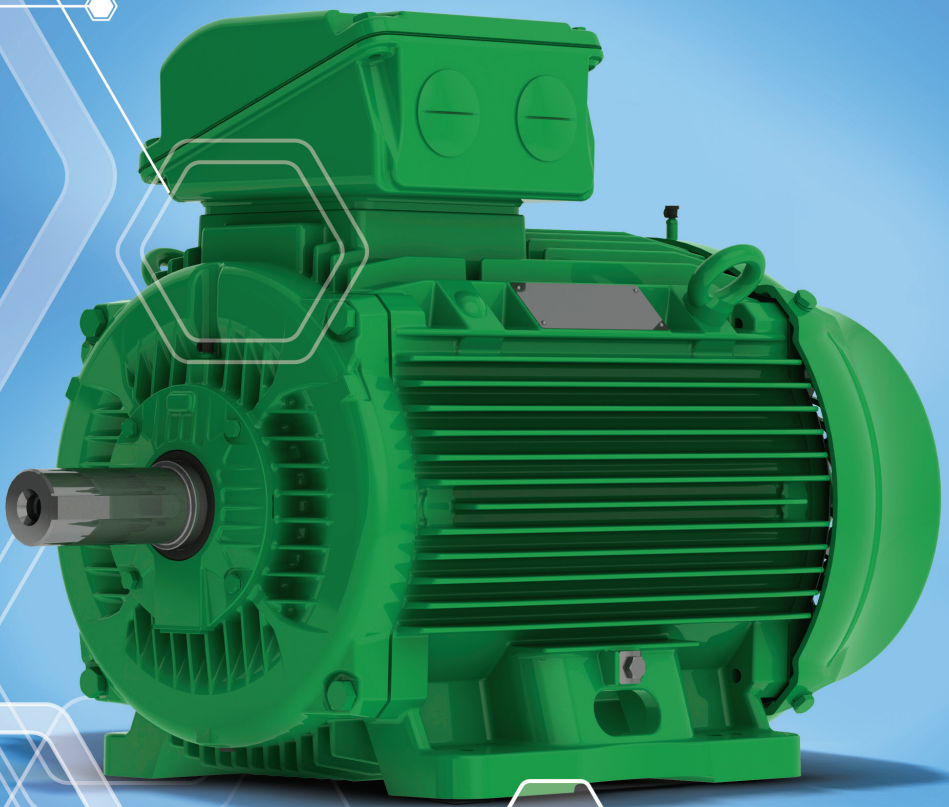
CARTILHA DE ORIENTAÇÃO
PARA O USUÁRIO

DE MOTORES RECONDICIONADOS



CARTILHA DE ORIENTAÇÃO
PARA O USUÁRIO

DE MOTORES RECONDICIONADOS

PUC
RIO

Cu
International Copper
Association Brazil
Copper Alliance

FICHA TÉCNICA

Coordenação:

Prof. Reinaldo Castro Souza, Ph.D
Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Rodrigo Flora Calili, D.Sc.
Programa de Pós-Graduação em Metrologia

Equipe:

Rodrigo Santos Vieira
Wesley Fagundes

Apoio Institucional:

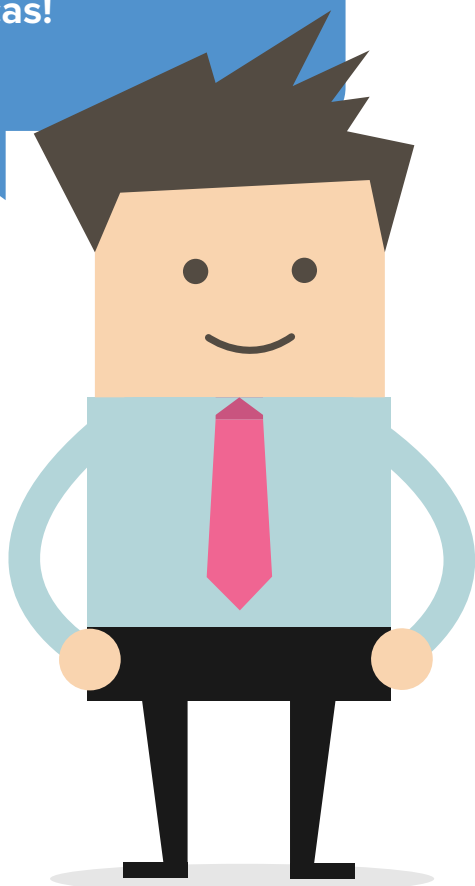
Grupo de Trabalho de Motores Recondicionados – Ministério de Minas e Energia:

Este material foi concebido no âmbito do projeto “Pesquisa Mercadológica sobre Motores Recondicionados: uma proposta para o órgão regulador” encomendado pela International Copper Association – no Brasil representada pelo Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre.

