

# Metodologia de busca de rendimento máximo em estação elevatória de pequeno porte

Graziela S. Mendes  
DESA/FAET/UFMT

Jéssica M. Fujimura  
DESA/FAET/UFMT

Aldecy de A. Santos  
DESA/FAET/UFMT

Welitom T. P. da Silva  
DESA/FAET/UFMT

# Introdução

- Em estações elevatórias de pequeno porte (EEPP) → cuidados → seleção do conjunto motor-bomba → negligenciados → erros nas instalações → elevados custos operacionais → operação do sistema distante do máximo rendimento (MENDES et al., 2014).
- Existem diversas formas de se aumentar a eficiência energética:
  - seleção do conjunto motor-bomba adequados;
  - apropriada associação de bombas;
  - utilização de válvulas de estrangulamento;
  - utilização de inversores de frequências;
  - entre outros (AQUINO et al., 2008).
- O objetivo dessa pesquisa é a proposição de uma metodologia para busca de rendimento máximo em EEPP.

# ***Materiais e Métodos***

A metodologia deste trabalho compreendeu as seguintes etapas:

- Revisão de literatura a cerca do tema;
- Seleção de ferramentas e técnicas para resolução do problema;
- Elaboração da metodologia para busca de rendimento máximo EEPP;
- Aplicação da metodologia.

## Resultados e Discussão

Em relação à etapa (i) observou-se que escassez de pesquisas em EEPP e variadas pesquisas em estações elevatórias de grande porte.

Na etapa (ii) foram adotados os caminhos: técnica de regressão linear (ajuste de curvas); utilização do algoritmo de otimização GRG2 (determinação de ponto de encontro de curvas); e, a normalização e cálculo da Distância Euclidiana (determinação de distância entre o ponto de funcionamento e o máximo rendimento).

O resultado da etapa (iii) está apresentado no Quadro 1. As Equações 1, 2, 3 e 4 auxiliam na aplicação da metodologia.

$$H_m = H_g + H_f \quad (1)$$

$$H_m = H_g + K \cdot Q^2 \quad (2)$$

$$H_m = \beta_0 + \beta_1 \cdot Q + \beta_2 \cdot Q^2 \quad (3)$$

$$Z_{i,N} = \frac{Z_i - Z_{i,\min}}{Z_{i,\min} - Z_{i,\max}} \quad (4)$$

# Resultados e Discussão

Quadro 1. Metodologia para busca de rendimento máximo em EEP

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
<b>Atividade 1</b> Coleta de dados da EEP.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar visita na EEP.</li><li>• Coletar informações de: (1) diâmetro de tubulações de sucção e recalque; (2) peças e conexões do sistema; (3) material das tubulações e idade de uso (estimada); (4) diferença de cota entre reservatório inferior e superior; (5) tempo médio de funcionamento da estação elevatória; (6) características do conjunto motor-bomba (vazão, altura manométrica, diâmetro do rotor, fabricante, modelo, curvas de rendimento).</li></ul>
<b>Atividade 2</b> Simulações de diferentes situações hidráulicas (taxas de estrangulamento de válvulas e de variação de rotação).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simular a instalação de válvula de estrangulamento, assumindo operação com diferentes taxas de estrangulamento.</li><li>• Simular a operação do conjunto motor-bomba com diferentes taxas de rotação.</li></ul>
<b>Atividade 3</b> Construção de curvas de sistemas e de bombas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilização de equações de curvas de sistema e curva de bomba (Equações 1, 2 e 3) e geração de dados de vazão e altura manométrica.</li><li>• Calibração de coeficientes das curvas de sistema utilizando tabelas de perda de carga localizada e distribuída e de bomba utilizando regressão linear.</li><li>• Inserção das curvas de sistema, curva da bomba e curvas de rendimento da bomba em ambiente gráfico.</li></ul>
<b>Atividade 4</b> Determinação de pontos de funcionamento.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encontrar pontos de encontro entre as diferentes curvas de sistema e de bombas.</li><li>• Elaborar um banco de dados com identificação da combinação sistema versus bomba, valores de vazão e altura manométrica.</li><li>• Identificar ponto de máximo rendimento (vazão e altura manométrica).</li></ul>
<b>Atividade 5</b> Determinação das distâncias entre ponto de funcionamento e ponto de máximo rendimento.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Normalizar valores de vazão e altura manométrica (Equação 4).</li><li>• Calcular a distâncias entre o ponto de funcionamento e o ponto de máximo rendimento utilizando a distância euclidiana.</li></ul>
<b>Atividade 6</b> Seleção de ponto de máximo rendimento do conjunto motor-bomba.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selecionar o ponto de funcionamento que apresentar a menor Distância Euclidiana.</li></ul>

