

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O PONTO DE MELHOR EFICIÊNCIA (BEP) DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

25º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

**Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos
CTMetro - IPT**

Autores:

- Marcos Tadeu Pereira

Pesquisador do IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Professor da Escola Politécnica da USP, Doutor em Engenharia Mecânica

- Nilson Massami Taira

Chefe do Laboratório de Fluidodinâmica e Eficiência Energética do IPT, Mestre em Engenharia Mecânica

- Marcio Nunes

Pesquisador do IPT, Mestre em Engenharia Mecânica, Responsável pelo Laboratório de Bombas do IPT

EUA - Setor industrial gasta 33,6% de toda a energia gerada e destes, 27% a 33% com bombeamento (Stone, 2005)

BRASIL – Potencial de redução de energia no setor de saneamento é de 45,2% do consumo atual do setor . Isso representa 4,7 TWh ou 1,2% do consumo bruto de energia elétrica (PNEf - 2011)

Principal preocupação apontada:

- (1) aumentar a produção, e**
- (2) redução de custos de operação e manutenção**

Ciclo de vida:

Os custos de energia e de manutenção respondem por mais de 50 a 95% dos custos de propriedade da bomba

Os custos iniciais representam em média menos de 15% dos custos de ciclo de vida da bomba

British Pump Manufacturers Association:

Pode-se melhorar a eficiência de bombas em até 4%

**O maior potencial de ganhos de eficiência (de até 37%)
está nas mudanças realizadas nos sistemas de
bombeamento**

Literatura aponta os principais pontos de redução de consumo de energia:

- usar a bomba mais adequada à vazão e carga necessárias
- adequar a operação ao modo mais eficiente do ponto de vista energético
- adequar a instalação para diminuir a perda de carga da tubulação
- projetar instalações de bombeamento com os parâmetros corretos para evitar as necessidades de atingir pontos de operação por meio de regulagens por perda de carga em válvulas

Potencial de recuperação de energia:

- A maior parte das instalações hidráulicas de grande porte são antigas, com muitos problemas de “hardware” e de operação.
- As questões ambientais e suas implicações são recentes e a formação de engenheiros ainda não contempla os aspectos de projetos pautados pela eficiência energética.
- O custo do ciclo de vida de um equipamento ainda não é avaliado de forma regular nos projetos.

Potencial de recuperação de energia:

- Os coeficientes de perda de carga foram levantados na década de 1930. Incertezas: mínimo de 15% chegando a 250% (singularidades) para grandes diâmetros e Reynolds elevados
- Os projetos e operação quase nunca estão focados no atendimento das metas hidráulicas com a melhor eficiência possível.

FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

- Utilização de motores e bombas mais eficientes. Nos EUA, 16% das bombas possuem mais de 20 anos. A eficiência de bombeamento pode degradar de 10 a 25% neste período
- Redução da pressão de bombeamento por meio da modulação da pressão e da vazão nas redes de distribuição
- Melhoria nos sistemas de controle e monitoração, com manutenção adequada

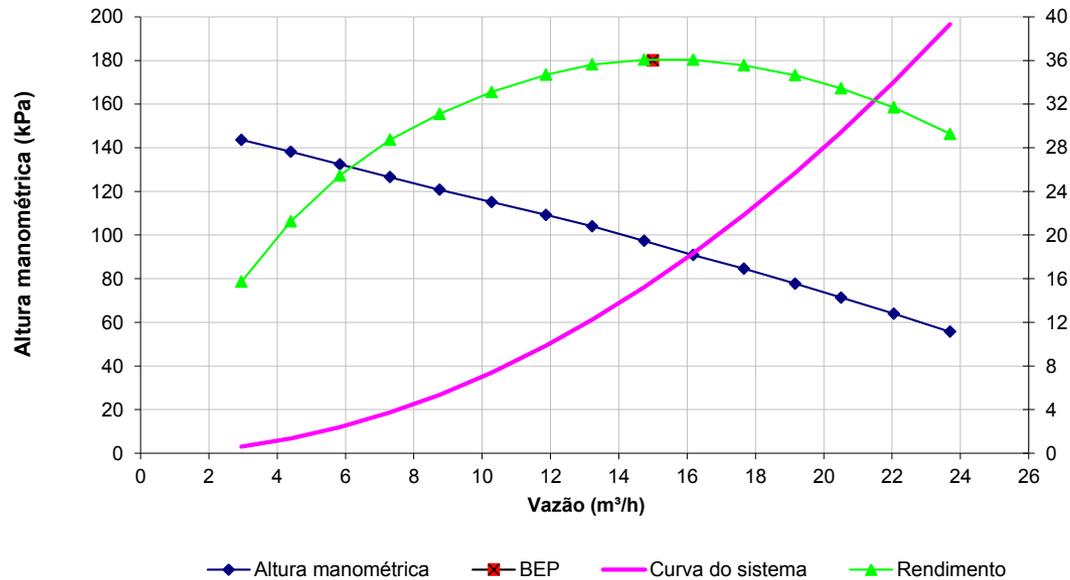
FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

