

*Celso Schönwald*¹
*Cláudio Dykstra*¹
*Silvio C. Sampaio*²
*Morgana Suszek*³

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE UMA BOMBA DE DIAFRAGMA

RESUMO: A seleção de um modelo de bomba que não seja o mais apropriado acarreta consequências como: consumo excessivo de energia; sobrecarga no motor e ocorrência de cavitação com conseqüente diminuição no rendimento e na vida útil da bomba. O objetivo deste trabalho foi avaliar uma bomba de diafragma, marca SURFLO modelo 2088. Os parâmetros medidos foram: a altura manométrica (H_m), tensão (v), corrente (A) e vazão (Q). Os resultados mostraram que os valores máximos obtidos para H_m , rendimento (h), potência (Pot), e a Q foram 19 m.c.a., 36%, 50 W, e $0,68 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, respectivamente. No experimento, obteve-se dados que possibilitaram levantar as curvas características desta bomba. O comportamento observado nas curvas características foi exponencial, linear, e polinomial para $H_m \times Q$, $Pot \times Q$, $h \times Q$, respectivamente.

Palavras-chave: bomba; diafragma; hidráulica.

SUMMARY: The selection of a pump model that is not the most appropriated causes consequences such as: excessive energy consumption, overload in the motor and occurrence of cavitation with consequent decrease in the revenue and in the utility life of the pump. The objective of this work was to evaluate a diaphragm pump, SURFLO type and model 2088. The parameters measured were: the manometric height (H_m), tension (v), current (A) and flowing (Q). The results showed how the maximum values obtained for H_m , revenue (h), potency (Pot), and the Q were 19 m.c.a., 36%, 50 W and $0,68 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, respectively. The experiment obtained data that enabled rising the characteristic curve of this pump. The behaviour observed in the characteristic

Data de recebimento: 12/07/06. Data de aceite para publicação: 31/08/07.

1 Engenheiro agrícola, RHESA, Campus de Cascavel, UNIOESTE, Cascavel, PR, (0XX45) 3220-3262, CEP: 85809-110

2 Engenheiro agrícola, Prof. Adjunto, RHESA, CCET, Campus de Cascavel, UNIOESTE, Cascavel, PR, e-mail: ssampaio@unioeste.br

3 Engenheira química, RHESA, Campus de Cascavel, UNIOESTE, Cascavel, PR

curve was exponential, lineal and polynomial for $H_m \times Q$, $Pot \times Q$ and $h \times Q$, respectively.

Key-words: pump; diaphragm; hydraulics.

INTRODUÇÃO

As curvas características das bombas são obtidas por meio de testes específicos em bancadas de ensaio, em que diagramas que retratam o comportamento da bomba ensaiada e caracterizam o seu funcionamento.

Grandezas como altura manométrica (H_m), potência (Pot), rendimento (η) e NPSH requerido (NPSHr) são obtidas em função da vazão (Q), sendo mantidos constantes os demais parâmetros envolvidos no escoamento, tais como a densidade e viscosidade do fluido, rotação e diâmetro do rotor da bomba (AZEVEDO & ALVARES, 1981; BERNARDO, 1989; MELLO & YANAGI, 1999).

A seleção de um modelo de bomba que não seja o mais apropriado para determinada situação acarretam consequências sérias, tais como: consumo excessivo de energia, sobrecarga no motor e ocorrência de cavitação, com conseqüente diminuição no rendimento e na vida útil da bomba (YANAGI et al, 1997; CARVALHO, 1979 e MACYNTYRE, 1980).

Diante do fato da literatura ser limitada acerca de bombas de diafragma existentes no mercado, que atendem principalmente o bombeamento de águas servidas, o trabalho teve como objetivo o levantamento das curvas características da bomba de diafragma da marca SURFLO modelo 2088.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola da UNIOESTE/CASCADEL, a uma latitude 24° 53' Sul, longitude de 53° 23' Oeste com uma altitude média de 682 metros do nível do mar.

