

# RENDIMENTO EM BOMBAS CENTRÍFUGAS

Aluna: Paola Marques Kuele (paolakuele@gmail.com)

Orientador: Marcelo Giulian Marques (mgiulianm@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH - Laboratório de Obras Hidráulicas

## >>INTRODUÇÃO<<

Bombas hidráulicas (Figura 1) são máquinas que fornecem energia ao líquido para que possa ser realizado o trabalho de conduzi-lo, vencendo os desníveis geométricos e as resistências encontradas no caminho. Na conversão da energia fornecida pelo motor à bomba e desta ao líquido, ocorrem “perdas”, que são indicadas através do rendimento do motor e da bomba. Desta forma, o rendimento está relacionado à eficiência energética, que se refere à quantidade de energia empregada numa atividade e à disponibilizada à sua realização. Nesse sentido, é interessante escolher a bomba adequada para cada finalidade, possibilitando a minimização de custos e impactos ambientais através do melhor aproveitamento da energia.



$$E = \frac{\gamma Q_B H_{man} \Delta t}{\eta_B \eta_M}$$

Onde:

E= energia consumida pela bomba (Kwh);  
 $\gamma$  = peso específico da água (N/m<sup>3</sup>);  
 $Q_B$  = vazão bombeada (m<sup>3</sup>/s);  
 $H_{man}$  = altura manométrica fornecida pela bomba para vencer o desnível geométrico e as perdas de carga (m);  
 $\Delta t$  = unidade de tempo (horas);  
 $\eta_B$  = rendimento da bomba;  
 $\eta_M$  = rendimento do motor.

Figura 1 – Exemplo de bomba centrífuga

O objetivo deste estudo é investigar a variação dos rendimentos de bombas centrífugas, buscando uma possível relação adimensional que guarde as características físicas de cada modelo e otimize, desta forma, a eficiência energética.

## >>METODOLOGIA DE PESQUISA<<

Foram analisadas quatro linhas de bombas centrífugas de duas marcas distintas com diversas aplicações, como: abastecimento de água, drenagem, irrigação e indústria de açúcar e álcool. As informações utilizadas para esta análise foram retiradas das curvas características (altura manométrica *versus* vazão) (Figura 2), disponíveis nos catálogos cedidos pelos fabricantes para as linhas de bombas selecionadas.

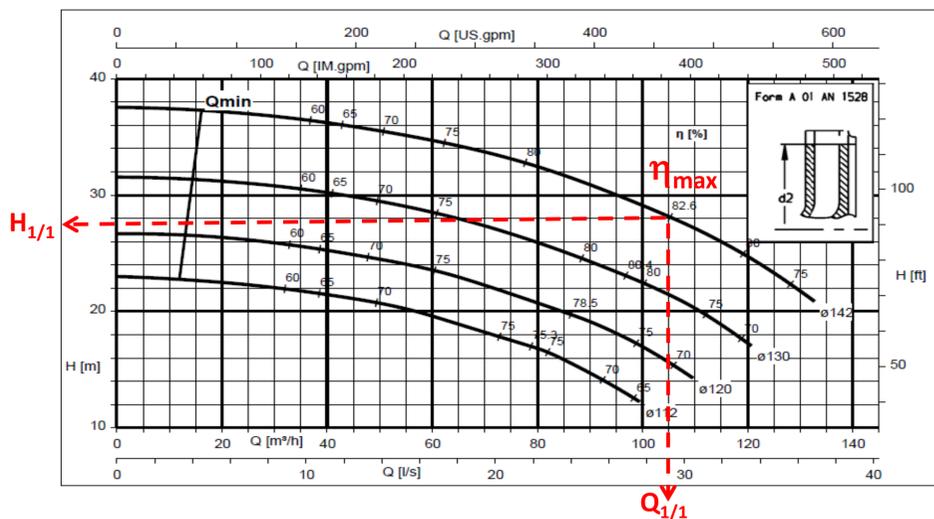


Figura 2 – Curva característica de uma bomba centrífuga, onde  $Q_{1/1}$  representa o rendimento máximo teórico da bomba

