

## CONSUMO DE ENERGIA EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE COMERCIAL DE ALGUMAS POTÊNCIAS PREDETERMINADAS DE MOTORES ELÉTRICOS

Eloiny Guimarães Barbosa<sup>1</sup> (IC)\*, Maria Joselma De Moraes<sup>2</sup> (PQ)

<sup>1</sup> Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, eloinyguimaraes@outlook.com

<sup>2</sup> Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas

Br 153 n°3.105 – Fazenda Barreiro do Meio – CEP: 75.132-903, Anápolis – Goiás - Brasil

**Resumo:** A irrigação é de fundamental importância para o incremento da produtividade dos alimentos e está sendo cada dia mais utilizada para essa finalidade. Como consequência aumenta-se cada vez mais o consumo de energia elétrica. Objetivou-se com esta pesquisa verificar a influência da potência comercial de motores elétricos no consumo de energia em sistemas de irrigação. Foi dimensionado um sistema de bombeamento para pivô central com pressão de serviço de 196 kPa, altura manométrica de 490 kPa, para áreas de 100, 110, 120 hectares, com vazões de 329,13; 362,05; 394,96 m<sup>3</sup>/l, respectivamente. Com base nesses valores, determinou-se o modelo de bomba em razão do maior rendimento em cada ponto e considerando também a potência solicitada na bomba para cada área, são elas: 78; 84 e 91 cv. Portanto, o motor comercial para atendê-las seria de 100 cv. Para o modelo comercial os índices de carregamento foram de 76,73; 83,88; 90,26 %, respectivamente. Verificou-se que a disponibilidade comercial de apenas algumas potências predeterminadas de motores elétricos ocasionou nestas áreas um aumento do gasto de energia elétrica anual em torno de 10; 8 e 6 % respectivamente.

Palavras-chave: Moto Bomba. Eficiência. Consumo de energia.

### Introdução

A energia elétrica é um insumo importantíssimo para o desenvolvimento das civilizações modernas. No meio rural, a sua utilização permite um emprego cada vez maior de tecnologias e segundo Santana et al. (2008) constitui uma alternativa viável, dentre os tratos culturais, para aumento da produtividade. Com a tecnificação do setor agropecuário, houve também aumento do consumo de energia elétrica que, segundo BEN (2011), o setor agropecuário é responsável por consumir cerca de 4% da energia elétrica do país. Desse total, mais da metade da energia consumida no setor agropecuário é utilizada por equipamentos que demanda tração (motores elétricos).

Segundo Oliveira filho et al., (2010), os motores de indução são os mais utilizados no setor agropecuário por apresentarem diversas vantagens, e segundo Weg (2011), quando esse motores trabalham a vazio apresentam redução do seu fator de potência e diminuição de sua eficiência, influenciando diretamente nos gastos com energia elétrica, instalações e equipamentos de correção de fator de potência. Kisi (2011) afirma que a finalidade básica da irrigação é proporcionar água à cultura para atender à sua exigência hídrica e a lâmina de irrigação adequada. Sendo assim, pode distinguir-se pelo bombeamento d'água em condições de carga variável, pois a solicitação de carga no eixo do motor muda de acordo com a variação da altura geométrica e da vazão. O dimensionamento dos motores para irrigação implica muitas vezes em um superdimensionamento dos motores, por causa da disponibilidade de apenas alguns valores de potências de motores comerciais pré-determinados. Objetivou-se com esta pesquisa verificar a influência da potência comercial de motores elétricos no consumo de energia em sistemas de irrigação.

## Material e Métodos

Foi realizado um levantamento no comércio para verificar as condições mais utilizadas no dimensionamento de pivô central para região de Cristalina, GO. Foram colhidas informações das pressões de serviço dos aspersores usados em sistema de irrigação pivô central trabalhando em baixa pressão que corresponde à pressão de serviço de 196 kPa. Obteve-se também dados da declividade média das áreas irrigadas e da lâmina de irrigação mais usada para região, pois o pivô é dimensionado para a cultura que mais demanda água em seu cultivo. A determinação da vazão necessária de água foi realizada por meio da área irrigada, determinou-se a lâmina média de irrigação e o número de horas de irrigação diária conforme Equação 1:

$$Q = 10 \frac{A L_i}{h} \quad (1)$$

em que:

- Q - Vazão, m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>.
- A - Área a ser irrigada, ha.
- L<sub>i</sub> - Lâmina de irrigação a ser aplicada, mm.dia<sup>-1</sup>.
- h - Número de horas de funcionamento diário.

