

COMPARAÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL DE MOTORES ELÉTRICOS E DIESEL EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

SABRINA HEUERT¹; DARLAN PAULO COSSUL²; FABRICIO ARDAIS MEDEIROS²; LUCIANA MARINI KOPP³

¹Universidade Federal de Pelotas – sabrina.heuert@outlook.com

²Universidade Federal do Paraná– darlancossul@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – medeiros.ardais@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – lucianakopp@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A irrigação é utilizada em diversos cultivos como uma estratégia para suprir a necessidade hídrica da cultura, assegurando a produção, frente as adversidades climáticas enfrentadas em anos de estiagem. O Brasil possui área aproximada de 6 milhões de hectares equipados para irrigação (ANA, 2017), mas possui elevado potencial para expansão desta área. No entanto a ampliação é limitada pelo elevado custo desta prática que varia conforme o sistema, a cultura e o clima da região.

O custo da irrigação na produção agrícola representa a soma das despesas com energia, mão de obra, manutenção e amortização do capital utilizado para adquirir o sistema (CARVALHO et al, 2000). Na irrigação de lavouras de arroz do Rio Grande do Sul-RS, por inundação superficial contínua, o custo com essa prática representa cerca de 10,54% do custo total de produção conforme dados do IRGA (2017).

Apesar da irrigação representar uma importante parcela nos custos de produção, os produtores que utilizam sistemas de irrigação movidos a energia elétrica recebem importantes subsídios para o uso da energia para irrigação no Brasil, conforme normativa no 414, de 09 de setembro de 2010 (artigo 107), instituída pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (Kopp, 2015).

As estações de bombeamento em lavouras de arroz no Rio Grande do Sul podem se enquadrar, em sua grande maioria, na modalidade de tarifa horária verde (horo sazonal verde) que prevê demanda única de potência e tarifas de consumo menores desde que o usuário desligue o equipamento por 3 horas a cada 24 horas, para não sobrecarregar a rede. Para propriedades que tem estações de bombeamento destinadas a irrigação, a ANEEL destina um desconto de 70% da tarifa horo sazonal verde se utilizar o sistema entre as 21 h e 6h (Kopp, 2015).

No entanto, em algumas regiões as concessionárias possuem dificuldades para disponibilizar energia elétrica a novos irrigantes, tendo em vista que o sistema elétrico da concessionária se encontra na capacidade máxima de operação. A disponibilização de energia a esses produtores obrigaria tais concessionárias a realizarem investimentos altos para aumento da capacidade de tais sistemas, o que por vezes não acontece. Como alternativa a este fato, alguns produtores têm utilizado motores de combustão interna ciclo Diesel para acionar seus sistemas de irrigação.

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo analisar os custos de operação de sistemas de irrigação com acionamento por motor elétrico e de combustão interna ciclo Diesel. Os sistemas de irrigação com acionamento por energia elétrica serão avaliados sob diferentes estruturas tarifárias. Os sistemas serão estudados em diferentes escalas de produção, tendo em vista que serão comparadas as diferentes potências de motores elétricos e diesel.

2. METODOLOGIA

A primeira etapa deste estudo foi a definição da potência dos motores que serão avaliados neste trabalho, tal definição ocorreu com base no conhecimento da faixa de potência mais utilizada nos sistemas de irrigação em lavouras de arroz. Foram definidas as potências de 50, 75, 100, 150, e 200 cv. Os cálculos do custo operacional de ambos os sistemas de irrigação foi elaborado considerando um período de irrigação 1900 horas durante a safra, o que corresponde a 90 dias de irrigação com 21 horas diárias de operação.

Na sequência foram definidas as estruturas tarifárias a serem utilizadas para os cálculos do custo operacional do sistema de irrigação com motor elétrico. As tarifas a serem utilizadas são: tarifa horo sazonal verde fora de ponta e a tarifa horo sazonal verde mais horário noturno. Essas tarifas foram obtidas de uma concessionária de energia elétrica da região de Pelotas, os valores utilizados foram de R\$ 0,372090 kWh⁻¹ para a tarifa horo sazonal verde, R\$ 0,11163 kWh⁻¹ para a tarifa horo sazonal verde mais horário noturno e R\$ 16,94 kW⁻¹ para a demanda. Para o custo operacional do sistema de irrigação com motor diesel foi definido o preço de R\$ 3,60 por litro de óleo diesel, que corresponde ao preço médio praticado nas principais revendas da região Sul do Estado do Rio Grande do Sul.

Os dados foram tabelados para realizar as análises dos custos de operação dos sistemas elétricos e a diesel. O consumo em Reais (R\$) dos motores elétricos utilizando a tarifa horo sazonal verde foi estimado pela Equação 1.

$$CTHV = 4 * P * D + P * 1900 h * TV \quad \text{Equação 1}$$

Onde CTHV é o consumo em R\$ para utilização da estrutura tarifária horosazonal verde; P é a potência do motor em kW; D é o valor da demanda em R\$ kW⁻¹; TV é o valor da tarifa horosazonal. verde em R\$ kWh⁻¹