A bomba usada foi da marca SURFLO modelo 2088, sendo esta uma bomba volumétrica de diafragma, empregada normalmente em conjuntos fotovoltaicos de bombeamento (THOMAS, 1987). O modelo utilizado tem capacidade de bombeamento de até 30 mca, com vazão de 12 L min⁻¹, trabalhando a uma voltagem de 12 volts, segundo informações técnicas do catálogo do fabricante. A bomba de diafragma utilizada tem sua classificação com deslocamento positivo e apresenta, como detalhe construtivo, três cavidades (diafragmas) movimentadas através de um sistema de excêntrico.

A bancada de teste foi constituída de 2 reservatórios de 250 litros

em níveis diferentes com medidor volumétrico de vazão, em que se usou o método direto utilizando um cronômetro e recipiente de volume conhecido, além de um hidrômetro, manômetro diferencial em que o líquido manométrico foi o mercúrio e peças especiais como registros e válvulas. A altura manométrica foi estimada em função das leituras dos manômetros que estavam conectados à entrada e saída da bomba (Figura 1). Assim, a bomba succiona a água do reservatório 1 para o reservatório 2 e retorna por gravidade para o reservatório 1.

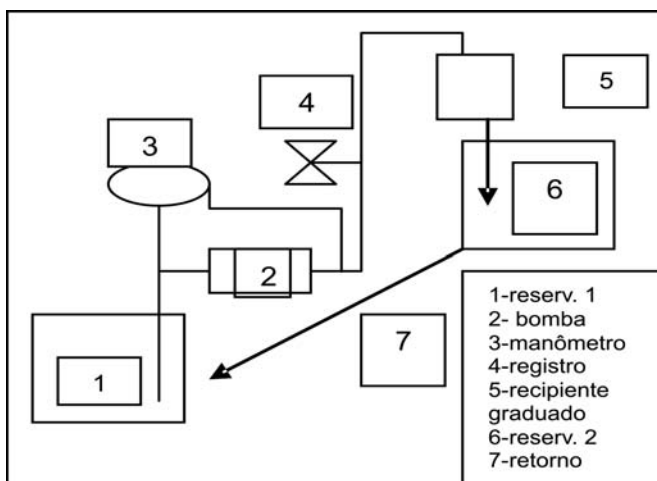


Figura 1. Diagrama esquemático.

Na tomada de dados utilizou-se um registro de gaveta para variar a vazão com a altura manométrica. Junto à bomba dois aparelhos multitempe digitais (MINIPA modelo ET – 2060 e BRYMEN modelo BM600) e uma fonte de corrente contínua deram suporte para o levantamento das características hidráulicas desta.

Para a determinação da eficiência da bomba, ao término do levantamento de dados foi utilizada a Equação 1:

$$\eta = 100 \times \left(\frac{P_h}{P_b} \right) \quad (1)$$

em que,

h - rendimento da bomba (%);

P_h - potência hidráulica útil (wats);

P_b - potência absorvida pela bomba (wats).

A potência hidráulica fornecida pela bomba foi calculada pela Equação 2, segundo Viana (1995).

$$P_h = \frac{\gamma \times H_m \times Q}{102} \tag{2}$$

em que,

g - Peso específico da água (Kgf m⁻³);

H_m - Altura manométrica (m.c.a.);

Q - Vazão do sistema (m³ s⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R²) encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Equações ajustadas para H_m; h e Pot

H _m	Pot	Equação	R ²
	20	H _m = 39,629e ^{-6,6289Pot}	0,9881
	30	H _m = 53,752e ^{-5,3366Pot}	0,9749
	40	H _m = 81,393e ^{-5,0771Pot}	0,9675
	50	H _m = 114,52e ^{-4,9362Pot}	0,9704
η	Pot	Equação	R ²
	20	η = -580,85Pot ² +229,5Pot+6,725	0,7865
	30	η = -303,36Pot ² +148,68Pot+13,817	0,9191
	40	η = -253,66Pot ² +151,3Pot+11,251	0,9517
	50	η = -128,3Pot ² +58,545Pot+31,322	0,9708
Pot	H _m	Equação	R ²
	4	Pot = 94,073H _m -12,872	0,9909
	7,5	Pot = 96,269H _m -5,9704	0,9936
	11	Pot = 100,21H _m +0,5879	0,9934
	13	Pot = 107,83H _m +1,7869	0,9938
	15	Pot = 109,65H _m +1,9729	0,9976
	19	Pot = 125,23H _m +7,3894	0,9986

O comportamento de h e Pot assemelham-se àquelas encontradas nas bombas centrífugas, como mostra os trabalhos de Oliveira (1996), Teixeira (1973), Viana (1995) e Mello (1999).

