



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Educação a Distância da UFSM – EAD
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos
Processos Produtivos**

Polo: Vila Flores

**ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE MOTORES
ELÉTRICOS DE INDUÇÃO DE ALTO RENDIMENTO EM
SUBSTITUIÇÃO À MOTORES STANDARD**

ONGARATTO, Diogo Atiê Schaeffer¹

MARTINS, Geomar Machado²

¹ Engenharia Elétrica. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS.

² Engenharia Elétrica. Professor Orientador. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS.

RESUMO

A utilização de motores de alto rendimento, devido a suas características especiais, especialmente aquelas relacionadas ao rendimento, pode conduzir a vantagens técnico-econômicas importantes que são auferidas ao longo da sua vida útil. Estas vantagens são verificadas, especialmente, no que se refere a redução do consumo de energia elétrica e, por consequência disto, na economia financeira em relação ao consumo de energia elétrica.

Além das vantagens financeiras da utilização de motores de alto rendimento, há outras vantagens secundárias que também devem ser levadas em consideração, como por exemplo a contribuição para a sustentabilidade do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: motores elétricos; rendimento de motores; eficiência energética.

ABSTRACT

The use of high performance engines due to their special characteristics, especially those related to income, can lead to significant technical and economic benefits that will be earned throughout his lifetime. These advantages are verified, especially with regard to the reduction of power consumption and hence that, in financial economics in relation to the consumption of electricity.

Beyond the financial advantages of high performance, there are other secondary benefits motors that must also be taken into consideration, such as the contribution to environmental sustainability.

KEYWORDS: electric motors; efficiency motors; energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo onde a energia está cada vez mais escassa e cara, seja de qualquer fonte, temos a obrigação de entender melhor este cenário para que possamos tomar ações que auxiliem a sociedade a manter este bem tão precioso que é a fonte do desenvolvimento.

Considerando apenas o Brasil, segundo MME (2014), o consumo de energia elétrica corresponde a 17,1% do total da energia consumida no país, ficando atrás somente do óleo diesel (18,8%).

Em outras palavras, dentre as diversas fontes energéticas disponíveis no país (gás natural, derivados do petróleo, álcool etílico, carvão mineral e etc.) a energia elétrica correspondeu a 17,1% do consumo final total, no ano de 2013.

E no que se refere ao consumo de energia elétrica, segundo MME (2014), o setor industrial utiliza 33,9% de toda a energia elétrica consumida no país, mantendo-se a frente de todos os demais segmentos.

Sabe-se também, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), que o grande responsável pelo consumo de energia elétrica no segmento industrial é a força motriz, sendo esta responsável por 49% do consumo total de energia no segmento.

Portanto, é possível dizer que os motores elétricos utilizados na indústria são responsáveis pela utilização de 16,61% de toda a energia elétrica consumida no país.

Nos dias atuais, temos a disposição no mercado o que chamamos de “*motores de alto rendimento*”, cuja eficiência energética é maior em relação aos motores tradicionais, comumente chamados de “*motores standard*”.

Segundo (PEREIRA, 2014), os motores de alto rendimento são oferecidos pela grande maioria dos fabricantes como uma alternativa vantajosa para determinadas aplicações. Eles costumam, em geral, mais caro que os motores standard, mas por outro lado, devido as suas características especiais, especialmente aquelas relacionadas ao rendimento, a sua utilização pode conduzir a vantagens econômicas importantes que poderão ser auferidas ao longo da sua vida útil. A decisão de qual motor deverá ser adquirido, além de uma decisão técnica, é também uma decisão econômica, a qual poderá ocorrer em instalações novas ou quando da substituição de um motor avariado.

A análise econômica visa fornecer subsídios para que uma decisão possa ser tomada.

Pode-se dizer que os motores de alto rendimento são motores projetados e construídos tendo em vista o seu rendimento, além do custo de fabricação. Para tanto as principais dimensões e materiais empregados são otimizadas a fim de obter-se um alto rendimento, resultando num custo maior, cerca de 30% maior que motores standard.

Neste contexto, analisaremos a real vantagem econômico-financeira que pode ser obtida através da substituição de um motor elétrico de indução tipo standard, por outros dois motores de alto rendimento, em mesmas condições de operação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. RENDIMENTO

Segundo FITZGERALD (2006), o conceito de rendimento está diretamente atrelado à eficiência de um sistema, ou seja, com o percentual de energia que se obtém na saída em relação ao percentual de energia aplicado na entrada deste sistema. A diferença entre entrada e saída é que chamamos de perdas.

