

**ESTIMATIVA DO CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS IRRIGADOS
PARA DIFERENTES CONDIÇÕES DE ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL E
RENDIMENTO GLOBAL DO SISTEMA MOTOBOMBA**

ARIONALDO DE SÁ JÚNIOR¹, JACINTO DE ASSUNÇÃO CARVALHO²; EDUARDO
CARVALHO DE OLIVEIRA³, WELLINGTON GOMES DA SILVA⁴, RAFAEL TEIXEIRA
POMBO⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar o custo anual com energia elétrica para aplicação de 1 milímetro de lâmina de irrigação em uma área de 1 hectare. O grupo tarifário considerado foi o “B” para baixa tensão e subgrupo “B2 - Rural”. Os valores tarifários aplicados foram obtidos na Companhia energética de Minas Gerais – CEMIG, considerando-os sem impostos. Para efeito de cálculos, o tempo de irrigação por dia, dias irrigados por ano, rendimento global do conjunto moto-bomba e alturas manométricas totais adotadas foram, respectivamente; 18 horas, 150 dias, 60%, 65%, 70% e 10, 25, 75, 100, 125, 150, 175 e 200 m.c.a. Os resultados obtidos mostram um crescimento linear dos custos com energia elétrica com o aumento da altura manométrica total. A utilização de sistemas motobomba mais eficientes reduz o custo com energia elétrica na ordem de 7,2% a 14,29% para as situações propostas. A redução da altura manométrica total em 1 metro para cada situação de rendimento do sistema motobomba, acarreta uma economia (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) de; 1,502, 1,386 e 1,287 para 60%, 65% e 70%, respectivamente.

Palavras-chaves: Lâmina de irrigação, Motobomba, Tarifa, Grupo tarifário.

INTRODUÇÃO

Dentre todos os custos de produção em sistemas agrícolas tecnificados, os custos com a operacionalização da irrigação exerce forte influência sobre o valor final do produto, sendo o consumo energético destes sistemas a mais importante variável. Para Melo (1993), citado por Carvalho & Reis (2000), dentro do custo variável da irrigação, a energia representa a maior parcela e, dependendo do método, poderá chegar a 70%.

A quantidade de energia necessária para transportar a água desde a captação até a área a ser irrigada é muito variável em propriedades rurais o que implica em custos diferenciados para a aplicação de uma mesma lâmina de irrigação em áreas com situações topográficas distintas. Aliado a isto tem-se também o diâmetro da tubulação a potência e rendimento do sistema motobomba como elementos significativos nas despesas operacionais com a irrigação. Para Batista & Coelho (2003), todo o sistema de bombeamento deve ser projetado levando em conta critérios econômicos, uma vez que o diâmetro da tubulação, a potência do sistema de bombeamento e as despesas operacionais, estão inter-relacionados.

Segundo Lima et al. (2009), Normalmente os usuários de sistemas de irrigação não têm informações sobre o rendimento energético do equipamento e, de forma geral, adquirem projetos desenvolvidos pelos próprios fornecedores que, objetivando reduzir os custos iniciais, aumentam a relação potencia instalada por unidade de área do sistema de irrigação.

¹ Doutorando em Eng. Agrícola, DEG/ UFLA, arionaldojr@hotmail.com

² Professor Adjunto, DEG/UFLA, jacintoc@deg.ufla.br

³ Doutorande em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, DEG/UFLA, eduardooliveira1981@hotmail.com

⁴ Doutorando em Eng. Agrícola, DEG/ UFLA, wellington1111@hotmail.com

⁵ Mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, DEG/UFLA, rafaelt.ufla@gmail.com

DOS SANTOS et al. (2006), citado por Vescove (2009), analisando economicamente a implantação de sistemas de irrigação em citros para o Estado de São Paulo verificaram que dentre as variáveis estudadas o preço de venda da fruta, o comprimento da rede elétrica, a vida útil do projeto de irrigação e a quantidade de horas irrigadas e o preço de aquisição dos equipamentos de irrigação são as variáveis que mais influenciaram no aumento de produtividade para viabilizar a implantação da irrigação. Constataram ainda que o custo médio fixo e variável e total anual para sistemas irrigados com motores elétricos foram US\$ 292,91, US\$ 157,16 e US\$ 450,07, respectivamente.