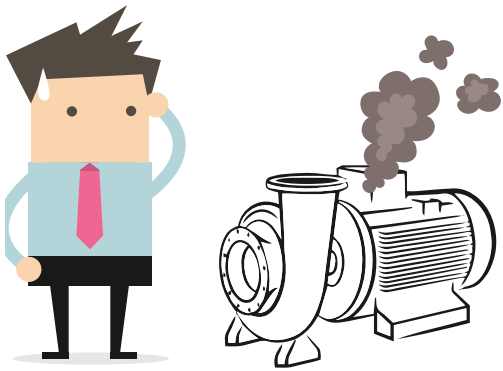
Maio de 2019

Oi pessoal, a gente sabe que sempre bate uma dúvida quando o motor quebra e temos que decidir entre rebobinar ou comprar um novo, por isso criamos uma cartilha bem prática para ajudar você a decidir com segurança.

Aproveite nossas dicas!



MEU MOTOR ELÉTRICO QUEIMOU E AGORA O QUE FAÇO?



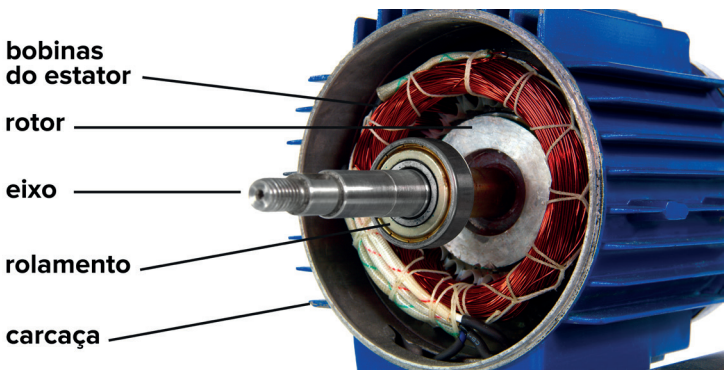
Essa cartilha vai tratar do desafio de escolher entre o recondicionamento de motores e a compra de motores novos na reposição de um equipamento danificado. O objetivo principal é explicar o recondicionamento: o que é, suas vantagens e desvantagens e como contratar um serviço de qualidade.

O QUE É UM MOTOR ELÉTRICO?

Motor elétrico é um equipamento que quando ligado à rede transforma energia elétrica em energia mecânica, que é transmitida pela rotação do eixo.

O motor é composto basicamente dos seguintes componentes:

- **Rotor de alumínio** – está ligado ao eixo que transmite a energia mecânica.
- **Estator** – está fixado na parte interna da carcaça e contém duas peças principais: as bobinas, que são conjuntos de enrolamentos de um fino condutor de eletricidade (isolados por verniz uns dos outros), que geram os campos magnéticos do motor; e o núcleo, conjunto de chapas metálicas que serve de estrutura de fixação das bobinas e que promove a intensificação e o direcionamento dos campos magnéticos gerados.
- **Ventilador** – sua função é auxiliar a troca térmica do motor e, assim, resfriá-lo.
- **Rolamentos** – permitem que o eixo gire livremente com relação à carcaça, apresentando baixo atrito e pouco desgaste.



A quantidade de carga que um motor suporta é dada pela sua potência mecânica, enquanto o consumo de energia é relacionado à sua potência elétrica. Na transformação de energia (elétrica) em outra forma de energia (mecânica), sempre há uma perda.