O rendimento pode ser expresso da seguinte forma, onde P significa potência:

$$\text{Rendimento} = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}} = \frac{P_{entrada} - P_{perdas}}{P_{entrada}} \quad [1]$$

2.2. PERDAS

Durante o processo de conversão eletromecânica de energia através de motores, as perdas podem ser agrupadas da seguinte forma, segundo FITZGERALD (2006):

- **Perdas Ôhmicas:** Também conhecidas como perdas I^2R estas perdas são encontradas em todos os enrolamentos de motores. Porém, por convenção, normalmente estas perdas são desprezadas em máquinas síncronas e de indução. Estas perdas, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), representam cerca de 40 a 75% das perdas totais.

- **Perdas Mecânicas:** Consistem em atrito nas escovas e mancais, ventilação e na potência necessária para fazer o ar circular por dentro da máquina. Estas perdas, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), representam cerca de 2 a 15% das perdas totais.
- **Perdas no Ferro em Circuito Aberto ou a Vazio:** Estas perdas consistem nas perdas por histerese e por correntes parasitas que surgem da alteração de densidade de fluxo no ferro da máquina quando apenas o enrolamento principal de excitação está energizado. Nas máquinas de indução, estas perdas estão confinadas principalmente ao ferro do estator. Estas perdas, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), representam cerca de 15 a 30% das perdas totais.
- **Perdas Suplementares:** Consistem em perdas que se originam na distribuição não uniforme de corrente no cobre e também em perdas adicionais no núcleo, produzidas no ferro pela distorção do fluxo magnético pela corrente de carga. Estas perdas, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), representam cerca de 5 a 20% das perdas totais.

Segundo ELETROBRÁS, PROCEL EDUCAÇÃO (2006) a distribuição das perdas poder variar conforme a carga ou carregamento do motor, conforme pode ser visto na Figura 1:

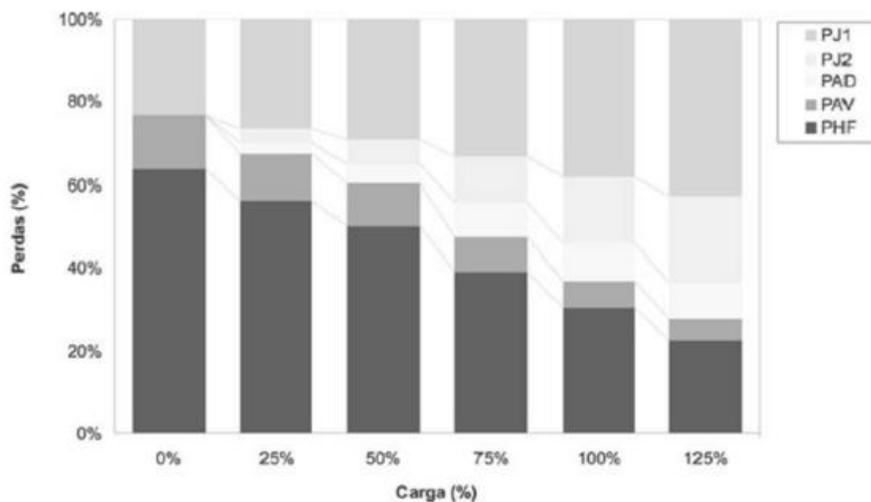


Figura 1: Distribuição percentual das perdas em função da carga.

Além disso, as perdas podem também variar em função da potência, conforme pode ser visto na Figura 2:

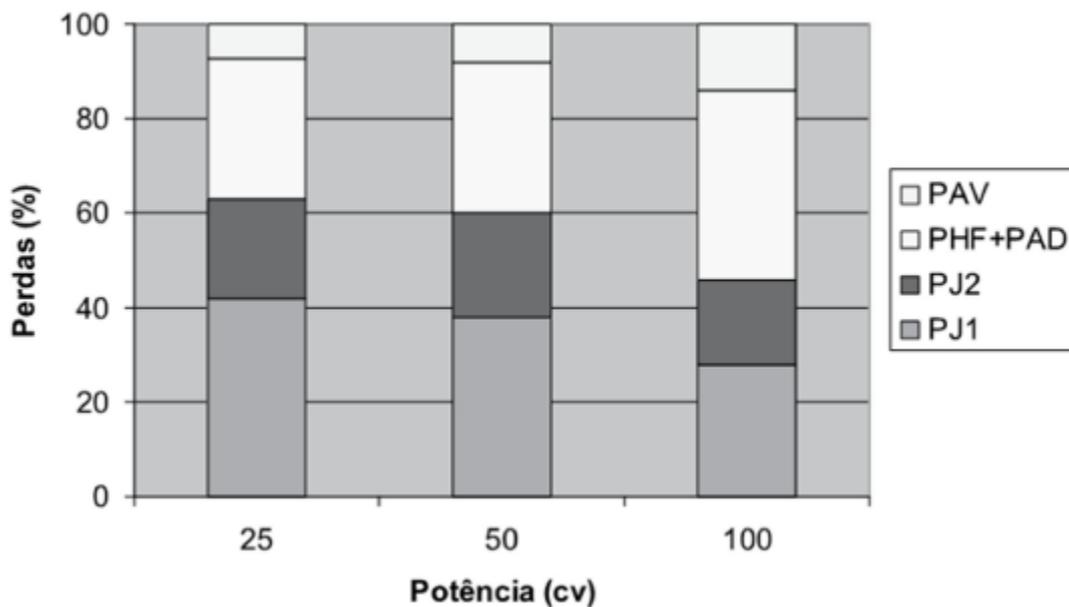


Figura 2: Distribuição percentual das perdas em função da potência do motor.