A potência absorvida na bomba foi determinada, após haver a delimitação da vazão e altura manométrica, com o uso da equação 2, sendo essa a potência que se deve ter no eixo do motor elétrico, considerando-se um acoplamento entre bomba e motor sem perdas. O dimensionamento da potência elétrica demandado da rede elétrica pelo motor elétrico foi determinado por meio da metodologia existente, usando a Equação 3:

$$P_{\text{bomba}} = \frac{Q H_{\text{man}}}{367 \eta_{\text{bomba}}} \quad (2)$$

$$P_{\text{elétrica}} = \frac{P_{\text{bomba}}}{\eta_m} \quad (3)$$

em que:

- $P_{\text{bomba}}$  - Potência absorvida pela bomba, kW.
- $Q$  - Vazão necessária,  $\text{m}^3\text{h}^{-1}$ .
- $H_{\text{man}}$  - Altura manométrica, mca.
- $\eta_{\text{bomba}}$  - Rendimento da bomba, em decimal.
- $P_{\text{elétrica}}$  - Potência elétrica demandada da rede, kW.
- $P_{\text{bomba}}$  - Potência absorvida pela bomba, kW.
- $\eta_m$  - Rendimento do motor, em decimal.

Para realizar a estimativa do custo de energia elétrica, foi utilizada a Equação 4, citada por Moraes et al.(2011) para 3500 horas de funcionamento ano, que leva em consideração o índice de carregamento. Considerou-se tarifa horo sazonal verde para o subgrupo A3a, alimentado com tensão de 34,5 kV, com preços cobrados pela Celg pela resolução ANEEL Nº 02/2015.

$$C_m = \frac{0,736 H_f C_e P_n I_C}{\eta_m} \quad (4)$$

em que:

- $C_m$  - Custo anual de energia elétrica, R\$  $\text{mês}^{-1} \cdot z$
- $H_f$  - Período de funcionamento,  $\text{h/mês}^{-1}$ .
- $C_e$  - Tarifa de energia elétrica, R\$  $\text{kW.h}^{-1}$ .
- $P_n$  - Potência nominal do motor elétrico, cv.
- $I_c$  - Índice de carregamento do motor elétrico, decimal.
- $\eta_m$  - Rendimento do motor elétrico, decimal.
- 0,736 - Fator de conversão da potência em cv para kW.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentado o dimensionamento das bombas e dos motores elétricos, assim como os rendimentos em razão da área definida como irrigada e seu consumo e gasto com energia elétrica, para a pressão de serviço 196 kPa. Pode-se observar que o índice de carregamento variou de 76,73% a 90,26%, o que significa que o motor não está trabalhando com o rendimento fornecido pelo fabricante. Segundo Castro (2008), quando o índice de carregamento é inferior a 100%, ocorrem perdas por causa do motor fornecer rendimentos menores e seu fator de potência também diminuir.

Observa-se também que pelo fato de existirem apenas algumas potências predeterminadas de motores comerciais, foi dimensionado um motor de mesma potência (100 cv) para as três áreas predefinidas (100, 110, 120 ha), ocasionando superdimensionamento e conseqüente aumento de consumo de energia elétrica. Quanto mais a potência exigida no eixo da bomba se aproxima ao valor de potência comercial, maior é o seu rendimento chegando 90% no caso da maior área (120 hectares) cuja potência no eixo da bomba foi de 91 cv.

