affect the operational and financial balance, as well as jeopardising water availability and generating adverse environmental impacts. In this context, the aim of this study was to assess the influence of the material and model of the foot valve on water suction efficiency using conventional motor pumps, with the aim of optimising pumping in rural areas. Direct flow measurement tests were carried out, totalling 120 repetitions distributed over 6 different treatments to validate the results. The results indicate that the shortest filling time for the 1000 mL beaker was obtained with treatment T5 (Onion type foot valve - Blue Cast Iron 1"). However, the flow rates showed no statistically significant differences between the treatments. Therefore, the choice of material type and valve model should be made by the producer based on the specific needs of their water supply project, as both factors can influence the performance of the pumping system.

Keywords: Rational use of water; Energy efficiency; Motor pumps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Médias dos tratamentos obtidos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para verificação da influência do tempo gasto (em segundos) no bombeamento dos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água. 18

Figura 2 - Médias dos tratamentos obtidos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para verificação da influência da vazão ($L.s^{-1}$) de diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise de variância (ANOVA) para verificação da influência do tempo gasto no bombeamento pelos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água 17

Tabela 2 - Resultado da análise de variância (ANOVA) para verificação da influência da vazão de água ($L.s^{-1}$) no bombeamento pelos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água..... 19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Descrição dos tratamentos e das válvulas de pé utilizadas	16
------------	---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO GERAL	15
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 METODOLOGIA	16
4 RESULTADOS E DISCUSSOES	17
5 CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A hidráulica aplicada, também conhecida como hidráulica ou hidrotécnica, abrange os princípios da mecânica dos fluidos e suas aplicações práticas, especialmente no contexto do reforço hídrico em áreas rurais (Azevedo Netto; Fernández, 2015; Cunha; Oliveira, 2021).

A diversidade de métodos de irrigação disponíveis reflete um crescente interesse por práticas mais sustentáveis, impulsionadas por políticas públicas de desenvolvimento social e ambiental, além do compromisso com o ODS 6, que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos (Denys; Lopes; Cardoso, 2019).

Apesar do uso de tecnologias avançadas, a prática de irrigação no país ainda enfrenta desafios significativos, resultando em desperdício considerável de água. Estima-se que apenas metade da água captada para irrigação seja efetivamente utilizada pelas plantas, com perdas maiores ocorrendo em sistemas de irrigação por superfície e devido a vazamentos nas tubulações, comprometendo a eficiência operacional e a disponibilidade hídrica (Sousa et al., 2011).

No Brasil, onde cerca de 83% do consumo de água ocorre em áreas rurais, com 72% destinados à irrigação, a gestão eficiente desse recurso é crucial. No entanto, estima-se que 50% da água captada seja perdida devido a sistemas inadequados e vazamentos nas tubulações (Furquim; Lima, 2014; Sousa et al., 2011).

O estudo contínuo das condições ideais de bombeamento e dos materiais utilizados é fundamental não apenas para melhorar o rendimento do uso da água, mas também para promover o avanço tecnológico e a disseminação do conhecimento no campo do bombeamento e captação de água no meio rural.

No meio rural brasileiro, as bombas centrífugas são amplamente utilizadas devido à sua simplicidade e custo acessível. Para garantir um desempenho adequado, é recomendável o uso de filtros nas tubulações de recalque e sucção, impedindo a entrada de impurezas que poderiam comprometer o funcionamento da bomba (Botelho; Ribeiro Junior, 2014; Cunha; Oliveira, 2021; Oliveira Junior; Parlato, 2022).

Nesse contexto, a válvula de pé desempenha um papel crucial ao evitar o retorno da água ao poço de sucção. Para que funcione de maneira eficiente, é essencial que seu mecanismo de vedação esteja em perfeitas condições. Danos ou obstruções na válvula, como a presença de partículas de areia, corrosão, incrustações e outros materiais, podem comprometer sua capacidade de vedação adequada (Bueno et al., 2024).

O estudo das melhores práticas de bombeamento e a seleção de materiais para minimizar as perdas de água entre a captação e o recalque têm vários objetivos, como o aumento da eficiência do uso da água, a promoção de pesquisas para otimizar o uso de recursos naturais, a correção de equívocos na instalação de bombas motorizadas e o compartilhamento de conhecimento com produtores rurais de diferentes portes.