A partir dos dados obtidos através do gráfico, foi calculada, para cada modelo, a rotação específica ( $Nq$ ) - grandeza que guarda relação com as características da bomba. Os rendimentos foram graficamente associados à rotação específica (Figura 3).

$$Nq = \frac{N \cdot \sqrt{Q_{1/1}}}{H_{1/1}^{3/4}}$$

Onde:

$Nq$  = a rotação específica;  
 $N$  = rotação da bomba (rpm);  
 $H_{1/1}$  = altura manométrica para o ponto de funcionamento com máximo rendimento (m);  
 $Q_{1/1}$  = vazão para o ponto de funcionamento com máximo rendimento (m<sup>3</sup>/s).

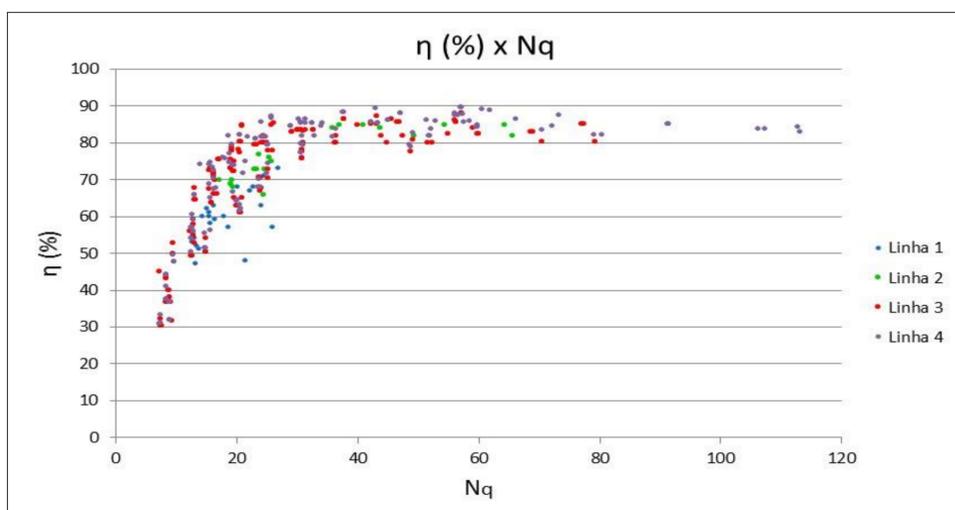


Figura 3 – Rendimento em função da rotação específica para as diferentes bombas analisadas

Utilizando as informações contidas no gráfico apresentado na figura 3, foi possível encontrar a tendência dos rendimentos de cada uma das linhas estudadas.

## >>RESULTADOS<<

Na tabela 1, estão sintetizadas as características gerais das 316 bombas analisadas.

Linha	1	2	3	4
Tipo de Rotor	semi-aberto	aberto	fechado	fechado
Nº de Modelos	27	19	131	139
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	5,7 a 195	87 a 2450	2,73 a 1120	2,75 a 1660
Altura Manométrica (mca)	4,3 a 162	12,1 a 92	3,1 a 210	3,1 a 130
Diâmetro do Rotor (mm)	90 a 350	355 a 571	139 a 509	139 a 520
Rendimento (%)	38 a 76	66 a 85	30,3 a 88	30,9 a 89,7
Rotação Nominal (rpm)	1750 e 3500	590, 880, 1180 e 1780	1160 e 3500	1160, 1750 e 3500
Frequência (Hz)	60			

Tabela 1

Dentre os gráficos das quatro linhas de bombas analisadas, a linha 3 foi a que apresentou melhor ajuste à linha de tendência inserida graficamente. A Figura 4 apresenta os resultados para as bombas da linha 3.