- Estudar criticamente a possibilidade de redução de necessidade de bombeamentos
- Dimensionamento correto da bomba. Correções de bombas superdimensionadas podem economizar entre 15 a 25% do consumo de eletricidade (em média, EUA)
- Uso de Dispositivos de Variação de Frequência (DVF). 82% das bombas na indústria americana não possuem DFVs. O uso desses dispositivos pode economizar entre 20 a 50% do consumo de energia

O BEP E AS CURVAS DE BOMBAS E DE SISTEMAS

- **BEP** - *Best Efficiency Point*

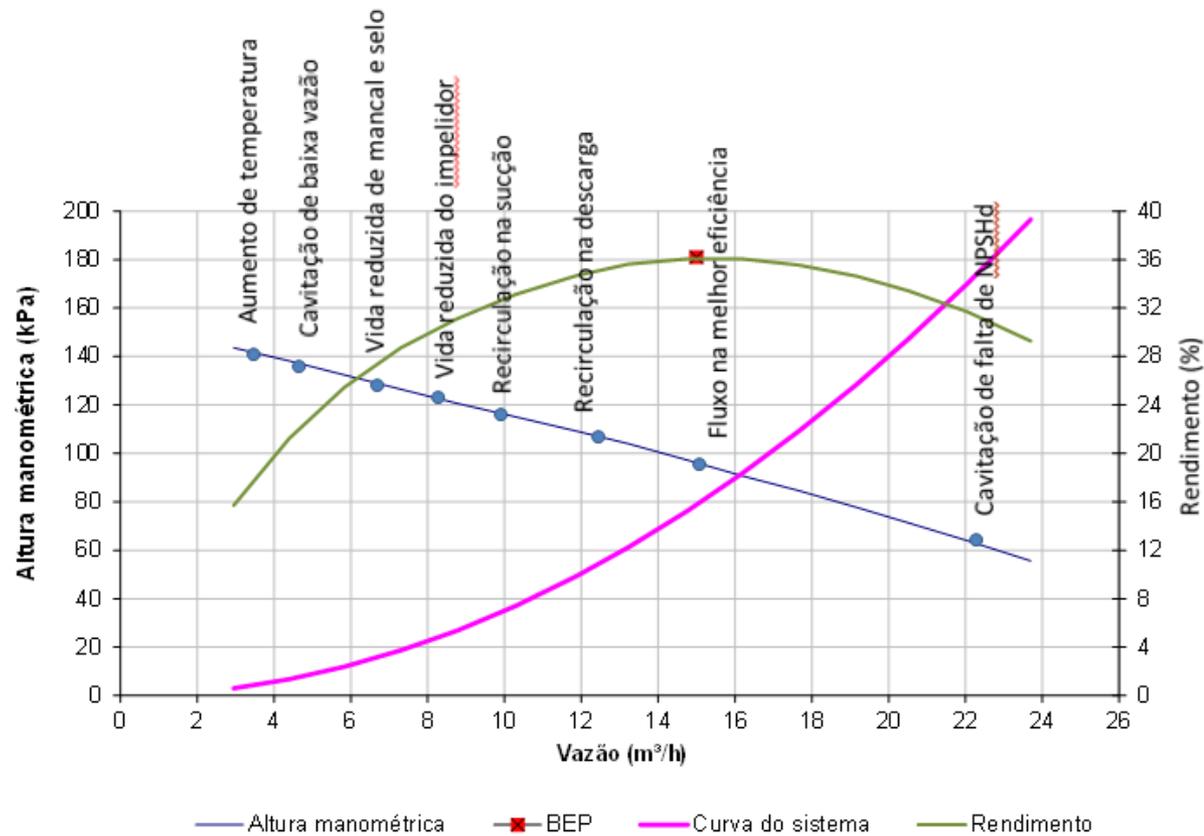
CURVAS CARACTERÍSTICAS DE BOMBA CENTRÍFUGA
Fabricante A - Modelo B - Monofásico 1,5 cv - 3.500 rpm