2.3. VALOR PRESENTE LÍQUIDO - VPL

O método do Valor Presente Líquido-VPL avalia um projeto transferindo para o momento presente todas as variações de caixa esperada no período considerado para o projeto, descontadas à taxa mínima de atratividade. Em outras palavras, seria o transporte para a data zero, do fluxo de caixa, de todos os recebimentos e desembolsos esperados, descontados à taxa de juros considerada.

Para tanto, as seguintes equações são aplicadas:

$$VPL = -I + A * FVP(i; n) \quad [5]$$

$$FVP(i; n) = \frac{P}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \quad [6]$$

Onde:

VPL: valor presente líquido.

I: custo de aquisição.

A: custo evitado.

FVP: fator de valor presente.

i: taxa mínima de retorno do investimento-TMRI.

n: período, em anos.

Como critério de análise desta metodologia, temos o seguinte:

Um VPL positivo significa que a alternativa de investimento é economicamente interessante à taxa mínima de atratividade considerada, tornando-se tanto mais atrativa quanto maior for o seu resultado.

Um VPL negativo mostra que a alternativa de investimento é economicamente inviável à taxa mínima de atratividade considerada, não permitindo sequer a recuperação do capital empregado, uma vez que o somatório dos valores presentes dos recebimentos é menor que o somatório dos valores presentes dos desembolsos.

Um VPL nulo significa que o retorno proporcionado pela alternativa de investimento à taxa mínima de atratividade considerada é igual ao capital investido, sendo, portanto, indiferente do ponto de vista econômico realizar-se ou não o investimento.

Além disso, deve-se observar que quando se comparam, por este método, mais de uma alternativa de investimento, aquela de maior VPL deve ser sempre a preferida sob o ponto de vista econômico.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar as vantagens econômico-financeiras obtidas com a substituição de um motor de indução tipo standard por outros dois motores de alto rendimento, considerando fatores técnicos, econômicos e financeiros.

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar as vantagens econômico-financeiras obtidas com a substituição de um motor trifásico de indução, tipo standard, 4 polos, potência nominal de 150cv por outros dois motores de alto rendimento, com mesma configuração construtiva e com as mesmas condições de operação do motor a ser substituído, ou seja, com mesma potência nominal, mesmo regime de carga, mesmo tempo de operação, mesma temperatura de operação e mesmo ciclo de partidas e paradas, diferenciando-se apenas pelo rendimento nominal e o fator de potência entre eles.

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a discussão proposta neste trabalho é a análise comparativa de parâmetros técnicos e também dos resultados de análises econômico-financeiras.

Cabe ressaltar que esta análise considera que todos os três motores citados possuem a mesma potência nominal, operam com mesma temperatura e com o mesmo tempo de operação, mesmo ciclo de partidas e paradas e possuem o mesmo sistema de acionamento/partida além de operarem a 100% da carga nominal, ou seja, a plena carga.

Esta condição permite que seja possível desconsiderar os parâmetros de temperatura e quantidade de partidas e paradas pois trata-se da análise de substituição de um motor por outro, ou seja, todas as condições de operação são as mesmas para cada uma das três máquinas estudadas.

Isto é possível pois estamos considerando aqui a substituição de um motor por outro, e com isso, não há qualquer diferenciação das condições de trabalho dos mesmos.

A únicas variáveis a serem consideradas neste estudo são as especificações construtivas dos motores, mais especificamente o rendimento nominal.

Evidentemente, esta condição pressupõe que estes motores estão muito bem dimensionados para a aplicação, uma vez que estamos considerando operação a plena carga durante todo o tempo de operação dos mesmos.

5. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Para podermos analisar os benefícios da substituição de um motor standard por outros com maior rendimento, neste estudo, vamos levar em conta o retorno financeiro considerando o custo de aquisição e o consumo de energia elétrica apenas, ou seja, vamos considerar que o custo de manutenção e os demais custos são muito parecidos entre as máquinas e, portanto, podem ser desprezados.

Sendo assim, inicialmente vamos definir tecnicamente o motor que será substituído.

Vamos então considerar um motor de indução do tipo standard, marca WEG, modelo W22 PLUS, 150cv, 4 polos, 60Hz, tensão nominal 220/380/440V cujas características construtivas são listadas na folha de dados fornecida pelo fabricante e listada no ANEXO A, como sendo o motor a ser substituído.