Vale ressaltar que há poucos estudos sobre a influência do material e do tipo de válvula de pé no bombeamento convencional de água utilizando motobombas. Portanto, este estudo é de grande importância para a disseminação de conhecimentos que podem melhorar a eficiência do bombeamento e a coleta de água em áreas rurais.

Diante do exposto, percebe-se que o dimensionamento adequado dos elementos constituintes de uma instalação de bombeamento tem como fundamento um ponto ótimo de operação (Ferreira Junior et al., 2018). Assim, com o objetivo de otimizar o bombeamento de água no meio rural, este estudo visa investigar o desempenho hidráulico de diferentes tipos de válvulas de pé em sistemas de bombeamento de água utilizando motobombas convencionais.

2 OBJETIVO GERAL

Verificar se o tipo de material e modelo de válvula de pé causam alguma alteração durante a sucção de água em um sistema de bombeamento convencional.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Testar na bomba hidráulica cinco tipos de válvulas de pé comumente encontradas no mercado, e uma válvula alternativa desenvolvida no Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão;

Utilizar do teste de medição direta para aferir os dados necessários;







Analisar os resultados dos testes de medição direta da vazão; interpretar e discutir os resultados obtidos.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, utilizando os recursos do Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia. Os equipamentos disponíveis incluíram uma motobomba de 1 cv, capaz de bombear $9 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ a uma altura manométrica de 28 mca, além de 6 válvulas de pé com crivo de 1 polegada de diâmetro.

Foram estabelecidos 6 tratamentos distintos, cada um com 20 repetições, totalizando 120 parcelas experimentais, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos e das válvulas de pé utilizadas.

Tratamentos	Descrição	Detalhe da Válvula
T1	Válvula de pé - Metal de 1"	
T2	Válvula de pé - PVC marrom de 1"	
T3	Válvula de pé - PVC branco/azul de 1"	
T4	Válvula de pé - PVC azul de 1"	
T5	Válvula de pé tipo cebola - Ferro Fundido Azul 1"	
T6	Válvula de pé alternativa - PVC Azul 1"	

Fonte: Silva (2024).

Para avaliar a eficiência das válvulas de pé, foram realizados testes de medição de vazão utilizando o Método da Medição Direta, que consiste em medir o tempo necessário para encher uma proveta de 1000 mL. Conforme Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), um maior número de repetições aumenta a precisão dos resultados obtidos por esse método.

Após a coleta dos dados, eles foram tabulados em uma planilha eletrônica. As médias das variáveis de resposta (tempo de enchimento da proveta e vazão direta) foram submetidas à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico PAST 4.03.

4 RESULTADOS E DISCUSSOES

Após a realização dos testes de campo com diferentes modelos de válvulas de pé, foi medido o tempo, em segundos, necessário para encher uma proveta de 1000 mL. Em seguida, foi realizada uma análise de variância para avaliar a influência do material e do modelo das válvulas de pé no tempo de sucção da água, utilizando motobombas convencionais. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 01- Resultado da análise de variância (ANOVA) para verificação da influência do tempo gasto no bombeamento pelos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água

Fonte de variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	SQ	QM	F	Valor P	F Critico
Tratamentos	5	993,51	198,70	8,7725**	<0,0001	3,1822
Resíduo	114	2582,16	22,65			
Total	119	3575,67				

Fonte: Silva (2024).