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os comportamentos de H_m, h e Pot em função da vazão.

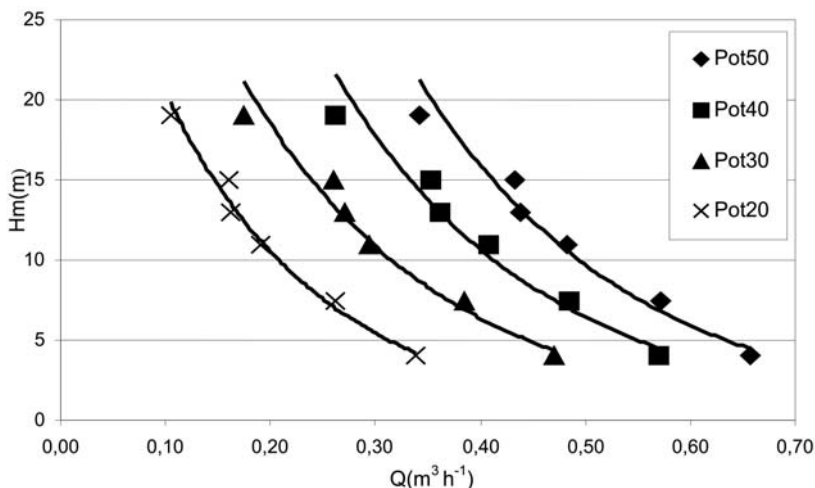


Figura 2 Curva de H_m x Q sob diferentes potências.

O comportamento de H_m x Q (Figura 2) apresentou-se exponencial e difere do comportamento das bombas centrífugas apresentadas por Oliveira (1996). As curvas de Pot x Q (Figura 3) apresentaram comportamento linear, concordando com Dong (2001), onde há proporcionalidade entre o aumento da Q e a Pot.

No confronto de h x Q (Figura 4) foi necessário ajustar a curva com polinômios de segunda ordem. Observa-se comportamento semelhante com o observado por Protogeropoulos & Pearce (2001).

Nas Figuras 2 e 4 observa-se uma equidistância entre as curvas, visto que também existia a equidistante entre a Pot (50, 40, 30, 20). Já na Figura 3, as curvas lineares representam H_m diferentes (4, 7,5, 11, 13, 15, 19 m.c.a).

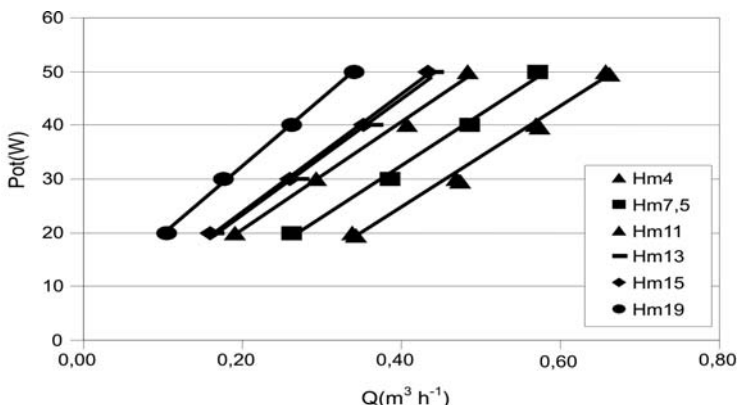


Figura 3 Curva de Pot x Q sob diferentes alturas manométricas.