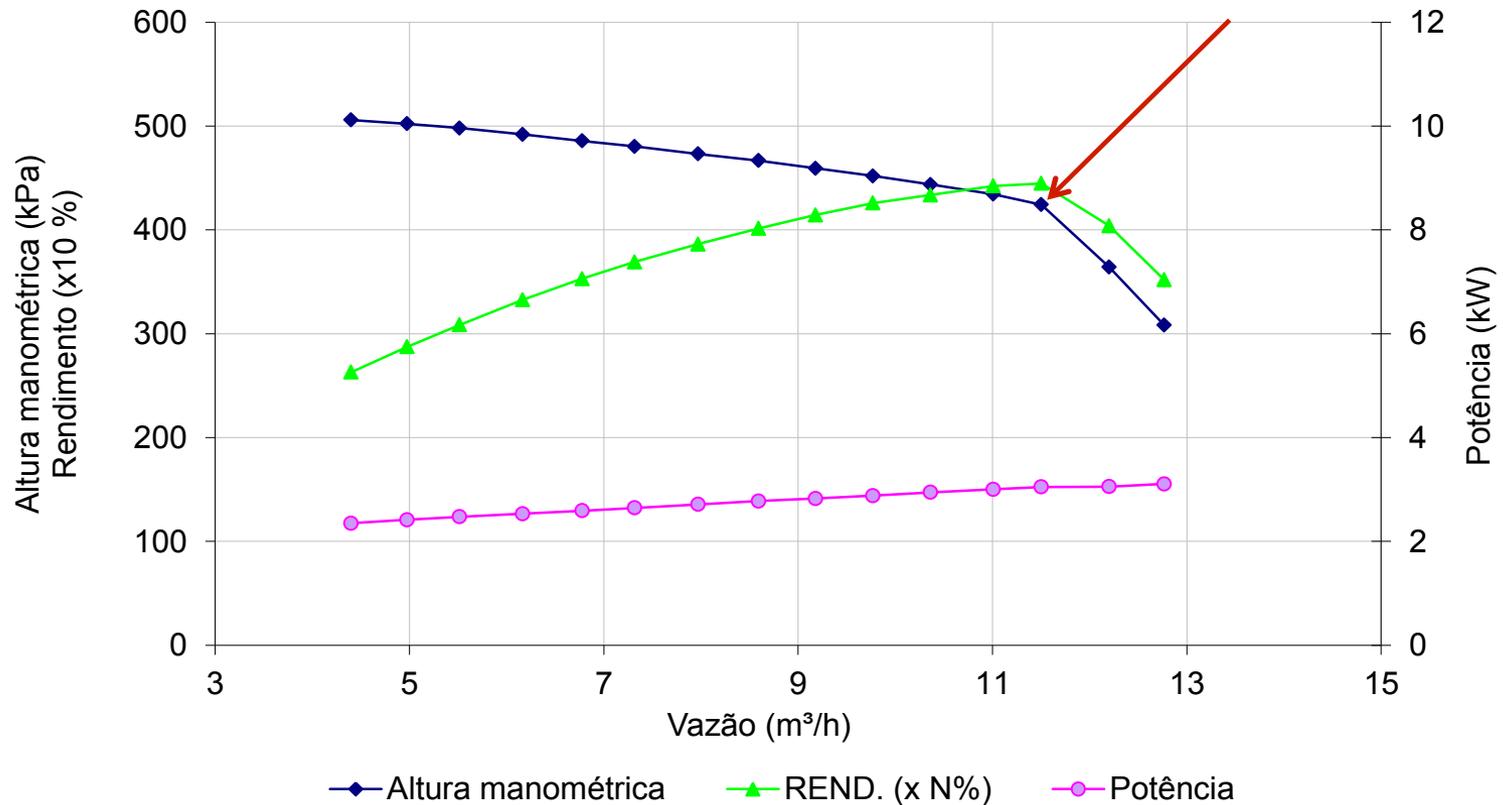
O BEP E AS CURVAS DE BOMBAS E DE SISTEMAS