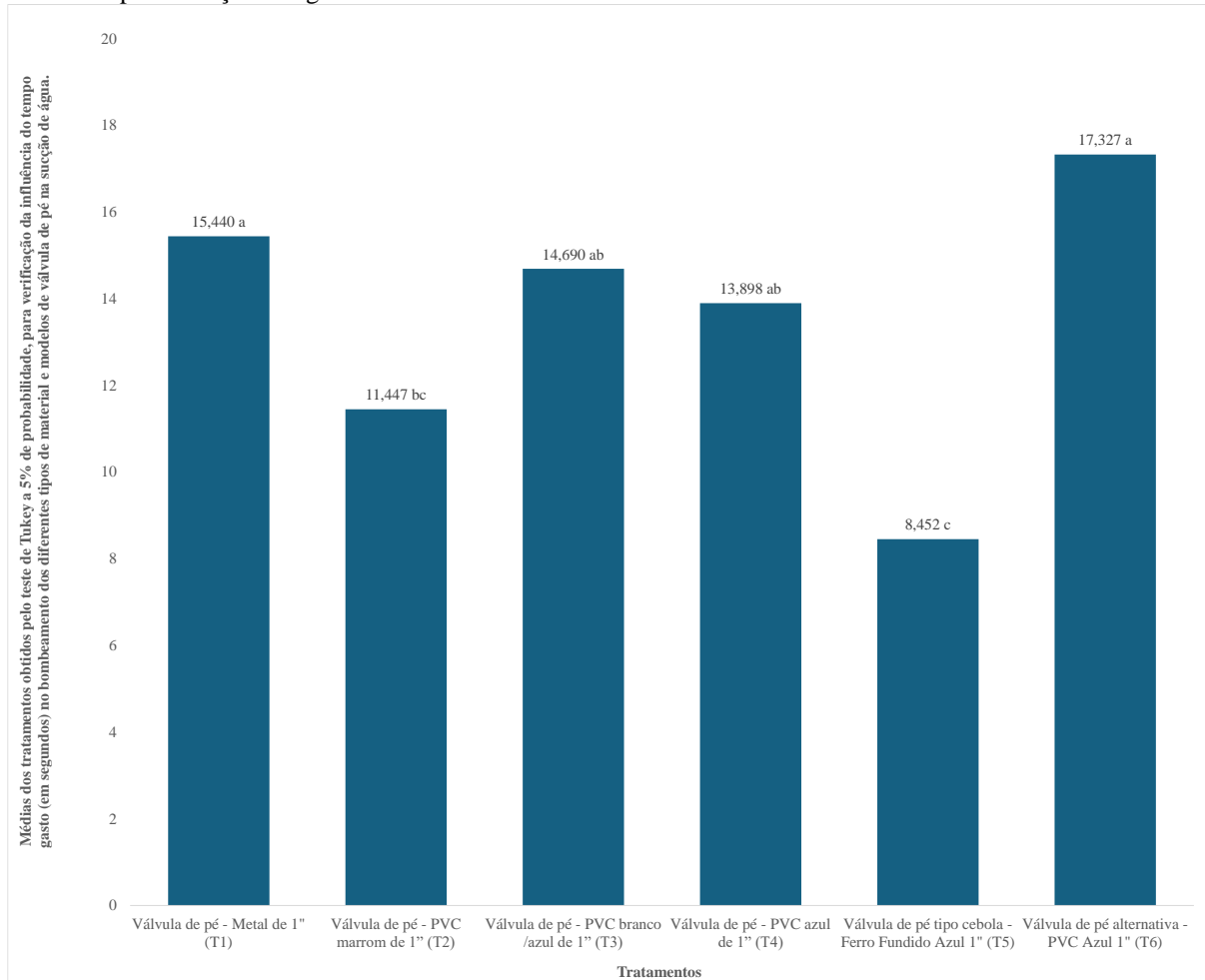
** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$);

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$);

ns - não significativo ($p \geq 0,05$)

Ao analisar os resultados obtidos na análise de variância verifica-se que o valor de F calculado (8,7725) é maior que o valor F crítico (3,1822), deste modo opta-se por rejeitar a hipótese nula, aceitando deste modo a hipótese alternativa de que média do tempo gasto no bombeamento realizado pelos tratamentos dos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água diferem entre si, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Médias dos tratamentos obtidos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para verificação da influência do tempo gasto (em segundos) no bombeamento dos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água.



Fonte: Silva (2024).

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados, apresentados na Figura 1, demonstraram que o menor tempo médio para encher a proveta de 1000 mL foi obtido no tratamento com a válvula de pé tipo cebola - Ferro Fundido Azul de 1" (T5). Em contraste, os maiores tempos de bombeamento foram registrados nos tratamentos com a válvula de pé alternativa - PVC Azul de 1" (T6) e na válvula de pé - Metal de 1" (T1), sendo esses dois estatisticamente equivalentes.

Considerando que o mecanismo de bombeamento utilizado depende de energia elétrica, um menor tempo de bombeamento implica em menor consumo energético. Portanto, a adoção da válvula de pé tipo cebola - Ferro Fundido Azul de 1" (T5) se mostra mais vantajosa para o produtor.