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise para estimativa dos custos anuais com energia elétrica em sistemas irrigados para aplicação de 1 milímetro de lâmina em uma área de 1 hectare, considerando diferentes altura manométrica e rendimento global do sistema motobomba.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise de custos proposta neste trabalho considerou os seguintes aspectos; O grupo tarifário adotado foi o “B” para baixa tensão e subgrupo “B2 – Rural”, os valores tarifários aplicados foram obtidos na Companhia energética de Minas Gerais – CEMIG, homologado pela Resolução Homologatória nº 797 de 07/04/2009, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, publicado no Diário Oficial da União de 08/04/2009, seção 1, p. 67, v. 146, n. 67. O valor do kWh, vigente a partir de abril de 2009 até a presente data é de R\$ 0,22033 considerado sem incidência de imposto. O tempo de irrigação diário foi de 18 horas durante 150 dias por ano equivalente a 2700 horas ano⁻¹. As alturas manométricas totais consideradas e rendimento global do sistema motobomba foram; 10, 25, 75, 100, 125, 150, 175, 200 m.c.a. e 60%, 65%, 70%, respectivamente. Para cada situação de altura manométrica foi realizado o cálculo com os diferentes % de rendimento global.

O cálculo da vazão (m³ h⁻¹ ha⁻¹) foi dado por:

$$Q_{m^3/h.ha} = \frac{1_{mm} \cdot ha}{T_{horas}} \Rightarrow \frac{0,001 \cdot 10000}{T_{horas}} \quad (1)$$

A partir dos valores de altura manométrica, rendimento global do sistema e vazão obtidos pela equação 1, pode-se calcular a potência (kW ha⁻¹), como apresentado na equação 2.

$$Pot_{(kW/ha)} = \frac{Q_{m^3/h.ha} \cdot H_{man_{m.c.a.}}}{270 \cdot \eta_{global\%}} \cdot 0,736 \quad (2)$$

O consumo total anual para aplicação de 1 mm ha⁻¹ dentro do período analisado é dado pela equação 3.

$$CTA_{R\$/ha} = h_{s_{ano}} \cdot Pot_{(kW/ha)} \cdot Tarifa_{R\$/kWh} \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores anuais (R\$) para aplicação de uma lâmina de 1 mm ha⁻¹ em função da altura manométrica total e rendimento global do sistema de irrigação, são apresentados na tabela 1. O gráfico do comportamento dos custos anuais para a mesma situação é mostrado na figura 1.

Pode-se observar no gráfico da figura 1. um comportamento linear para as situações analisadas e que o aumento da rendimento do sistema de 5% e 10% provoca uma redução no consumo na ordem

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

de 7,69% e 14,29%, respectivamente.

A redução da altura manométrica total em 1 metro para cada situação de rendimento do sistema motobomba, acarreta uma economia (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) de; 1,502, 1,386 e 1,287 para 60%, 65% e 70%, respectivamente. Esta redução pode ser, a princípio, considerada desprezível. Entretanto, aplicada a uma situação real, significará uma economia considerável para o agricultor irrigante.

Tabela 1 – Valores anuais (R\$) com energia elétrica para aplicação de uma lâmina irrigação de 1 mm ha⁻¹, considerando altura manométrica total e rendimento global do sistema motobomba.

Rendimento (%)	Altura Manométrica Total (m.c.a.)								
	10	25	50	75	100	125	150	175	200
η 60	15,02	37,54	75,08	112,61	150,15	187,69	225,23	262,76	300,30
η 65	13,86	34,65	69,30	103,95	138,60	173,25	207,90	242,55	277,20
η 70	12,87	32,18	64,35	96,53	128,70	160,88	193,05	225,23	257,40