Segundo Weg (2011), quando esses motores trabalham a vazio apresentam redução do seu fator de potência e diminuição de sua eficiência, influenciando diretamente nos gastos com energia elétrica. Isso pode ser observado na tabela 1 quando verificamos que a utilização de motores comerciais com potências predeterminadas, ocasionou um aumento de 10; 8 e 6 % por ano, dos valores de consumo e de gasto com energia elétrica, para as áreas de 100, 110 e 120 hectares respectivamente.

A potência necessária para irrigação é influenciada pela pressão de serviços, o que se deve à exigência de maior energia potencial para ser transferida ao fluido. A variação do índice de carregamento, em razão das diferentes áreas, pode ser vista na Figura 1. Pode-se observar que o índice de carregamento sofreu variações, em todas as áreas, o que significa que o motor não está trabalhando com o rendimento fornecido pelo fabricante, diminuindo sua eficiência.

Dentre as razões que indicam esse dimensionamento ser desvantajoso enumeram-se: a não disponibilização de maior número de potências comerciais de

motores; e variações do índice de carregamento para motores pequenos implicam em mais variações do rendimento que nos motores maiores.

TABELA 1. Dimensionamento dos motores em função das diferentes áreas e o gasto de energia para os três sistema de irrigação usando pivô central

DIMENSIONAMENTO E GASTO DE ENERGIA PARA MOTORES COM POTÊNCIAS COMERCIAIS									
Área (ha)	Hman (kPa)	Vazão (m³/h)	Rend. Bomba (%)	Pot. Eixo da bomba (kW)	Pot. motores comerciais		IC (%)	Consumo de energia (kWh/ano)	Gasto de energia/ ano (R\$)
					(cv)	(k)			
100,00	490,00	329,13	79,40	56,47	100,00	73,60	76,73	222335,70	86924,08
110,00	490,00	362,05	79,90	61,73	100,00	73,60	83,88	241694,50	92925,29
120,00	490,00	394,96	81,00	66,43	100,00	73,60	90,26	258744,50	98086,70

DIMENSIONAMENTO E GASTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA POTÊNCIAS HIPOTÉTICAS									
Área (ha)	Hman (kPa)	Vazão (m³/h)	Rend. Bomba (%)	Pot. Eixo da bomba (kW)	Pot. motores comerciais		IC (%)	Consumo de energia (kWh/ano)	Gasto de energia/ ano (R\$)
					(cv)	(k)			
100,00	490,00	329,13	79,40	56,47	77,00	56,47	100,00	208047,40	78414,68
120,00	490,00	362,05	79,90	61,73	84,00	61,73	100,00	227426,30	85622,16
120,00	490,00	394,96	81,00	66,43	91,00	66,43	100,00	244742,10	92190,05

\*Kolbach (2009).