Além disso, uma válvula capaz de recalcar mais água em menos tempo traz um benefício econômico significativo, pois reduz o tempo de funcionamento das bombas, resultando em economia de energia e possivelmente otimizando o aproveitamento da água de rios e lagos.

Perroni, Carvalho e Faria (2011) corroboram com os resultados desta pesquisa, afirmando que o aumento do tempo de funcionamento dos sistemas de bombeamento tende a reduzir a eficiência econômica devido aos custos de energia envolvidos.

Em seguida, foi realizada uma análise de variância para avaliar a influência do material e do modelo das válvulas de pé na vazão de água ($L.s^{-1}$), utilizando motobombas convencionais. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 02- Resultado da análise de variância (ANOVA) para verificação da influência da vazão de água ($L.s^{-1}$) no bombeamento pelos diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água.

Fonte de variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	SQ	QM	F	Valor P	F Crítico
Tratamentos	5	0,19779	0,03956	0,6525 ns	<0,05*	0,1649
Resíduo	114	6,91181	0,06063			
Total	119	7,10960				

Fonte: Silva (2024).

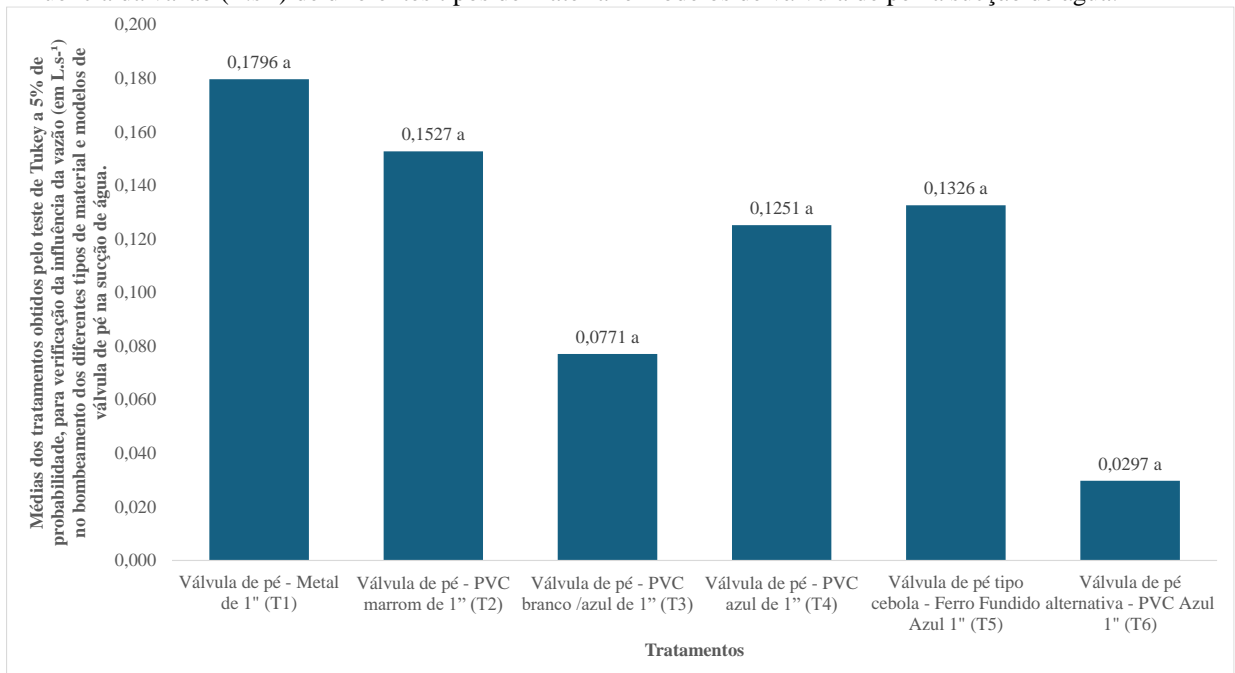
** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$);

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$);

ns - não significativo ($p \geq 0,05$)

Ao analisar os resultados da análise de variância, observa-se que o valor de F calculado (0,6525) é maior que o valor crítico de F (0,1649). Dessa forma, rejeita-se a hipótese alternativa, aceitando-se a hipótese nula de que os diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé não apresentam diferenças significativas na sucção de água. Esses resultados podem ser verificados na Figura 02.