- A curva de desempenho sofre degradação com o tempo
- o BEP é ponto em que a o aproveitamento da energia é máximo e a carga nos mancais é mínima
- Mancais de rolamento: a vida útil é função inversa do cubo da carga. Operação próximo ao BEP isso amplia de modo significativo o intervalo entre trocas de mancais

O BEP E AS CURVAS DE BOMBAS E DE SISTEMAS



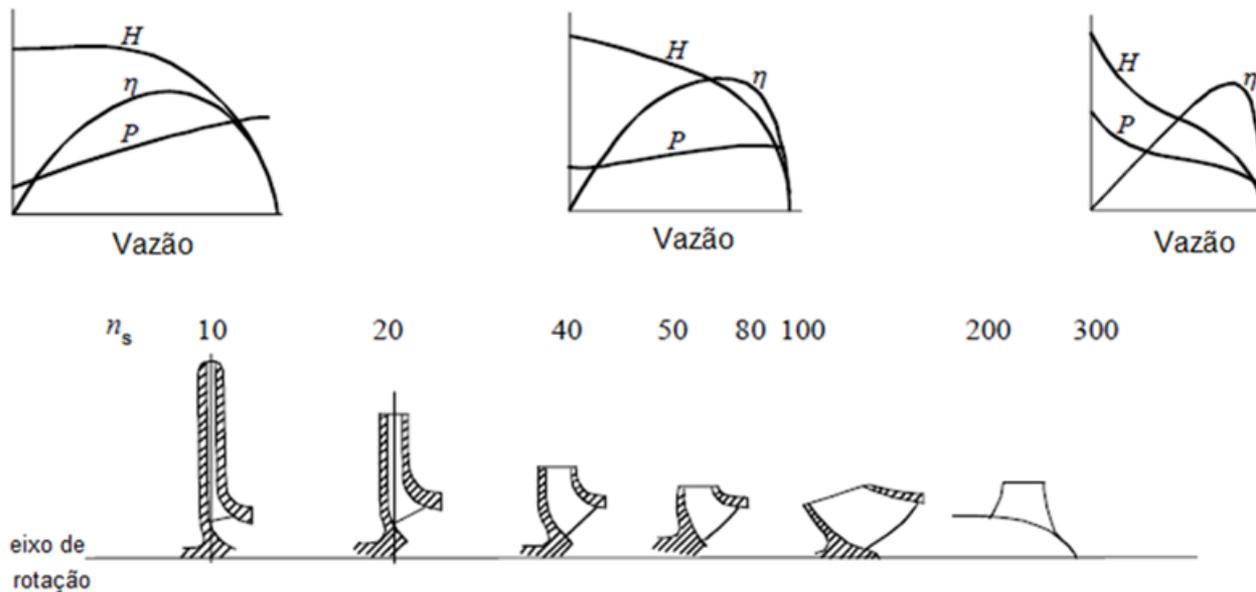
O BEP E A CAVITAÇÃO



A SELEÇÃO DE BOMBAS CONSIDERANDO-SE O BEP

A equação que relaciona velocidades específicas e sua geometria correspondente às aplicações reais de carga, vazão e velocidade específica é a seguinte:

$$n_s = \frac{n^2 \sqrt{Q}}{H^{0,75}}$$



A SELEÇÃO DE BOMBAS CONSIDERANDO-SE O BEP

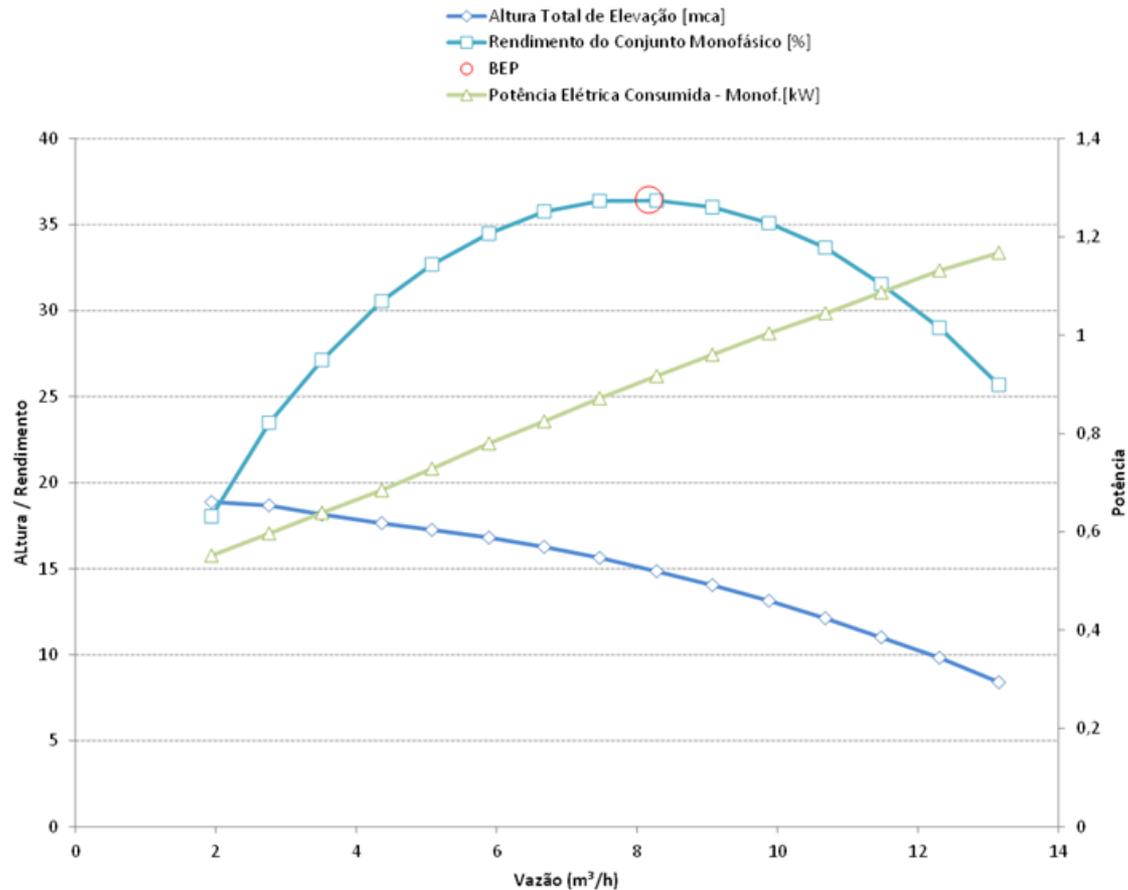
- As curvas de eficiência tendem a ser mais achatadas ao redor do BEP para baixas velocidades específicas
- Potência: aumenta com a vazão para velocidades específicas menores que 70 e diminui para velocidades específicas maiores que 100
- Voluta: perdas são menores para velocidades específicas baixas (de 1 a 2,5%) podendo chegar a 10% para velocidades específicas maiores que 100

ENSAIOS DE DESEMPENHO – Portaria INMETRO 455/10

PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem



ENSAIOS DE DESEMPENHO – Portaria INMETRO 455/10



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stone, T. The impact of the Energy Policy Act. World Pumps, volume 2009, Issue 511, April 2009.
2. Programa Nacional de Eficiência Energética (PNEf). MME, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Versão de 18 de outubro de 2011.
3. Energy efficiency, Best practice guide, Pumping systems - Systems © Sustainability Victoria 2009.
4. BPMA - British Pump Manufacturers Association - <http://www.bpma.org.uk/page.asp?node=18&sec=Home>
5. Worrel, E., Galitsky, C. Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities For Petroleum Refineries - An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, fevereiro 2005, número LBNL-56183.
6. “Improving Pumping System Performance - A Sourcebook for Industry”, Second Edition, do DOE e Hydraulics Institute.
7. Guide to the selection of rotodynamics pumps”, do Europump. <http://europump.net/uploads/Guide to the Selection of Rotodynamic Pumps Final.pdf>, conforme download em março de 2014.
8. Evans, J. Centrifugal pump efficiency – what, how, why & when?. Conforme download em março 2014: <http://pump-flo.com/pump-library/pump-library-archive/joe-evans,-phd/centrifugal-pump-efficiency-what,-how,-why-when.aspx>
9. Anohen, T. Monitoring of centrifugal pump operation by a frequency meter. Tese submetida à Lappeenranta University of Technology, Finlândia para o grau de PhD em 27 de maio de 2011. Download em março de 2014 no site: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/69656/isbn9789522650764.pdf?sequence=1>

Obrigado