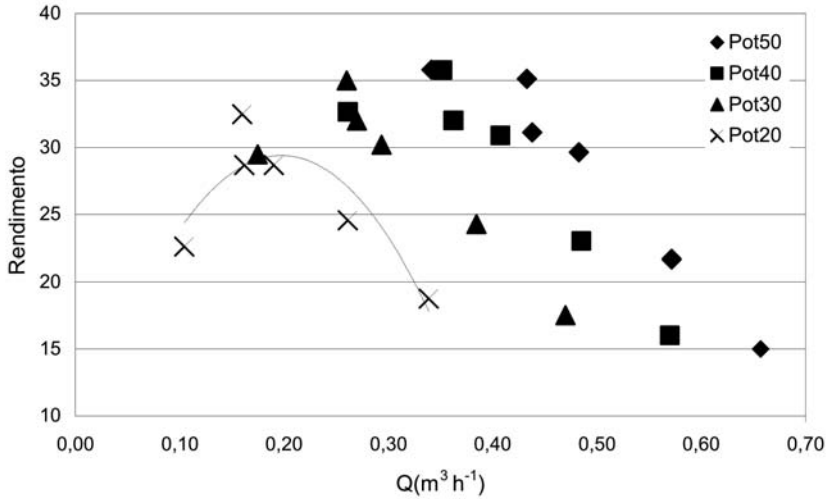


Figura 4 Curva de h x Q sob diferentes potências

De acordo com os dados do fabricante, verifica-se que a Q máxima obtida no experimento correspondeu a 97%, enquanto que a H_m chegou a 63%, visto que não foi possível ultrapassar este valor em decorrência das restrições do manômetro. Os ajustes das equações são considerados bons, com o R^2 variando de 0,9986 a 0,7865.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que os valores máximos obtidos para H_m , rendimento (h), potência (Pot), e a Q foram de 19 m.c.a, 36%, 50 W, e 0,68 m³ h⁻¹, respectivamente. O comportamento observado nas curvas características foi exponencial, linear e polinomial para H_m x Q; Pot x Q e h x Q, respectivamente.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J.M.N.; ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica**. 7a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.335p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5 ed. Viçosa: UFV, 1989. 596p

CARVALHO, D.F. **Instalações elevatórias: bombas**. Belo Horizonte: Fundação Mariana Rezende Costa, 1979. 353 p.

DONG, X.; WANG, L.; DING, G.; ZHOU, Y. Characteristics and fabrication of NiTi/Si diaphragm micropump. **Sensors and Actuators**, p.87-92, 2001.

MACINTYRE, A.J. **Bombas e instalações de bombeamento**. Rio de Janeiro: Guanabarra Dois, 1980. 667p.

MELLO, C.R.; YANAGI, T.Jr., Escolha de bombas centrífugas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n.29, p.1-27, 1999.

OLIVEIRA, R.A., **Desempenho de bomba centrífuga operando com esterco bovino líquido**. 1996. 73 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PROTOGEROPOULOS, C.; PEARCE, S. Laboratory evaluation and system sizing charts for a second generation direct PV-powered, low cost submersible solar pump. **Solar Energy**, v 68, n° 05, p.453-474, 2001.

SOUZA, I.F.R. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um sistema de bombeamento d'água com uso de um painel fotovoltaico**. 1999. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

TEIXEIRA, H.A. **Influência de concentração de areia nas curvas características das bombas centrífugas**. 1973. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

THOMAS, M.C. **Water pumping: the solar alternative**. Center Pototovoltaic Systems Design S.N.L.. 1987. 67p.

VIANA, A.N.C. **Comportamento, manutenção e especificações de bombas hidráulicas de fluxo**. Itajubá: FUPAI (Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria). 1995. 118p.

WEEKS, D.A.; JOHNSON, K.S. Solenoid pumps for flow injection analysis. **Analytical Chemistry**, v.68, n.15, 1996.

YANAGI, T.Jr.; FERREIRA, E.; COLOMBO, A. Método matemático para a estimativa analítica das curvas de desempenho de bombas centrífugas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, n.4, p.484-490, 1997.