

EXPERIMENTO MÁQUINAS DE FLUXO GERADORAS, CURVAS CARACTERÍSTICAS E ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS

Guilherme Barboza ¹

Resumo:

O presente trabalho apresenta a análise experimental de uma bomba centrífuga, a qual tem por utilização a elevação, pressurização e transferência de fluidos. Classificada como máquina de fluxo geradora, possui grande relevância em sistemas hídricos, tendo funcionamento na transformação da energia mecânica cedida por fonte externa em energia hidráulica, a medida que o fluido escoar por suas palhetas. Com a intenção de verificar experimentalmente as curvas características deste equipamento, o comportamento frente a associações em série e paralelo e realizar uma simulação de cavitação, utilizou-se um módulo de circuito hidráulico fechado dotado de manômetro e vacuômetro, nos quais registrou-se pressões de recalque e sucção, respectivamente, além de variar parâmetros como vazão através de válvulas instaladas neste. Obteve-se como resultados, os gráficos pertinentes a potência hidráulica, rendimento, desempenho e dados do momento de cavitação na bomba, onde concluiu-se a importância de um estudo prévio das características aqui abordadas no projeto hidráulico, afim de mitigar perdas e otimizar processos.

Palavras-chave: bombas geradoras máquinas de fluxo associação série paralelo

Modalidade de Participação: Pesquisador

EXPERIMENTO MÁQUINAS DE FLUXO GERADORAS, CURVAS CARACTERÍSTICAS E ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS

¹ Aluno de graduação. ghmbarboza@gmail.com. Autor principal



EXPERIMENTO MÁQUINAS DE FLUXO GERADORAS: CURVAS CARACTERÍSTICAS E ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução das tecnologias empregadas em sistemas hídricos, Denículi (1993) entende que há necessidade de projetar-se instalações cada vez mais eficientes e de maior desempenho, a fim de suprir a demanda requerida de forma otimizada. Frente a esse desafio, a presente análise justifica-se pela tomada de dados de diferentes cenários característicos de circuitos hidráulicos, fazendo com que criem-se parâmetros para uma escolha aprimorada de equipamentos, bem como a melhor utilização de artifícios, como as associações de máquinas, para possível diminuição de custos e maior durabilidade técnica.

Como cita Henn (2006), as máquinas de fluido são amplamente utilizadas no transporte de sólidos, gases e líquidos, aproveitando-se da energia contida nos mesmos, a fim de gerar ou acumular energia, servindo em sistemas químicos e físicos nos quais se requer pressões controladas de funcionamento. Bombas centrífugas são exemplos destas; Brasil (2013) as classifica como máquinas de fluxo geradoras, as quais têm por objetivo a transformação de trabalho mecânico externo em energia hidráulica, acrescentando ao fluido energia nas formas potencial e cinética, realizando trabalho útil específico ao deslocar este.

Santos (2007) cita a necessidade do estudo de conceitos prévios, como perdas de carga, as quais devem-se a resistência da parede interna do tubo quando há passagem do fluido nesta; a altura manométrica, definida pela altura de instalação mais perdas de carga; a cavitação, fenômeno caracterizado pela implosão de bolhas de vapor; o NPSH, o qual impõe limitações às condições de sucção, de modo a manter a pressão na entrada da bomba acima da pressão de vapor do líquido bombeado, dentre outros.

O objetivo principal do experimento se dá pela determinação das curvas características de duas bombas centrífugas iguais, em circuito, variando-se as perdas de carga no recalque e na sucção da mesma. Busca-se entender as características resultantes, bem como as limitações em caso de associação. Ainda busca-se relatar causas e consequências do fenômeno da cavitação.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é classificado quanto aos seus objetivos, procedimentos técnicos e formas de abordagem. Para Gil (2007), como objetivos, qualifica-se como pesquisa explicativa, visando a aplicação dos fenômenos observados com enfoque determinístico. Quanto ao procedimento técnico, define-se como pesquisa experimental, tendo característica empírica e de controle. Em relação a abordagem, tem-se uma pesquisa quantitativa, havendo tratamento estatístico que traduza em números os conhecimentos gerados.

Utilizando-se de uma planta didática de um circuito hidráulico fechado (Figura 1), dotada de duas bombas de 0,5CV de potência, manômetro, vacuômetro, medi-

dor de vazão e válvulas de controle, promoveu-se o experimento em quatro etapas, as quais foram controladas pela abertura e fechamento de válvulas indicadas, buscando-se a tomada de dados para posterior análise.