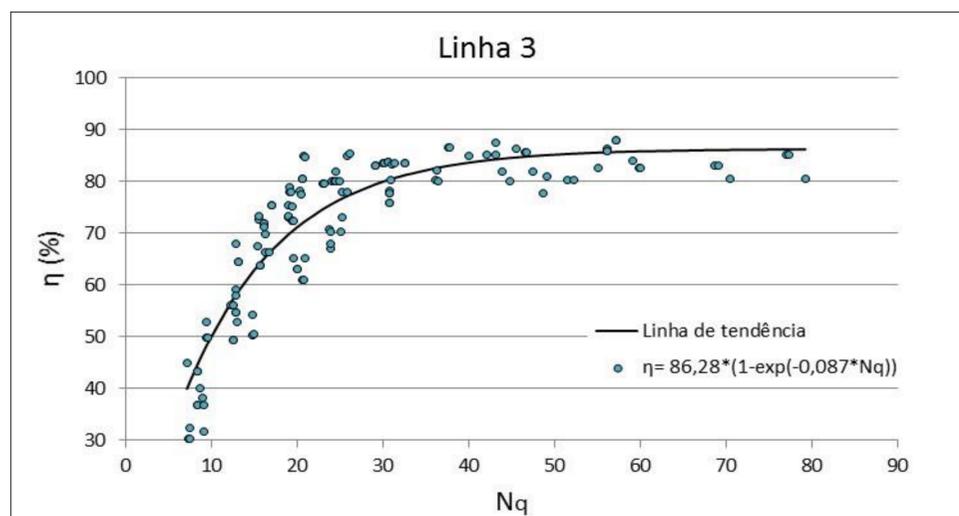


Figura 4 – Resultados do ajuste realizado para as bombas da linha 3

Para fins de comparação, as linhas de tendência das quatro linhas de bombas foram plotadas num mesmo gráfico (Figura 5), guardando a relação da linha com seu tipo de rotor (aberto, semi-aberto ou fechado).

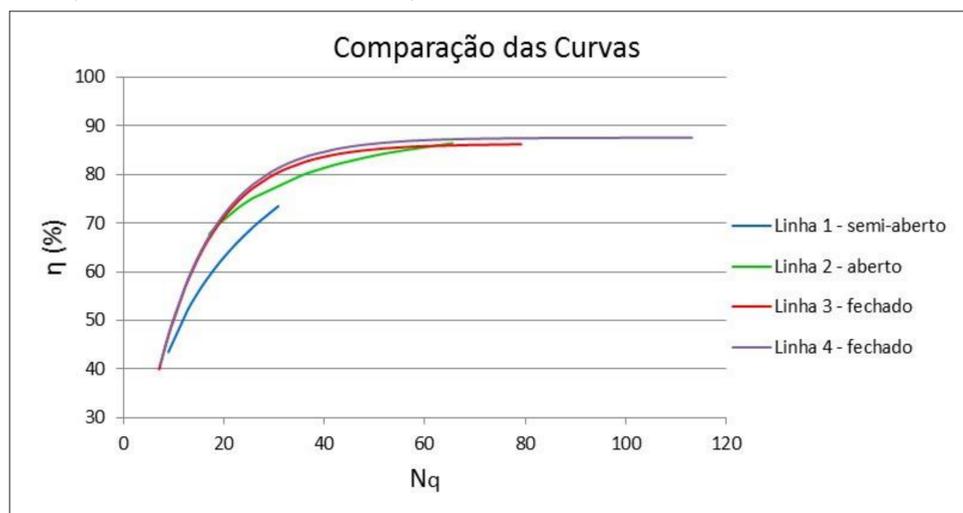


Figura 5 – Comparação entre as quatro linhas estudadas

## >>CONCLUSÕES<<

- Os rendimentos variaram de 30% a 90% e não dependem diretamente da rotação nominal da bomba;
- Há tendência de o rendimento máximo aumentar proporcionalmente à rotação específica da bomba;
- Em condições semelhantes de diâmetro, vazão e altura manométrica, a eficiência de modelos de rotor fechado são superiores aos de rotor aberto e semi-aberto.

## >>AGRADECIMENTOS<<

Aos colegas e professores do Laboratório de Obras Hidráulicas pelo apoio.