

VIABILIDADE ECONÔMICA NA ESCOLHA DE MOTORES ELÉTRICOS DE ALTO RENDIMENTO PARA UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS – UM ESTUDO DE CASO EM CASCAVEL - PR

EVANDRO ANDRÉ KONOPATZKI¹

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), (45) 9109-1308, eakonopatzki@gmail.com

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A produção brasileira de grãos tem crescido nos últimos anos e demanda, a cada ano, maior capacidade de armazenamento. As Unidades Armazenadoras (UA) são responsáveis por receber e pré-processar as safras realizando a limpeza e o condicionamento dos grãos para que estes possam ser despachados, no momento adequado, às indústrias de transformação. Para que as UAs recebam os grãos, limpem-nos e os sequem, a fim de armazená-los, os grãos passam por diversas máquinas que possuem motores elétricos. Este estudo analisou os motores elétricos instalados em seis UAs do município de Cascavel - PR, buscando otimizar a instalação de cada unidade por meio da análise técnica e econômica da substituição dos motores instalados por outros de alto rendimento bem como da análise da dispensa do uso de capacitores corretores do fator de potência. O Estudo mostrou que a substituição dos motores elétricos instalados nas UA por outros de alto rendimento apresentaria um aumento médio no rendimento das unidades de 0,26%. O fator de potência aumentaria, em média, 0,06% apresentando uma oportunidade de expansão da instalação elétrica de 0,32% sem acréscimos na fatura de energia elétrica. O estudo mostrou ainda, que as UA devem analisar criteriosamente o momento da troca de seus motores.

PALAVRAS-CHAVE: Motores Elétricos de Alto Rendimento, Unidades Armazenadoras de Grãos, Viabilidade Econômica

ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF LIGHTING SYSTEM OF A GRAIN STORAGE UNIT

ABSTRACT: The Brazilian grain production has grown in recent years and demand greater storage capacity. The Storage Units (SU) are responsible for receiving and processing the crops performing cleaning and grains conditioning at can be dispatched to the processing industries. For SUs that receive grains, cleanse us and dry in order to store them, the beans go through several machines with electric motors. This study analyzed the electric motors installed in six SUs the city of Cascavel - PR, seeking to optimize the installation of each unit through technical and economic analysis of the replacement of engines installed by other high performance as well as the analysis of remission using brokers capacitors power factor. The study showed that the replacement of electric motors installed by other SUs in high yield present an average increase in revenue of 0.26% of the units. The power factor increase, on average, 0.06% with an opportunity to expand the electrical installation of 0.32% without any increase in the electricity bill. The study also that the SUs should carefully consider the exact timing of the exchange their engines.

KEYWORDS: Economic Viability, Grain Storage Units, Highest efficient Electric Motors

INTRODUÇÃO: Motores elétricos são componentes básicos do sistema elétrico das indústrias, como também das Unidades Armazenadoras de grãos. A relação técnica construtiva dos motores busca valores ideais de potência ativa, rendimento e fator de potência de forma a oferecer o melhor benefício aos usuários do motor. Para Cleto (2012) e Pereira (2014), o rendimento é a potência mecânica

liberada no eixo do motor elétrico dividida pela potência elétrica demandada para a realização de tal movimento. Desta forma entende-se por rendimento da máquina aquele considerado como trabalho útil do motor. O Fator de potência é a relação entre a potência ativa e a potência aparente do motor, sendo considerado como relação entre a energia elétrica com potencial transformação em trabalho motor. Nestes conceitos (abordados acima) percebe-se que a melhoria no rendimento e o aumento do fator de potência podem proporcionar aos sistema elétrico maior disponibilidade ou redução no consumo de energia. Este trabalho buscou analisar os motores convencionais, aqui denominados standard, instalados em 6 unidades armazenadoras de grãos instaladas no município de Cascavel –PR apontando possíveis substituições destes por motores de alto rendimento existentes no mercado por meio da verificação da disponibilidade de potência total na troca, sendo considerada como potência total disponibilizada a soma entre a melhoria da potência pelo maior rendimento e/ou melhor fator de potência dos motores AR disponíveis (com dados fornecidos pelos fabricantes). São quatro modelos de motores com alto rendimento, atualmente disponibilizados pelo fabricante Weg. Aplicáveis à unidades armazenadoras, atualmente, W-21; W-Dip, W-Magnet e W-não acendível, conforme apresentado por WEG (2012) e Martins (2014). O estudo buscou a melhor relação rendimento e fator de potência, sendo os modelos W-21 e W-Dip parecidos na maior faixa de motores disponibilizados.

MATERIAL E MÉTODOS: os dados coletados nas seis Unidades Armazenadoras foram os motores elétricos instalados, *in loco*, as UA estão estabelecidas no Município de Cascavel – Pr. No catálogo dos fabricantes foram coletados dados de potência, rendimento e fator de potência dos motores tipo Standard e Alto Rendimento (AR), nos modelos fornecidos.