Durante a primeira etapa, obteve-se valores referentes apenas a Bomba 1; na segunda etapa, dados pertinentes a associação série de bombas; na terceira etapa aferiu-se valores referentes a associação paralelo de bombas e na quarta etapa, realizou-se o teste de cavitação com o sistema ligado apenas à Bomba 1, fechando a válvula de simulação e tomando dados no momento inicial e durante o fenômeno. Para as três primeiras etapas, a vazão foi variada de 5 em 5 litros por minuto até o limite do sistema, medindo-se as pressões de recalque e sucção nos pontos referentes, bem como corrente e tensão no painel do módulo, procedendo de forma a de garantir a máxima lisura dos dados.



Figura 1. Módulo didático do experimento, registrado pelo autor (2017).

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Em posse dos dados da primeira etapa do experimento, referentes a análise da Bomba 1, utilizou-se de tratamento matemático através das eq. (1), eq. (2) e eq. (3) para identificar as funções das curvas características da máquina, a fim de demonstrar o desempenho em condições diversas daquelas para as quais foram projetadas. Para uma interpretação gráfica dos resultados, desenvolveu-se as curvas de altura manométrica, potência hidráulica e rendimento em função da vazão. (Figura 2).

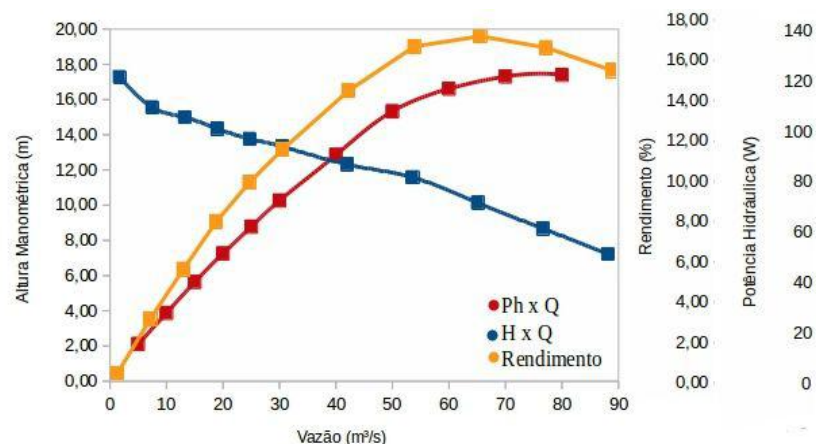


Figura 2. Curvas de altura manométrica, potência hidráulica e rendimento em função da vazão, elaborado pelo autor (2017).

a. Altura manométrica: determinada a partir da diferença de pressão entre saída e entrada da bomba.

$$H = \frac{p_d - p_s}{\rho g} \quad (1)$$

b. Potência Hidráulica: potência no eixo do rotor que é transferida para o líquido de trabalho

$$Ph = Q h \rho g \quad (2)$$

c. Rendimento: eficiência da bomba centrífuga, em termos percentuais.

$$\eta = \frac{Ph}{pe} \times 100 \quad (3)$$

A análise da figura 2 apresenta certo decaimento ao longo da curva da altura manométrica, em função de um crescimento da vazão. A relação teórica para esse entendimento retrata uma relação muito próxima com a obtida, visto que é esperada uma diminuição da altura manométrica frente ao aumento da vazão na bomba, em regiões de trabalho próximas ao limite técnico do equipamento. Na representação da potência hidráulica, obteve-se outra relação com características esperadas, porém com leves diferenças práticas. Uma análise breve mostra que a relação entre potência hidráulica e vazão deve estabelecer uma relação linear, visto que se tratam de grandezas proporcionais. Entretanto, o decaimento na região mais extrema mostra um comportamento instável nos limites, e, em projetos que utilizam tais máquinas, deve-se ter o cuidado de evitar o funcionamento nesta região da curva. Utilizando o painel elétrico do módulo didático, pôde-se realizar a leitura das tensões e correntes envolvidas, encontrando então a relação de rendimento da máquina. Nesta curva, observa-se um comportamento satisfatório, entretanto a lisura dos dados fica comprometida pela falta de controle na tensão da rede, a qual

considerou-se 220V, além de ignorar perdas elétricas na própria bomba. Na segunda etapa, coletou-se dados que foram tratados a fim de demonstrar graficamente relações entre associações de bombas em série e paralelo, conforme figura 3.