Figura 02 - Médias dos tratamentos obtidos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para verificação da influência da vazão ($L.s^{-1}$) de diferentes tipos de material e modelos de válvula de pé na sucção de água.



As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Silva (2024).

Ao analisar os dados das médias das vazões de bombeamento fornecidas pelos diferentes tratamentos (Figura 02), constatou-se que, estatisticamente, não houve diferença significativa entre os tipos de material e modelos de válvulas de pé utilizados.

Dessa forma, a escolha do tipo de material e modelo de válvula fica a critério do produtor, que pode selecionar a opção que melhor atenda às necessidades de vazão de bombeamento para o seu projeto de abastecimento de água ou irrigação das lavouras.

5 CONCLUSÕES

A escolha do material e do modelo da válvula de pé tem um impacto significativo no tempo de bombeamento, o que afeta o consumo de energia e a eficiência operacional nos sistemas de irrigação rural. O estudo constatou que a válvula de pé de cebola de ferro fundido azul de 1" (T5) teve o melhor desempenho, com o menor tempo de bombeamento, o que a torna uma opção econômica para os produtores que desejam reduzir os custos de eletricidade e otimizar a utilização dos recursos hídricos.

No entanto, não houve diferenças significativas na vazão de água entre os diferentes materiais e modelos de válvulas de pé, o que sugere que fatores como custo, disponibilidade e durabilidade podem orientar a seleção de válvulas sem comprometer o rendimento do sistema de bombeamento.

Além disso, este estudo possibilitou um aumento na compreensão das melhores práticas de bombeamento em sistemas de motobombas convencionais fornecendo insights para o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis de uso da água. Contudo, são recomendadas novas pesquisas para explorar a influência de outros fatores, como a durabilidade dos materiais e a manutenção das válvulas, visando uma avaliação mais abrangente das opções disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. de; FERNÁNDEZ, M. F. Y. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Blucher, 2015. 632 p. ISBN: 9788521205005.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G de A. **Instalações hidráulicas prediais utilizando tubos plásticos**. 4.ed. São Paulo: Blücher, 2014.

BUENO, JÚLIO CÉSAR SARTOR, *et al.* **Operador de Estação de Bombeamento**. 2024.

CUNHA, Y. da .; OLIVEIRA, M. S. de. Estudo do Dimensionamento de Instalações Elevadas de Reservatórios e Sistemas de Recalque de Água Fria em Prédios Residenciais, Utilizando Tabelas Dinâmicas. **Epitaya E-books**, [S. l.], v. 1, n. 13, p. 11-42, 2021. DOI: 10.47879/ed.ep.2021373p11x. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/265>.

DENYS; LOPES, E.; CARDOSO, F. Desenvolvimento e aplicação de um sistema de bombeamento d'água sustentável para irrigação. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 32300–32315, 20 dez. 2019.

FERREIRA JUNIOR, A.G., et al. Os efeitos da infestação pelo mexilhão dourado em uma instalação de bombeamento para abastecimento de água – Um estudo de caso. **In: XXVIII Congresso Latino-americano de Hidráulica Buenos Aires, Argentina, 2018**. Disponível em: https://www.ina.gob.ar/congreso_hidraulica/resumenes/LADHI_2018_RE_209.pdf

FURQUIM, J.; LIMA, W. **O uso da Irrigação no Brasil**. [s.l: s.n.].2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jorge--Enoch-Lima/publication/228716436_O_uso_da_Irigacao_no_Brasil/links/00463539b762c64d0400000/O-uso-da-Irigacao-no-Brasil.pdf.

OLIVEIRA JUNIOR, N.; PARLATO, C.M. Desenvolvimento de sistema de segurança para verificação de escorva do conjunto motobomba. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR** - 28ª ed., 2022. ISSN 2358-5420. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/776>

PERRONI, B. L.T.; CARVALHO, J.de A.; FARIA, L.C. Velocidade econômica de escoamento e custos de energia de bombeamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31,n.3, p.487-496, maio/jun. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000300009>

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.