Essa perda de energia pode ser estimada pelos dados da placa do motor, por meio do rendimento do motor (η). Assim, quanto maior for o rendimento, maior sua eficiência. A conversão de energias é calculada pela seguinte fórmula:

$$P_{ele} = \frac{P_{mec}}{\eta}$$

Sendo a potência elétrica, a potência mecânica e o rendimento informado nos dados nominais do motor contidos na placa de identificação. Já a perda de energia elétrica pode ser expressa como:

$$Perda = (1-\eta)\, P_{ele}$$

A potência mecânica pode ser expressa na placa nominal em hp (Horse Power) ou em cv (Cavalo Vapor) e a conversão para kilowatt (kW), unidade comum de se trabalhar, é calculada por:

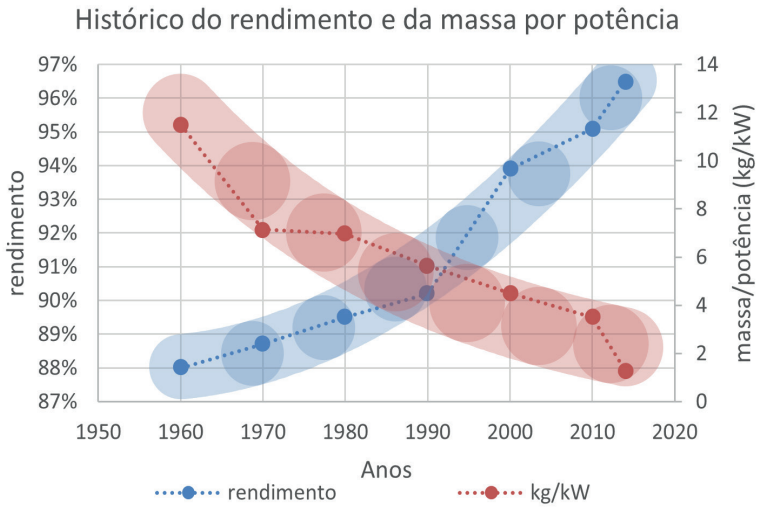
$$P_{mec}\,(kW) = 0{,}746 \times P_{mec}\,(hp) \quad \text{ou}$$
$$P_{mec}\,(kW) = 0{,}736 \times P_{mec}\,(cv)$$

O QUE É EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM MOTOR?

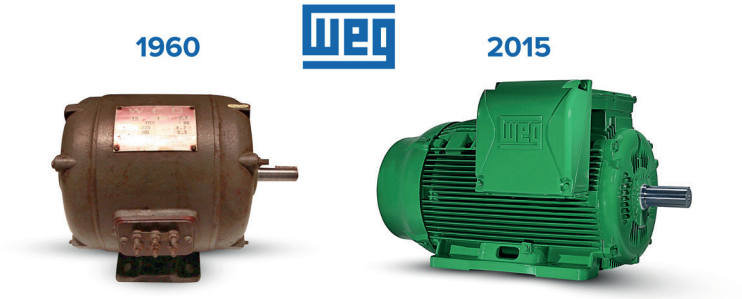
O conceito de eficiência energética pode ser assim definido: é a menor quantidade de energia necessária para se realizar uma determinada tarefa.

No motor elétrico, a eficiência energética é expressa pelo "**rendimento**", que é informado na placa que está fixada ao motor, catálogos ou nos datasheets disponibilizados pelos fabricantes. Quanto mais o rendimento for próximo de 1 (ou 100 %), maior a eficiência do motor.

Ao longo dos anos as formas de construção dos motores se modificaram e evoluíram bastante. No gráfico e tabela a seguir é possível verificar o aumento do rendimento desses motores ao longo dos anos.



Fabricação	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014
Rendimento	88 %	88,7 %	90 %	90,2 %	93,9 %	95,1 %	96,5 %
Peso/ potência	11,5 kg/kW	7,15 kg/kW	6,97 kg/kW	5,65 kg/kW	4,5 kg/kW	3,5 kg/kW	1,3 kg/kW



Assim, quanto mais recente for o modelo do motor, menos energia elétrica ele consumirá para realizar a mesma tarefa de um antigo.

No mercado atual brasileiro há 2 tipos principais de motores, classificados segundo seus níveis de eficiência: de alto rendimento (IR2) e premium (IR3).