Dando sequência a análise, vamos analisar a folha de dados de outros dois motores do mesmo fabricante, com características parecidas, porém, com rendimentos maiores do que o primeiro, a fim de demonstrarmos a diferença de custo com a aquisição e utilização destes últimos.

A primeira opção será um motor de indução do tipo standard, marca WEG, modelo W22 PREMIUM, 150cv, 4 polos, 60Hz, tensão nominal 220/380/440V cujas características construtivas são listadas na folha de dados fornecida pelo fabricante e listada no ANEXO B.

Já a segunda opção trata de um motor de indução do tipo standard, marca WEG, modelo W22 SUPER PREMIUM, 150cv, 4 polos, 60Hz, tensão nominal 220/380/440V cujas características construtivas são listadas na folha de dados fornecida pelo fabricante e listada no ANEXO C.

Abaixo segue um quadro resumo dos parâmetros básicos dos 3 motores para que possamos realizar as análises comparativas.

Tabela 1: quadro resumo comparativo entre motores WEG – 150cv.

Descrição	Marca	Modelo	Potência [cv]	Rendimento [%]	Fator de Potência
Motor 1	WEG	W22 Plus	150	95,2	0,86
Motor 2	WEG	W22 Premium	150	95,8	0,86
Motor 3	WEG	W22 Super Premium	150	96,5	0,84

Nesta análise vamos considerar todos os motores trabalhando na tensão de 380V, a plena carga, ou seja, a 100% de sua carga nominal, como já citado.

Então, através da equação de consumo de energia elétrica, conforme KUMAR (2013) e ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998) e das informações obtidas nas folhas de dados de cada modelo de motor, podemos obter o consumo de energia para cada um deles ao longo de um ano:

$$E = 0,736 * H * P * \frac{1}{\eta} \quad [2]$$

Onde:

E: energia consumida no período, em kWh.

H: tempo de operação do motor no período, em horas.

P: Potência mecânica nominal do motor, em cavalos.

η : Rendimento nominal do motor, em %.

Em relação ao tempo de operação das máquinas, vamos considerar 260 dias por ano (considerando apenas dias úteis) e quanto ao regime horário, vamos considerar duas condições:

- 8 horas diárias (considerando-se apenas uma jornada de trabalho). Tal condição resulta em um período de utilização de 2.080 horas por ano.
- 21 horas diárias (excluindo-se apenas o horário de ponta de um total de 24 horas diárias). Tal condição resulta em um período de utilização de 5.460 horas por ano.

No que se refere à tarifa de energia elétrica, vamos considerar um valor médio de R\$0,24 por kWh consumido, conforme ANEEL (2014).

Este valor refere-se a média nacional das tarifas aplicadas a classe de consumo industrial, no ano de 2014 e não considera a incidência de impostos.

Inicialmente, vamos considerar o custo de aquisição de cada um dos motores para que seja possível estabelecer os comparativos em função do investimento a ser realizado.

Para este estudo foi utilizada a média aritmética entre três orçamentos realizados no mercado varejista.

Abaixo segue uma tabela resumo destes orçamentos:

Tabela 2: preço médio de aquisição dos motores.

	W22 Plus	W22 Premium	W22 Super Premium
Orçamento 1	R\$ 23.690,00	R\$ 30.087,00	R\$ 37.450,00
Orçamento 2	R\$ 24.730,00	R\$ 31.407,00	R\$ 39.092,00
Orçamento 3	R\$ 25.034,00	R\$ 31.794,00	R\$ 39.574,00
Preço Médio	R\$ 24.484,67	R\$ 31.096,00	R\$ 38.705,33

5.1. TEMPO DE OPERAÇÃO DE 8 HORAS DIÁRIAS

Da Equação [2] podemos obter a energia consumida por cada motor ao longo de um ano (2.080 horas), conforme pode ser visto na Tabela abaixo:

Tabela 3: energia consumida ao longo de 12 meses, para 8 horas diárias.

Descrição	Rendimento [%]	Potência Mecânica [cv]	Tempo de Operação [horas/ano]	Energia Consumida [kWh]
Motor 1	95,20%	150	2.080	241.210,08
Motor 2	95,80%	150	2.080	239.699,37
Motor 3	96,50%	150	2.080	237.960,62

Agora que já temos o consumo de energia de cada máquina, vamos então procurar saber qual é o custo financeiro decorrente deste consumo.

Com estes valores, e através da Equação [3], podemos calcular o custo com consumo de energia por cada motor:

$$C = E * T \quad [3]$$

Onde:

C: custo de energia consumida no período, em R\$.

E: energia consumida no período, em kWh.

T: tarifa de energia considerada, em R\$/kWh.

Então, considerando a Equação [3], obtemos o custo de energia, conforme está descrito na Tabela 3.

Tabela 4: custo da energia consumida ao longo de 12 meses, para 8 horas diárias.