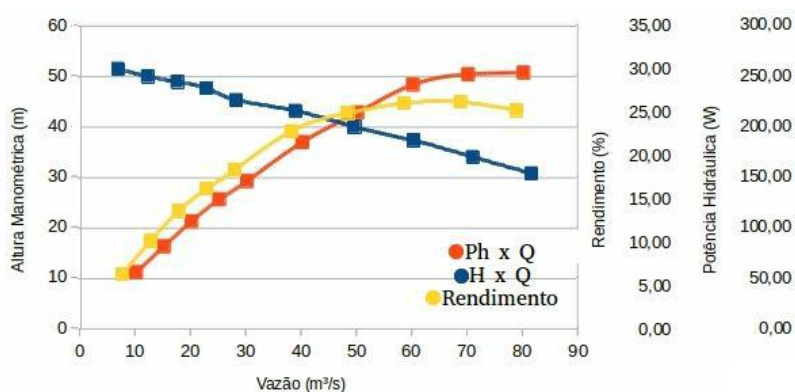


Figura 3. Curvas de altura manométrica, potência hidráulica e rendimento de associação série. Elaborado pelo autor (2017)

Para a construção, admitiu-se que, para obter a curva característica resultante de duas bombas em série, soma-se as alturas manométricas totais, correspondentes aos valores de vazão em cada bomba. Isso define que a associação de bombas em série tem por objetivo o aumento da altura manométrica em sistemas de grande desnível, quando mantém-se a vazão e as pressões são somadas.

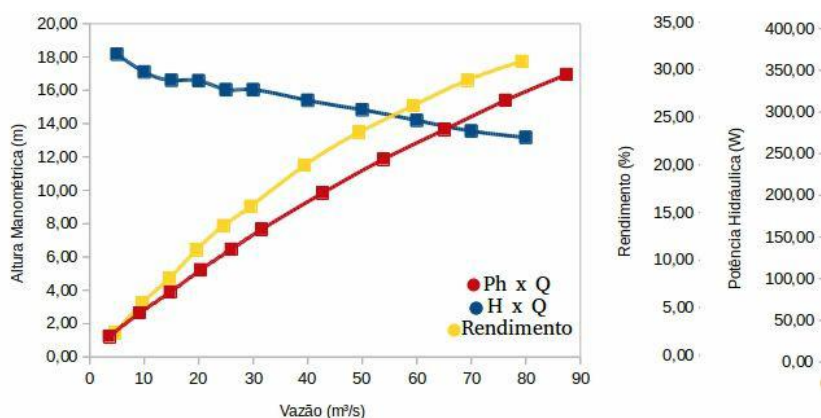


Figura 4. Curvas de altura manométrica, potência hidráulica e rendimento de associação paralelo. Elaborado pelo autor (2017)

Com aspecto metodológico semelhante, a figura 4 apresenta a associação em paralelo. Esta identifica-se como a associação ideal quando a vazão desejada é elevada ou variável, pois se dá pela soma das vazões individuais, onde pressão é a

mesma nas máquinas. Tem como vantagem a segurança operacional, visto que em caso de falha em uma das máquinas, não há o colapso total no fornecimento. Tem rendimento levemente inferior a associação série, dado a construção do módulo que opera em baixas vazões, para índices maiores, o gráfico tende a ascender. Na última etapa, simulou-se condições para que a bomba 1 cavitasse. Os dados do momento inicial e no momento da cavitação foram aferidos. Pôde-se notar a variação do ruído de funcionamento da bomba, bem como a visualização das bolhas na seção transparente por onde é feita a sucção. Percebe-se que o fato ocorre quando a queda de pressão combina-se com alterações na temperatura e velocidade, liberando micro-jatos altamente energéticos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluo que o presente trabalho obteve êxito nos objetivos propostos, visto que é possível, através de uma simulação em módulo didático, entender e aplicar conceitos envolvidos em máquinas de fluxo criando parâmetros numéricos para uma melhor utilização de equipamentos em projetos. É de grande relevância as curvas características aqui geradas, sendo que podem vir a servir para um estudo posterior aprofundado, já que representam situações reais, bem como as limitações do sistema.

Por fim, entendo ser de grande serventia a experiência com a cavitação, sendo esta uma das mais comuns falhas de equipamentos hidráulicos.

5. REFERÊNCIAS

- BRASIL, Alex N. **Hidráulica Básica e Máquinas de Fluxo**. Faculdade de Engenharia Universidade de Itaúna, 2013.
- DENÍCULI, W. **Bombas hidráulicas**. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 1993. 162p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- HENN, Érico Antônio Lopes. **Máquinas de fluido** – 2. ed. – Santa Maria : ed. da UFSM, 2006.
- SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas e Instalações Hidráulicas** São Paulo, LTC Editora, 2007.