No cálculo do consumo do sistema de irrigação com motor elétrico, utilizando a tarifa verde (12,5h dia⁻¹) + horário noturno (8,5 h dia⁻¹), foi utilizado a Equação 2:

$$CTHVHN = 4 * P * D + P * 1125h * TV + P * 765 h * THN \quad \text{Equação 2}$$

Onde: CTHVHN é o consumo em R\$ para utilização da estrutura tarifária horosazonal verde mais o horário reservado noturno, e THN é o valor da tarifa em horário noturno em R\$ kWh⁻¹

Para o cálculo do custo operacional do sistema de irrigação com motor diesel é necessário determinar o consumo específico de cada motor, o qual foi estimado pela Equação 3, proposta por Carvalho e Oliveira (2014):

$$Ce = \left(0,03054 + \left(\frac{0,2445}{potência} \right) \right)^{0,5} \quad \text{Equação 3}$$

$$CDiesel = Ce * 1900 h * \frac{preço}{litro.diesel} * potência \quad \text{Equação 4}$$

Onde: Ce= consumo específico (L cv⁻¹ h⁻¹), potência (cv), CDiesel é o consumo, em R\$, do motor de combustão interna ciclo Diesel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, é apresentados um comparativo do consumo total dos motores elétricos e diesel.

Tabela 1 – Relação do consumo total de motores elétricos e diesel

Potência		Custo Operacional			
		Elétrico		Diesel	
Cv	kW	Tarifa Verde	Tarifa Verde + Hor. Noturno	Ce L h ⁻¹ cv ⁻¹	Consumo Total 1900 h
50	36,8	R\$ 28 490,69	R\$ 21 026,38	0,1882	R\$ 64 374,18
75	55,2	R\$ 42 736,04	R\$ 31 539,57	0,1838	R\$ 94 313,90
100	73,5	R\$ 56 981,39	R\$ 42 052,76	0,1816	R\$ 124 226,53
150	110,3	R\$ 85 472,08	R\$ 63 079,14	0,1793	R\$ 184 023,33
200	147,1	R\$ 113 962,78	R\$ 84 105,52	0,1782	R\$ 243 805,47

Conforme apresentado na tabela acima o consumo do motor elétrico utilizando a tarifa hora sazonal verde + horário noturno foi inferior ao consumo do motor elétrico que utiliza a tarifa hora sazonal verde. Dessa forma, considerando que o produtor utilize a tarifa hora sazonal verde + horário noturno haverá uma redução no custo com energia elétrica de 26,2 %, devido ao desconto recebido pela utilização do sistema nos horários em que não há picos de consumo de energia elétrica na área urbana. Vale ressaltar que nos cálculos de motores elétricos não foi considerado o custo de instalação da rede elétrica na propriedade, apenas analisou-se o custo operacional dos motores em diferentes potências instaladas.

No caso dos motores a diesel, o custo de operação (diesel) se mostrou muito elevado se comparado com o motor elétrico. Caso o produtor necessite utilizar do motor diesel para irrigação, ele obterá um aumento de custo operacional de mais de 100% para todas as faixas de motores testadas nesse trabalho, isso quando compararmos com a tarifa hora sazonal verde. Esse aumento é de aproximadamente 126% para o motor de 50 cv e reduz gradativamente para os motores de maior potência, chegando a 114% para o motor de 200 cv.

4. CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas podemos concluir que os motores elétricos proporcionam menores gastos monetários ao produtor quando comparado aos motores diesel, para atender a mesma potência instalada. A utilização de horário noturno se torna indicado, pois permite redução do custo com energia elétrica durante o período de irrigação.

A indisponibilidade no fornecimento de energia elétrica a novos irrigantes ou a restrição para a ampliação de sistemas de irrigação movidos a energia elétrica por parte das concessionárias de energia elétrica leva o produtor a utilizar sistemas de irrigação movidos a motores diesel. Tal fato, colabora para um aumento importante nos custos de produção da lavoura de arroz. Considerando o produtor rural um tomador de preço, esse aumento no custo de produção está diretamente atrelado a uma redução na margem de lucro do produtor.

O estudo desse tema requer aprofundamento, devendo ser realizadas análises incluindo variáveis relacionadas ao investimento e manutenção dos sistemas estudados. Para isso, recomenda-se que mais estudos sejam realizados sobre o tema.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Atlas irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Brasília, 2017. Acessado em: 15 ago. 2019. Online. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaAguanaAgriculturalIrrigada.pdf>

CARVALHO, J.A. et al. Análise de Custos na Escolha do Tipo de Motor para Acionamento de Bombas em Áreas Irrigadas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.434-440, abr./jun., 2000. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/30-volume-24-numero-2?download=250:vol24numero2>. Acessado em 10 set. 2019.

CARVALHO, J.A.; OLIVEIRA, L.F.C. **Instalações de bombeamento para irrigação: hidráulica e consumo de energia**. 2. ed. rev. e amp. – Lavras: UFLA, 2014

IRGA. **Custo de Produção Médio Ponderado do Arroz Irrigado do Rio Grande do Sul Safra 2017/18**. Seção de Política Setorial, Porto Alegre, nov. 2017. Acessado em 14 set. 2019. Online. Disponível em: <http://stirga2018-admin.hml.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>

Kopp, L.M. **Índices de Desempenho para Estações de Bombeamento em Lavouras de Arroz Irrigado**. 2015. Tese de doutorado em Engenharia Agrícola – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.