Descrição	Energia Consumida [kWh]	Preço do kWh [R\$]	Custo da Energia Consumida [R\$/ano]
Motor 1	241.210,08	R\$ 0,24013	R\$ 57.921,78
Motor 2	239.699,37	R\$ 0,24013	R\$ 57.559,01
Motor 3	237.960,62	R\$ 0,24013	R\$ 57.141,48

Tão importante como saber qual o custo anual com consumo de energia é obtermos a economia anual em termos de energia.

Para tanto, segundo ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL (1998), podemos utilizar a Equação [4]

$$E = 0,736 * H * P * \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{AR}} \right) \quad [4]$$

Onde:

E: energia consumida no período, em kWh.

H: tempo de operação do motor no período, em horas.

P: potência mecânica nominal do motor, em cavalos.

η : rendimento nominal do motor, em %.

η_{AR} : rendimento nominal do motor de alto rendimento, em %.

Então, a partir da Equação [4], obtemos os seguintes valores de energia economizada:

Tabela 5: energia economizada e custo evitado ao longo de 12 meses, para 8 horas diárias.

Descrição	Rendimento [%]	Potência Mecânica [cv]	Energia Economizada [kWh/ano]	Custo Evitado [R\$/ano]
Motor 1	95,20%	150	0,00	R\$ 0,00
Motor 2	95,80%	150	1.510,71	R\$ 362,77
Motor 3	96,50%	150	3.249,46	R\$ 780,29

5.2. TEMPO DE OPERAÇÃO DE 21 HORAS DIÁRIAS

Da Equação [2] podemos obter a energia consumida por cada motor ao longo de um ano (5.460 horas), conforme pode ser visto na tabela abaixo:

Tabela 6: energia consumida ao longo de 12 meses, para 21 horas diárias.

Descrição	Rendimento [%]	Potência Mecânica [cv]	Tempo de Operação [horas/ano]	Energia Consumida [kWh]
Motor 1	95,20%	150	5.460	633.176,47
Motor 2	95,80%	150	5.460	629.210,86
Motor 3	96,50%	150	5.460	624.646,63

Com estes valores, e através da Equação [3], podemos calcular o custo com consumo de energia por cada motor.

Assim, obtemos o custo de energia conforme está descrito na Tabela 7.

Tabela 7: custo da energia consumida ao longo de 12 meses, para 21 horas diárias.

Descrição	Energia Consumida [kWh]	Preço do kWh [R\$]	Custo da Energia Consumida [R\$/ano]
Motor 1	633.176,47	R\$ 0,24013	R\$ 152.044,67
Motor 2	629.210,86	R\$ 0,24013	R\$ 151.092,40
Motor 3	624.646,63	R\$ 0,24013	R\$ 149.996,40

Tão importante como saber qual o custo anual com consumo de energia é obtermos a economia anual em termos de energia.

Então, a partir da Equação [4], obtemos os seguintes valores de energia economizada:

Tabela 8: energia economizada e custo evitado ao longo de 12 meses, para 21 horas diárias.

Descrição	Rendimento [%]	Potência Mecânica [cv]	Energia Economizada [kWh/ano]	Custo Evitado [R\$/ano]
Motor 1	95,20%	150	0,00	R\$ 0,00
Motor 2	95,80%	150	3.965,61	R\$ 952,26
Motor 3	96,50%	150	8.529,84	R\$ 2.048,27

6. RESULTADOS

Após obtermos o custo anual com consumo de energia, o consumo e o custo evitados e também o preço de aquisição das máquinas, podemos utilizar o método de análise para tomada de decisão chamado de Valor Presente Líquido - VPL para auxiliar-nos na decisão entre qual motor apresenta maior vantagem no caso de substituição.

Inicialmente vamos obter o Fator de Valor Presente-FVP para então calcularmos o Valor Presente Líquido de cada uma das duas opções de substituição do motor 1 considerando cada um dos regimes de trabalho, ou seja, para 8 horas diárias e para 21 horas diárias.

Como o tempo de vida média de todos os três motores a ser considerado, segundo PEREIRA (2014) é de 29,3 anos e a Taxa Mínima de Retorno do Investimento – TMRI também é a mesma entre todos os motores e considerada como 10% ao ano, calculamos o FVP conforme abaixo:

$$FVP(10; 29,3) = \frac{(1 + 10)^{29,3} - 1}{10 * (1 + 10)^{29,3}} = 9,3874$$

Salienta-se que o FVP é o mesmo para todos os regimes de operação pois, na verdade, este parâmetro só depende da vida útil média e da taxa mínima de retorno do investimento, não sendo, portanto, função do regime de operação.

Agora com o FVP devidamente calculado, podemos obter o VPL para cada situação.