Estes dados foram tratados em planilhas eletrônicas onde os motores AR de melhor relação de ganho de potência dada pelo aumento no rendimento e/ou na liberação de potência útil pelo fator do potência foram determinados. Metodologia sugerida por Konopatzki, 2004.

A partir da quantificação da melhoria apresentada pelo motor AR escolhido, O rendimento e o fator de potência foram comparados entre os motores AR e Standard (instalado). Assim os valores de ganho no rendimento e no fator de potência, bem como a potência total liberada pela troca de motores foram apresentados em tabelas. Que mostraram a viabilidade técnica da troca dos motores standard por outros de alto rendimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A maioria das Unidades Armazenadoras analisadas neste estudo foram instaladas na década de 1980, isto mostra que os motores elétricos são antigos e compõe-se de uma tecnologia construtiva diferente da existente atualmente. Com base nisso os motores instalados em cada Unidade foram verificados e apontados na tabela a seguir:

TABELA 1. Relação de Motores Instalados nas Unidades Armazenadoras.

Motor (CV)	Unidade A	Unidade B	Unidade C	Unidade D	Unidade E	Unidade F
0.50					1	
0.75					7	
1.00			17			
1.50	1	10		3	4	
2.00			16		2	1
3.00	1	2	18		2	1
4.00		2			2	5
5.00			25		1	
6.00	2	29		2		6
7.50			16		2	2
10.00	6	14	8	9	4	12
12.50	4				2	
15.00		13			1	3
20.00	2	1	12	3	18	1
25.00	2					2
30.00		5		1	5	6
40.00			8	3	9	4
50.00		1		3	3	
60.00				1		
75.00					2	
100.00				2		

É possível observar que as UA apresentam uma diversidade construtiva muito grande, isto se dá pelos fabricantes montadores de UA que atuam na região, bem como pela forma construtiva dos armazéns ou silos de cada UA. Na média as UA apresentam uma demanda de 569kW em motores elétricos, sendo a Unidade Armazenadora com maior capacidade elétrica instalada, neste estudo, foi a Unidade “E”, com potência instalada de 957 kW.

A Tabela 2, a seguir, apresenta o ganho na potência elétrica útil de cada motor analisado, com base no rendimento e no fator de potência dos motores AR, comparados aos motores Standard, bem como o ganho de cada UA, caso realize a troca dos motores standard por outros de alto rendimento indicados neste estudo.

TABELA 2. Ganho de Potência Elétrica (W) dos motores analisados, baseado no rendimento e na liberação da potência pela melhoria do fator de potência dos motores AR, comparados aos Standard.

Potência do Motor (CV)	Melhoria (W) devido rendimento	Melhoria (W) devido fator de potência	Melhoria Total (W)	Melhoria Total (%)
0,50 ⁽¹⁾	2,96	25,90	28,86	7,80%
0,75 ⁽¹⁾	11,84	37,00	48,84	8,74%
1,00 ⁽²⁾	43,66	74,00	117,66	15,79%
1,50 ⁽²⁾	42,18	37,00	79,18	7,09%
2,00 ⁽¹⁾	37,00	22,20	59,20	3,97%
3,00 ⁽²⁾	14,80	7,40	22,20	0,99%
4,00 ⁽²⁾	18,50	3,70	22,20	0,74%
5,00 ⁽²⁾	28,86	-14,80	14,06	0,38%
6,00 ⁽²⁾	31,82	-14,80	17,02	0,38%
7,50 ⁽²⁾	23,31	-25,90	-2,59	-0,05%
10,00 ⁽²⁾	21,83	-11,10	10,73	0,14%
12,50 ⁽²⁾	20,35	-7,40	12,95	0,14%
15,00 ⁽²⁾	9,99	18,50	28,49	0,25%
20,00 ⁽³⁾	27,01	22,89	49,90	0,33%
25,00 ⁽³⁾	31,82	14,67	46,49	0,25%
30,00 ⁽³⁾	27,38	9,64	37,02	0,17%
40,00 ⁽³⁾	28,86	-5,22	23,64	0,08%
50,00 ⁽³⁾	25,16	3,42	28,58	0,08%
60,00 ⁽³⁾	22,20	16,23	38,43	0,09%
75,00 ⁽³⁾	25,16	31,58	56,74	0,10%
100,00 ⁽³⁾	21,46	25,92	47,38	0,06%

Os motores analisados na substituição foram o motor Weg não-acendível como opção (1), o motor Weg W-21 ou Weg W-Dip como opção (2) salientando que nas opções indicadas ambos tiveram o mesmo desempenho de rendimento e de fator de potência, de forma a serem considerados tecnicamente iguais na escolha da troca e, ainda, o motor Weg W-Magnet como opção (3),