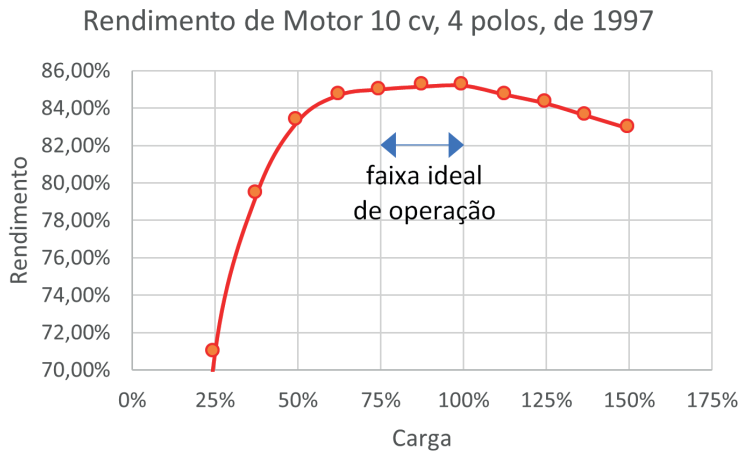
A partir da publicação da Portaria Interministerial nº 553 de 2005, não foi mais permitida a comercialização de motores da classe padrão (IR1) nas aplicações explicitadas pela portaria.

Posteriormente, com a aplicação da Portaria Interministerial Nº1 de 2017, a partir de agosto de 2019, somente motores (IR3) poderão ser comercializados para o mesmo tipo de aplicação apresentada na Portaria 553.

Como exemplo, um motor de 10 cv, de 2 polos, teria as seguintes eficiências mínimas:

- IR1 – 87,5 % (DECRETO Nº 4.508, DE 11/12/2002);
- IR2 – 89,5 % (PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 553, DE 8/12/2005);
- IR3 – 90,2 % (PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 1, DE 29/07/2017).

Outro ponto importante sobre eficiência energética em um motor é a quantidade de carga à qual ele é submetido. Todos os motores são construídos para terem seu maior desempenho quando estão carregados com 75 a 100 % da sua potência nominal. Quando há carregamentos muito abaixo ou muito acima desses valores a queda no rendimento do motor costuma ser muito significativa, conforme mostra o gráfico a seguir.



Portanto, antes de comprar um motor, certifique-se que a carga a que este equipamento estará submetido é condizente com sua potência, para que o motor trabalhe em sua máxima eficiência.

COMO É O CONSUMO DOS MOTORES NO BRASIL?

Hoje se estima que 27,5 % [1] do uso total de energia elétrica no Brasil são consumidos por equipamentos que utilizam motores industriais.

O consumo pode ser ainda maior porque há de se somar a quantidade de energia consumida pelos equipamentos que utilizam motores do setor comercial e residencial, cujo cálculo não é realizado devido à complexidade de se realizar uma estimativa.

Por conta do seu consumo expressivo, governos no mundo todo lançam programas de eficiência energética específicos para motores, para que diminuam a sua parcela de consumo na matriz energética. No Brasil, a Lei Nº 10.295, de 17/10/2001, conhecida como Lei de Eficiência Energética, e o Decreto Nº 4.508, de 11/12/2002, definiram os índices mínimos dos motores comercializados, permitindo a venda somente de motores IR1 (padrão) e IR2 (alto rendimento). A Portaria Interministerial Nº 553, de 08/12/2005, instituiu que, a partir de dezembro de 2009, somente motores IR2 poderiam ser vendidos, mantendo os índices mínimos dos motores IR2 que vigoravam desde 2002.

Para atualizar e tornar o parque de motores brasileiro cada vez mais eficiente foi publicada, em 29/06/2017, a Portaria Interministerial Nº 1, que determinou que a partir do segundo semestre de 2019 todos os motores vendidos em território nacional, inclusive os que são vendidos como motores recondicionados de “segunda mão” deverão sair das fábricas e recondicionadoras com eficiência equivalente a um motor IR3 (premium). Não está incluído nessa nova regra, o serviço de recondicionamento de motores, que se caracteriza quando o cliente leva o seu motor antigo com defeito para uma reparadora de motores e recebe este equipamento de volta consertado.

QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS DEFEITOS QUE LEVAM UM MOTOR ELÉTRICO A PARAR DE FUNCIONAR?

Aproximadamente 70 % das vezes em que um motor para de funcionar são ocasionadas por falhas mecânicas [2]. Uma delas ocorre nos rolamentos do motor, pois, em muitos casos, a manutenção com a lubrificação ou troca do rolamento não é realizada adequadamente. Isto pode causar um bloqueio do rotor, acarretando num superaquecimento da máquina e, por fim, a queima dos enrolamentos.

A quebra de peças da ventilação, problemas no alinhamento e, com uma menor chance, a quebra de eixo por não fixação dos motores à base, também são fontes de falhas, podendo ocasionar a quebra de peças mecânicas e desgastes no isolamento das bobinas.