6.1. TEMPO DE OPERAÇÃO DE 8 HORAS DIÁRIAS

$$VPL_{MOTOR 2} = - 31.096,00 + (362,77 * 29,3) * 9,3874 = R\$ 68.683,93$$

$$VPL_{MOTOR 3} = - 38.705,33 + (780,29 * 29,3) * 9,3874 = R\$ 175.913,52$$

Então, com os resultados acima descritos e de acordo com a metodologia apresentada, para o regime de 8 horas diárias, o motor 3 apresenta vantagem em relação ao motor 2 no comparativo para uma eventual substituição do motor original (motor 1), resultando em uma diferença financeira de R\$107.229,59 ao longo de sua vida útil.

6.2. TEMPO DE OPERAÇÃO DE 21 HORAS DIÁRIAS

$$VPL_{MOTOR\ 2} = - 31.096,00 + (952,26 * 29,3) * 9,3874 = R\$ 230.823,21$$

$$VPL_{MOTOR\ 3} = - 38.705,33 + (2.048,27 * 29,3) * 9,3874 = R\$ 524.671,55$$

Então, com os resultados acima descritos e de acordo com a metodologia apresentada, para o regime de 21 horas diárias, o motor 3 apresenta vantagem em relação ao motor 2 no comparativo para uma eventual substituição do motor original (motor 1), resultando em uma diferença financeira de R\$293.848,34 ao longo de sua vida útil.

6.3. RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Tabela 9: tabela resumo dos resultados obtidos.

MODELO	RENDIM. [%]	CUSTO DE AQUISIÇÃO [R\$]	REGIME DE 8 HORAS DIÁRIAS			REGIME DE 21 HORAS DIÁRIAS		
			ENERGIA CONSUMIDA [kWh]	CUSTO DA ENERGIA [R\$]	VPL [R\$]	ENERGIA CONSUMIDA [kWh]	CUSTO DA ENERGIA [R\$]	VPL [R\$]
W22 PLUS	95,2%	R\$ 24.484,67	241.210	R\$ 57.922	R\$ 0	633.176	R\$ 152.045	R\$ 0
W22 PREMIUM	95,8%	R\$ 31.096,00	239.699	R\$ 57.559	R\$ 68.684	629.211	R\$ 151.092	R\$ 230.823
W22 SUPER PREMIUM	96,5%	R\$ 38.705,33	237.961	R\$ 57.141	R\$ 175.914	624.647	R\$ 149.996	R\$ 524.672

7. CONCLUSÕES

Como resultado das análises acima desenvolvidas, conclui-se que a utilização do motor de alto rendimento modelo super premium (motor 3) é financeira e economicamente viável em substituição ao motor plus (motor 1) uma vez que, pela análise do método do valor presente líquido esta hipótese é confirmada através de um resultado positivo de R\$ 175.913,52 para regime de 8 horas diárias e R\$ 524.671,55 para um regime de 21 horas diárias.

Quanto ao motor premium (motor 2), também é possível concluir que sua substituição em relação ao motor plus (motor 1) é viável, tendo como VPL o resultado positivo de R\$ 68.683,93 para regime de 8 horas diárias e R\$ 230.823,21 para um regime de 21 horas diárias.

Como a metodologia do Valor Presente Líquido considera que, quanto maior o seu resultado, melhor é a opção considerada, entende-se que a aplicação do motor super premium (motor 3) apresenta melhores resultados do que a opção pelo motor premium (motor 2) em ambos os regimes de operação.

Portanto, para as situações estudadas, a recomendação que representa a melhor opção do ponto de vista técnico, econômico e financeiro é a substituição do motor standard, modelo plus (motor 1) pelo motor de alto rendimento, modelo super premium (motor 3).

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Resumidamente, podemos dizer que a substituição de um motor standard de 150cv é viável quando opta-se por outro motor de maior rendimento, de mesma potência, mantendo-se as mesmas condições de operação. Tal situação, inclusive, deve ser incentivada uma vez que contribui para a eficiência energética de que a sociedade atual tanto necessita além de reduzir custos para as indústrias e também contribuir para a preservação do meio ambiente, uma vez que a economia energética proporciona a redução da geração de gás carbônico e outros poluentes.

Cabe ressaltar também que os governos estão, a cada dia, incentivando processos de eficientização energética, principalmente através de linhas de financiamento e desonerações fiscais.

Este trabalho abrange apenas uma marca de motores, porém, o fabricante referenciado é, na atualidade, o maior fabricante de motores elétricos da América Latina.

Quanto a escolha dos modelos, optou-se pelos modelos disponíveis no mercado comum. A opção por não fazer a comparação com modelos do tipo “*magnet*” deve-se ao fato de sua disponibilidade no mercado ser sensivelmente menor do que os modelos escolhidos e também pelo seu preço de venda ainda ser relativamente alto.

Outro fator que influencia na relevância dos resultados obtidos é o fato de que com a utilização de motores de maior rendimento, estaremos também contribuindo para a redução de emissões de gases do efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono.