# Resultados e Discussão

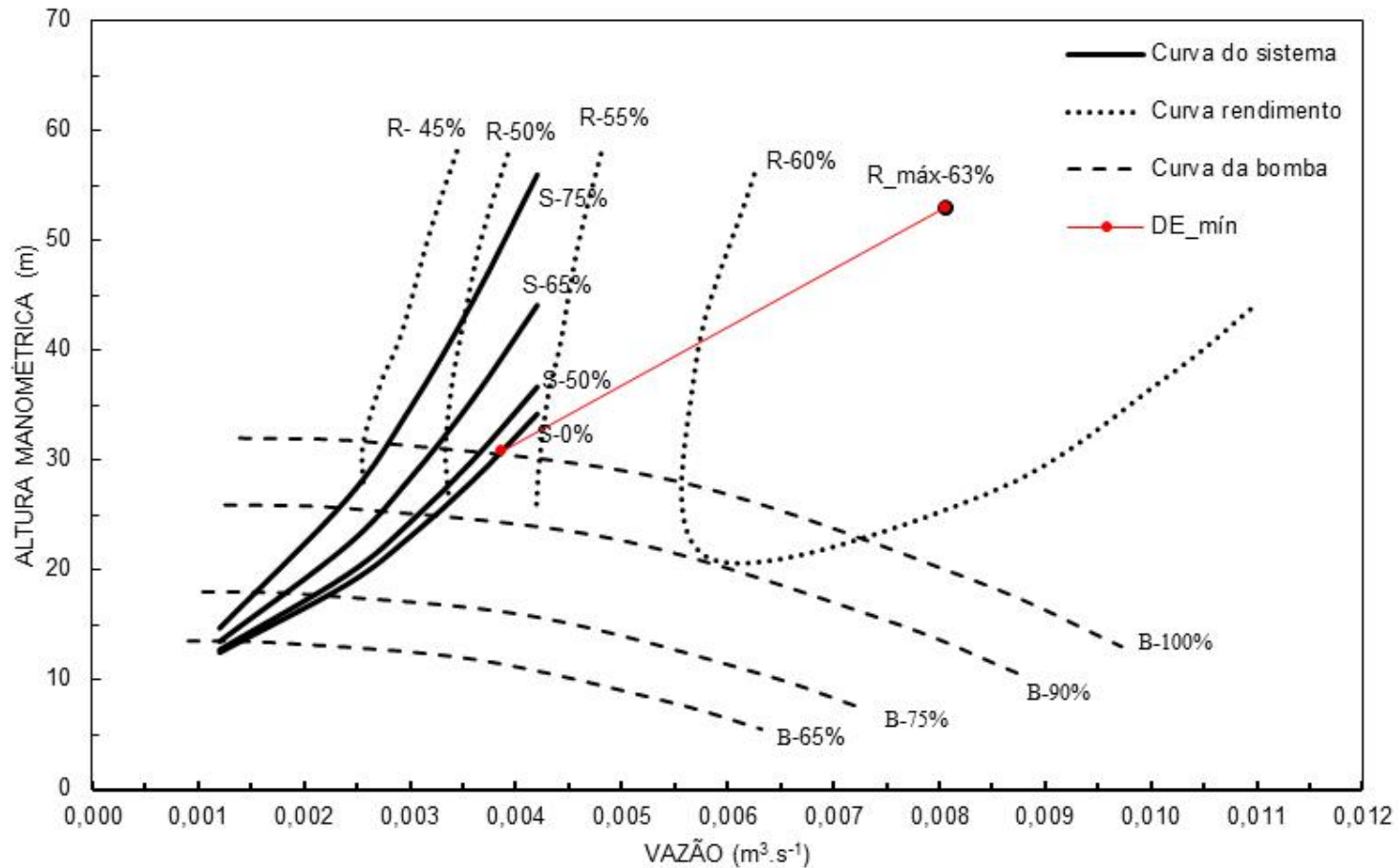


Figura 1. Curvas sistemas hidráulicos, taxas de rotação e rendimentos

# Conclusões

- Uma metodologia de busca de rendimento máximo um modelo de otimização operacional foi desenvolvida.
- A metodologia pode ser melhorada, por exemplo, tornando a taxas contínuas e implementando a metodologia mais amigável via utilização de macros do MS Excel.
- Sugere-se a continuidade do estudo aplicando essa metodologia em casos reais e a analisando os benefícios econômicos da modificação das condições do sistema para alcançar o máximo do rendimento.

## *Principais referências*

- AQUINO, R.R.B.; LINS, Z.D.; ROSAS, P.A.C.; CORDEIRO, L.F.A.; RIBEIRO, J.R.C.; TAVARES, I.A.; AMORIM, P.S. (2008). Eficientização energética em métodos de controle de vazão. VIII Conferência Internacional de Aplicações Industriais. Poços de Caldas, MG.
- MENDES, G.S.; SABINO, A.A.; ROSA, D.M.S.; SILVA, W.T.P. (2014). Otimização operacional em estações elevatórias de água tratada de pequeno porte. 12.º Congresso da Água / 16.º ENASB / XVI SILUBESA. Lisboa, Portugal.



*Obrigado*

Contato:

Email: [welitom@ufmt.br](mailto:welitom@ufmt.br)

Phone: (55)65 3615 8933