Outro importante fator é a manutenção da carga com a qual o motor trabalha, pois, quebras, más manutenções e sobrecargas que ocorrem nessas cargas, aliadas à incorreta instalação elétrica (como a falta de equipamentos de proteção e ajustes), prejudicam e levam o motor a superaquecer, chegando, muitas vezes, a provocar a queima do equipamento.

Além disso, o acúmulo excessivo de sujeira nos motores também pode causar superaquecimento no motor e, por consequência, a queima das bobinas.

O QUE É O RECONDICIONAMENTO DO MOTOR?

Recondicionar um motor elétrico significa levar esse motor a uma empresa especializada para fazer a manutenção ou reconstrução do equipamento.

Muitas vezes, estas empresas não têm os conhecimentos/ equipamentos necessários para realizarem um bom recondicionamento do motor. Assim, toda vez que o motor é totalmente aberto para trocar peças, os especialistas consideram que foi realizado um recondicionamento.

As empresas de recondicionamento costumam receber motores queimados e fazer troca de rolamentos, rebobinar o motor (que é a troca de toda a bobina interna de condutor de cobre do motor), troca do ventilador, entre outros ajustes necessários.

Essa manutenção deve ser muito bem-feita, pois o motor é delicado e qualquer procedimento errado pode prejudicar o equipamento. Vale ressaltar ainda que, mesmo a melhor recondicionadora de motores não consegue realizar um trabalho com a mesma qualidade de uma indústria e entregar o motor com o mesmo desempenho com que ele saiu de fábrica. Porque o motor queimado foi submetido a sobreaquecimentos e desgastes mecânicos que já estressaram os diversos tipos de materiais presentes na máquina, reduzindo definitivamente a eficiência do motor.

Assim, espera-se que haja sempre perda de rendimento do motor no processo de recondicionamento, o que faz aumentar o consumo de energia desta máquina. Portanto, é imprescindível saber comparar a relação custo-benefício entre mandar recondicionar o motor antigo e comprar um novo. Também é de extrema importância, quando se optar pelo recondicionamento, escolher uma empresa recondicionadora que tenha serviços de qualidade, além de usar peças de reposição de bons fabricantes e preferencialmente originais, para que a perda no processo de recondicionamento seja a mínima possível.

Segundo estudo realizado pela PUC-Rio [1], foi estimado que, devido à adoção de alguns processos equivocados no recondicionamento, o Brasil acumulou uma perda de energia anual de 8,43 TW h, por conta do uso de motores mal recondicionados. Este consumo é equivalente ao gerado por 4,5 milhões de residências, considerando a média do consumo residencial de 157 kW h/mês [8]. Com isso, pode-se ter ideia de como é importante essa decisão sobre comprar um motor novo ou mandar recondicioná-lo, e, também a de escolher a melhor empresa recondicionadora de motores para fazer o reparo.

RECONDICIONAMENTO X MOTOR NOVO, RECONDICIONAR OU COMPRAR UM MOTOR NOVO?

Prefira comprar um motor novo em caso de falha grave do motor. Diversos fabricantes oferecem descontos de 5 a 15 % na compra de um motor novo, se o comprador levar o motor com defeito ao representante de venda.

Todavia, dependendo dos custos de um motor novo, a opção de recondicionamento do motor pode ser válida, desde que sejam tomadas precauções na hora de contratar o serviço de recondicionamento, as quais serão abordadas mais à frente.

Se o motor falhar antes de 2 anos de uso, é importante analisar quais foram as fontes de problemas (sobrecarga do motor, problemas na carga, falta de proteção elétrica para os motores, ambiente inadequado para o motor, falta de manutenção preventiva, etc.) pois, se a causa do problema não for corrigida, qualquer outro motor novo, idêntico, fixado ao local irá falhar também.

Caso não possa comprar um motor novo, a primeira dica é: observe o preço de um novo e o preço do serviço de recondicionamento. Se o conserto do antigo for maior do que 50 % do preço de um novo, geralmente a opção de comprar um motor novo se torna economicamente mais viável, ainda mais com diversas opções de financiamento no mercado.

Caso o conserto seja menor que 50 % do preço de um motor novo, é preciso ainda comparar o consumo de energia do motor novo e o do motor reparado, ao longo dos anos, para verificar qual das opções é economicamente mais vantajosa.