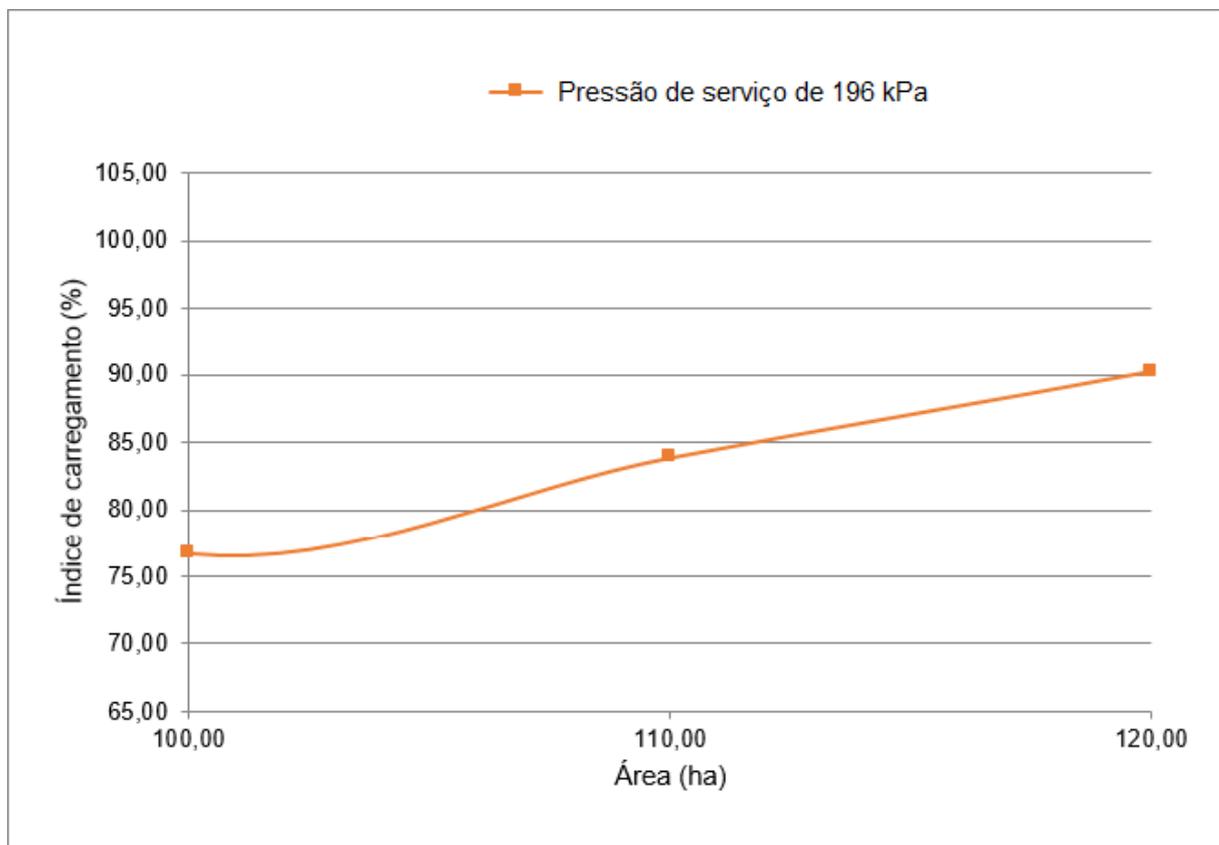


Figura 1 - Índice de carregamento em razão das áreas dimensionadas para a pressão de 196 kPa.

## Considerações Finais

Verificou-se que por existirem apenas algumas potências predeterminadas de motores comerciais, na maioria das vezes, os sistemas de irrigação ficam superdimensionados, trabalhando a vazio e diminuindo sua eficiência, o que causa um aumento significativo no consumo e no gasto com energia elétrica e que quanto mais o valor da potência solicitada no eixo da bomba se aproxima do valor da potência do motor comercial, maior o seu rendimento e menor o gasto com energia elétrica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás – UEG, à Pró-Reitoria de Graduação – UEG e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – UEG.

## Referências

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN. **Manual do sistema de coleta de dados para o BEN 2011**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2011.

CASTRO, R.A. **Análise de viabilidade de troca de motores elétricos superdimensionados e a influência da energia reativa**. 2008. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

KISI, O. Evapotranspiration modeling using a wavelet regression model. **Irrigation Science**, v. 29, p.241-252, 2011.

MORAES, M. J.; OLIVEIRA FILHO, D; VIEIRA, G H. S; SCARCELLE, R. O. C. Gerenciamento do lado da demanda do bombeamento de água para perímetros irrigados. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, V.15, N.9, P.875-882, 2011.

OLIVEIRA FILHO, D.; RIBEIRO, M.C.; MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A.; FERNANDES, H.C. Dimensionamento de motores para o bombeamento de água. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1012-1022, 2010.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; BRAGA, J. C.; GERVÁCIO, G. G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, v.13, p.92-112, 2008

WEG. **Curva característica dos motores em relação a potência nominal**. Disponível em: <[http://catalogo.weg.com.br/PES\\_CAT/detailProduto.asp?ID\\_MENU=1&cd\\_produto=37&D\\_CATEGORIA\\_PRODUTO=6&CD\\_EMPRESA=110](http://catalogo.weg.com.br/PES_CAT/detailProduto.asp?ID_MENU=1&cd_produto=37&D_CATEGORIA_PRODUTO=6&CD_EMPRESA=110)>. Acesso em: 05 março. 2016.