Como sugestão para trabalhos futuros, fica a ideia de incluir nesta análise as variáveis de operação, ou seja, métodos de partida, quantidade de acionamento e etc.

9. REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, **Balanco Energético Nacional - BEN 2014**, Brasília, DF, 2014.

ELETROBRÁS, PROCEL & CEPEL, **Guia Técnico Motor de Alto Rendimento**, agosto de 1998.

FITZGERALD, A. E. **Máquinas Elétricas**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2006. 648 p.

KUMAR, Mahesh. **Power Quality in Power Distribution Systems**. Indian Institute of Technology Madras, Chennai, 2013.

ANEEL, **Relatório do Sistema de Apoio a Decisão**, 2014.

[http://relatorios.aneel.gov.br/ layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampRegCC.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1](http://relatorios.aneel.gov.br/layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampRegCC.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1). Acessado em 29 de Novembro de 2014.

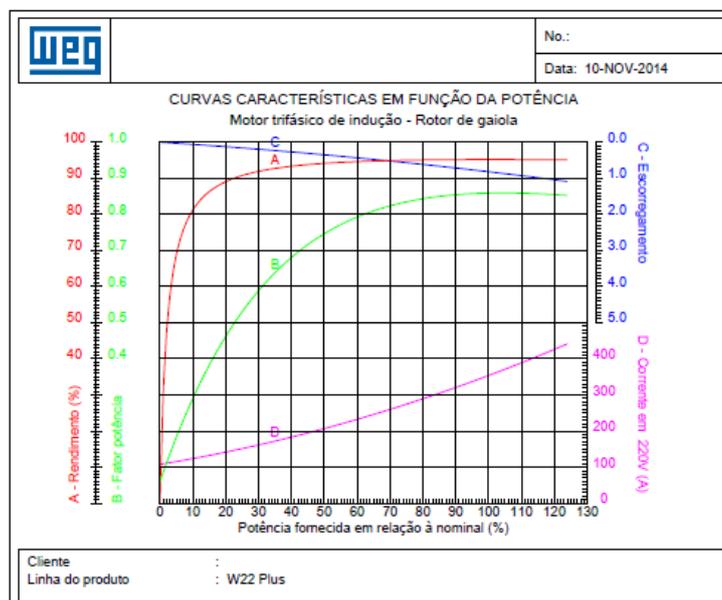
PEREIRA, Luís Alberto. **Análise Econômica da Aplicação de Motores de Indução de Alto Rendimento**. Porto Alegre: PUCRS, 2014.

ELETROBRÁS, PROCEL EDUCAÇÃO. **Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações**. Itajubá, 2006.

ANEXO A

Folha de dados e curva característica do motor marca WEG, modelo W22 PLUS.

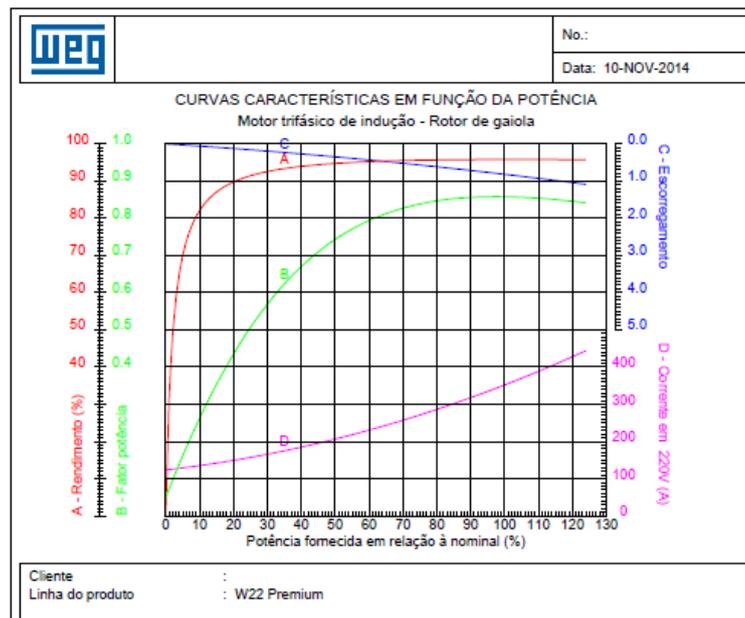
		No.:			
		Data: 10-NOV-2014			
FOLHA DE DADOS Motor trifásico de indução - Rotor de gaiola					
Cliente	:				
Linha do produto	:	W22 Plus			
Carcaça	:	280S/M			
Potência	:	150 HP			
Frequência	:	60 Hz			
Polos	:	4			
Rotação nominal	:	1785			
Escorregamento	:	0,83 %			
Tensão nominal	:	220/380/440 V			
Corrente nominal	:	352/204/176 A			
Corrente de partida	:	2570/1490/1280 A			
Ip/In	:	7,3			
Corrente a vazio	:	108/62,5/54,0 A			
Conjugado nominal	:	589 Nm			
Conjugado de partida	:	210 %			
Conjugado máximo	:	260 %			
Categoria	:	N			
Classe de isolamento	:	F			
Elevação de temperatura	:	80 K			
Tempo de rotor bloqueado	:	18 s (quente)			
Fator de serviço	:	1,15			
Regime de serviço	:	S1			
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C			
Altitude	:	1000			
Proteção	:	IPW55			
Massa aproximada	:	684 kg			
Momento de inércia	:	1,8747 kgm ²			
Nível de ruído	:	73 dB(A)			
Rolamento	Dianteiro	Traseiro	Carga	Fator potência	Rendimento (%)
	6316 C3	6316 C3	100%	0,86	96,2
	Intervalo de lubrificação	10000 h	75%	0,83	94,8
	Quantidade de graxa	34 g	50%	0,76	94,3