Os motores de alto rendimento que apresentam o melhor desempenho são os de menor potência elétrica (0,50; 0,75; 1,0 e 1,5 CV), Com melhoria superior a 5% na potência total do motor, O motor de 2,0 CV apresenta uma melhoria total de aproximadamente 4%, Destaca-se o motor de 7,5 CV que apresenta melhoras no rendimento mas estas são negativamente compensadas pela redução no fator de potência, de forma a tornar inviável, tecnicamente, substituir este motor,

A Tabela 3, apresenta o ganho na potência elétrica útil de cada UA, caso esta realize a troca dos motores standard por outros de alto rendimento indicados neste estudo,

TABELA 3, Ganho de Potência Elétrica (W) das Unidades Armazenadores, baseado no rendimento e na liberação da potência pela melhoria do fator de potência dos motores AR, comparados aos Standard,

Fator	Unidade	Unidade A	Unidade B	Unidade C	Unidade D	Unidade E	Unidade F
Potência Instalada	(W)	159344	557888	727168	534704	956616	479136
Melhoria devido Rendimento	(W)	450,66	2035,74	3051,76	722,24	1570,65	997,52
	(%)	0,28%	0,36%	0,42%	0,14%	0,16%	0,21%
Melhoria	(W)	-6,28	122,61	1520,54	122,48	930,67	-29,21

devido Fator de Potência	(%)	0,00%	0,02%	0,21%	0,02%	0,10%	-0,01%
Melhoria	(W)	444,38	2158,35	4572,30	844,72	2501,32	968,31
Total	(%)	0,28%	0,39%	0,63%	0,16%	0,26%	0,20%

A quantidade de motores diferentes fez com que cada UA apresentasse valor diferente de melhoria, Todas as Unidades analisadas apresentaram resultado positivo na melhoria de potência elétrica quando analisada a troca dos motores elétricos Standard por AR, excetuando-se os motores de 7,5 CV, Destacando, em potência (W) as unidades C, B e E que liberam 9.230 W de potência elétrica, Já em análise percentual, a unidade C liberou, nesta análise, 0,63% de sua capacidade instalada, Na média as UA podem dispor de, aproximadamente 1.915 W (0,23% de sua capacidade instalada) sendo que a máxima potência liberada foi de 4.572 W (equivalente a 0,63% da capacidade instalada),

CONCLUSÕES: Este estudo apresentou análise técnica de substituição dos motores elétricos Standard por outros motores de alto rendimento com base nos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes dos motores e também pelos dados coletados em campo.

Os dados mostraram que as Unidades Armazenadoras de Grãos podem economizar, na média, 0,32% de energia elétrica, tendo o rendimento dos motores AR maior impacto nesta análise, sendo 82,2% de sua contribuição, enquanto a melhoria na potência disponibilizada, causada pelo diferente fator de potência representa apenas 17,8% da melhoria total do sistema elétrico (motores).

Os motores de alto rendimento apresentam várias aplicações e modelos, os modelos analisados, cabíveis à unidades armazenadoras, servem para determinados valores de potência, apresentados na Tabela 2, Desta forma, este estudo validou, nestes cálculos, somente aquela substituição indicada.

Este estudo se estenderá ao impacto da economia gerada pela substituição dos motores no estado do Paraná, bem como na análise econômica da substituição destes motores, uma vez que a análise atual compreende a relação temporal (horas de uso do motor) e as UA apresentam sazonalidade de uso (safras).

AGRADECIMENTOS: À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e à Fundação Araucária pelo apoio.

REFERÊNCIAS

CLETO, Alberto Carlos da Costa, Motores Elétricos de Alto Rendimento, 2012, 92 f, Dissertação de conclusão de Mestrado – Engenharia Electrotecnica e de Computadores, faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, PT, 2012.

KONOPATZKI, Evandro André, Desenvolvimento de Indicadores Tecnológicos para Unidades Armazenadoras na Mesoregião Oeste do Paraná, 2004, 107 f, Dissertação de conclusão de Mestrado – Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2004.

MARTINS, C. J., Plano de Substituição de Motores. Weg em Revista. Disponível em: www.weg.com.br. 2009. Acessado em: 02/02/2014.

PEREIRA, Luis Alberto, Análise Econômica da Aplicação de Motores de Alto Rendimento. Notas de aula. Disponível em: <http://www3.fsa.br/localuser/energia/Engenharia%20Econ%C3%B4mica/Material%20Complementar/Motores%20de%20Alto%20Rendimento.pdf>, 2010. acessado em: 20/01/2014.

WEG, Motores – Motores Elétricos, Apostila de curso da empresa, disponível em: www.weg.net. 2009. Acessado em 20/10/2012.