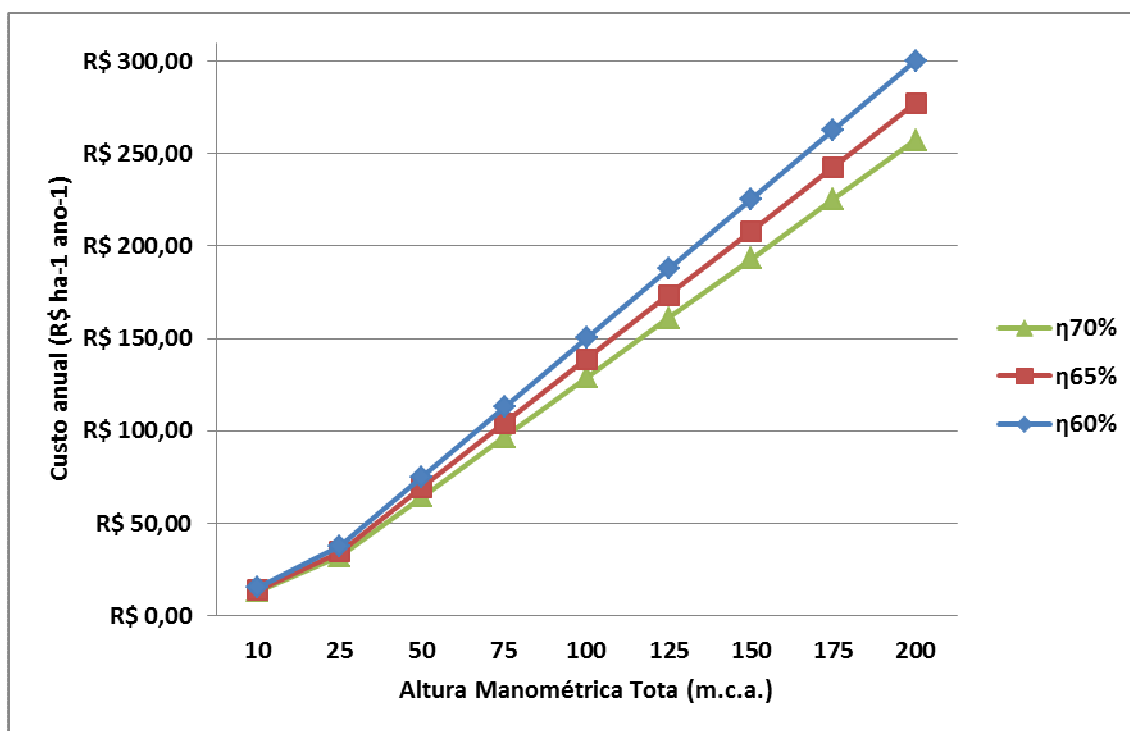


Figura 1 – Comportamento linear dos custos anuais com energia elétrica para aplicação de 1 mm ha⁻¹ de Lâmina de irrigação.

Uma realidade explorada por muito autores, como os citados por Lima et al. (2009), diz respeito ao dimensionamento econômico dos sistemas de irrigação, que considera o diâmetro da tubulação, a potência e rendimento do sistema de bombeamento, deve ser realizado de modos que os custos possam ser equacionados para o máximo aproveitamento do sistema, pois, de acordo com Carvalho & Reis (2000), a potência instalada de um conjunto motobomba está diretamente ligada à altura manométrica do sistema, incluindo o desnível geométrico e a perda de carga, sendo que, esta última, depende da tubulação (diâmetro e comprimento) e estes estão diretamente relacionados com o consumo energético do sistema. A observância de todos estes fatores, em cada projeto, definirá as

opções e qual alternativa será eleita para o melhor aproveitamento do sistema, que em alguns casos implica em um investimento inicial mais elevado, mas que contribuirá para a redução no consumo elétrico ao longo da vida útil destes.

CONCLUSÃO

Os custos com energia elétrica elevam-se de forma linear com o aumento da altura manométrica total do sistema. A opção por sistemas motobomba com maior rendimento global implica numa redução significativa nos custos anuais para aplicação de 1mm de lâmina de irrigação.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANDRADE JUNIOR, Aderson Soares de et al. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. **Pesquisa agropecuária brasileira** [online]. 2001, vol.36, n.2, pp. 301-305. ISSN 0100-204X.

BATISTA, M. B.; COELHO, M. M. L. P. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. Belo Horizonte: UFMG 2003. 440p.

CARVALHO, J. DE A. E REIS, J. B. R. DA S.; Avaliação dos Custos de Energia de Bombeamento e Determinação do Diâmetro Econômico da Tubulação. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.441-449, abr./jun., 2000.

LIMA, A. C. DE, GUIMARÃES JR. S. C., FIETZ, C. R. & CAMACHO, J. R. Avaliação e análise da eficiência energética na irrigação em sistemas pivô central. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.4, p.499–505, 2009.

MELO, J.F. **Custos de irrigação por aspersão em Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ. , 1993. 147 p. (Tese-Mestrado em Engenharia Agrícola)

VESCOVE, H.V.; **Consumo e Custo de Energia Elétrica na Cultura de Citros Irrigada Por Gotejamento e Microaspersão, com Três Lâminas de Água**. Jaboticabal, SP: UNESP, Impr. Univ., 2009. 56 p. (Tese de Doutorado em Agronomia)