ANEXO B

Folha de dados e curva característica do motor marca WEG, modelo W22 PREMIUM.

																					
	No.:																				
	Data: 10-NOV-2014																				
FOLHA DE DADOS Motor trifásico de indução - Rotor de gaiola																					
Cliente : Linha do produto : W22 Premium																					
Carcaça : 280S/M Potência : 150 HP Frequência : 60 Hz Polos : 4 Rotação nominal : 1785 Escorregamento : 0,83 % Tensão nominal : 220/380/440 V Corrente nominal : 350/203/175 A Corrente de partida : 2770/1600/1380 A Ip/In : 7,9 Corrente a vazio : 124/71,8/62,0 A Conjugado nominal : 589 Nm Conjugado de partida : 240 % Conjugado máximo : 290 % Categoria : N Classe de isolamento : F Elevação de temperatura : 80 K Tempo de rotor bloqueado : 20 s (quente) Fator de serviço : 1,25 Regime de serviço : S1 Temperatura ambiente : -20°C - +40°C Altitude : 1000 Proteção : IPW55 Massa aproximada : 753 kg Momento de inércia : 2,3315 kgm² Nível de ruído : 73 dB(A)																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Dianteiro</td> <td style="width: 33%;">Traseiro</td> <td style="width: 33%;">Carga</td> <td style="width: 16.5%;">Fator potência</td> <td style="width: 16.5%;">Rendimento (%)</td> </tr> <tr> <td>6316 C3</td> <td>6316 C3</td> <td>100%</td> <td>0,86</td> <td>96,8</td> </tr> <tr> <td>Intervalo de lubrificação</td> <td>10000 h</td> <td>75%</td> <td>0,83</td> <td>96,5</td> </tr> <tr> <td>Quantidade de graxa</td> <td>34 g</td> <td>50%</td> <td>0,75</td> <td>94,8</td> </tr> </table>	Dianteiro	Traseiro	Carga	Fator potência	Rendimento (%)	6316 C3	6316 C3	100%	0,86	96,8	Intervalo de lubrificação	10000 h	75%	0,83	96,5	Quantidade de graxa	34 g	50%	0,75	94,8
Dianteiro	Traseiro	Carga	Fator potência	Rendimento (%)																	
6316 C3	6316 C3	100%	0,86	96,8																	
Intervalo de lubrificação	10000 h	75%	0,83	96,5																	
Quantidade de graxa	34 g	50%	0,75	94,8																	



ANEXO C

Folha de dados e curva característica do motor marca WEG, modelo W22
SUPER PREMIUM.

		No.:
		Data: 10-NOV-2014
FOLHA DE DADOS Motor trifásico de indução - Rotor de gaiola		
Cliente	:	
Linha do produto	:	W22 Super Premium
Carcaça	:	280S/M
Potência	:	150 HP
Frequência	:	60 Hz
Polos	:	4
Rotação nominal	:	1785
Escoregamento	:	0,83 %
Tensão nominal	:	220/380/440 V
Corrente nominal	:	356/206/178 A
Corrente de partida	:	3170/1830/1580 A
Ip/In	:	8,9
Corrente a vazio	:	148/85,9/74,2 A
Conjugado nominal	:	589 Nm
Conjugado de partida	:	250 %
Conjugado máximo	:	300 %
Categoria	:	N
Classe de isolamento	:	F
Elevação de temperatura	:	80 K
Tempo de rotor bloqueado	:	30 s (quente)
Fator de serviço	:	1,25
Regime de serviço	:	S1
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C
Altitude	:	1000
Proteção	:	IPW55
Massa aproximada	:	885 kg
Momento de inércia	:	3,3083 kgm ²
Nível de ruído	:	72 dB(A)

	Dianteiro	Traseiro	Carga	Fator potência	Rendimento (%)
Rolamento	6316 C3	6316 C3	100%	0,84	96,6
Intervalo de lubrificação	10000 h	10000 h	75%	0,79	96,2
Quantidade de graxa	34 g	34 g	50%	0,68	95,4