Em todos os casos, o cálculo do custo-benefício é o melhor método para avaliar qual das opções de reposição do motor é a melhor para o seu bolso.

COMO SABER QUAL DAS OPÇÕES É A MAIS ECONOMICAMENTE VANTAJOSA?

Para se calcular o custo-benefício da compra de um motor novo ou do recondicionamento, pode-se utilizar a estimativa de que a perda de eficiência no rendimento (η) do motor é de aproximadamente 2 % a cada recondicionamento realizado [2]. Logo, a potência de um motor antigo que será recondicionado pode ser dada por:

$$P_{ele} = \frac{P_{mec}}{\eta \times (1 - 0{,}02)^{N}}$$

Sendo, a potência elétrica consumida, a potência mecânica exigida, o rendimento nominal do motor e o número de vezes que o motor foi recondicionado.

Como exemplo, pode-se usar um motor padrão (IR1) de 10 cv, 2 polos, que fica ligado durante 12 horas por dia útil, acumulando 3.000 horas por ano de trabalho, com rendimento de 87,5 % (informado na placa de identificação), anteriormente recondicionado 2 vezes, partindo para o terceiro recondicionamento após queima e funcionando com carga a 100 %. A potência elétrica do motor será:

$$P_{ele_{ant}}(kW) = \frac{10_{cv} \times 0{,}736}{87{,}5\ \% \times (1\text{-}0{,}02)^3} = 8{,}937\ kW$$

Comprando um motor novo IR3 (premium), o rendimento é de 90,2 %, e não teria nenhum número de recondicionamento anterior. Desta forma, a potência elétrica seria:

$$P_{ele_{novo}}(kW) = \frac{10_{cv} \times 0{,}736}{90{,}2 \times (1\text{-}0{,}02)} = 8{,}160\ kW$$

Ou seja, recondicionar o motor antigo resultará em um aumento de 9,5 % na potência elétrica consumida pelo motor, para fornecer a mesma potência mecânica.

Multiplicando a potência pelo número de horas ligado, encontra-se o consumo elétrico. Desta forma:

$$Consumo\left(\frac{kWh}{ano}\right) = P_{ele}\ (kW) \times tempo(h/ano)$$

$$ConsumoAntigo\left(\frac{kWh}{ano}\right) = 8{,}937 \times 3.000 = 26.811\ kWh$$

$$ConsumoNovo\left(\frac{kWh}{ano}\right) = 8{,}160 \times 3.000 = 24.480\ kWh$$

Uma diferença de 2.331 kW h a mais de consumo por ano.

Utilizando a tarifa média de 0,54 R$/kWh para as indústrias, informada pelo BEN no ano de 2017, ano de referência de 2016, a economia em reais por ano de um motor novo seria:

$$\text{Economia}_{ano} = \text{Diferença} \times \text{tarifa}$$

$$\text{Economia}_{ano} = 2.331\ \text{kWh} \times 0{,}54\ \text{R\$/kWh} = \text{R\$}\ 1.258{,}74$$

Portanto, para calcular em quanto tempo o investimento em um motor novo retornará (Payback simples), será necessário utilizar o preço do motor novo (neste caso será usado R$ 3.505,91 [15]), o preço do serviço de recondicionamento que será evitado com a compra (será usado o valor de R$ 854,45 [15]) e a economia de energia por ano, em reais, proporcionada pelo uso do motor novo, calculada anteriormente (R$ 1.258,74), conforme os cálculos a seguir.

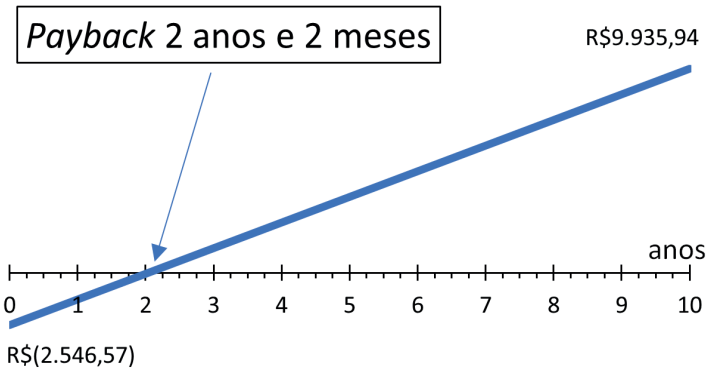
$$\text{Payback} = \frac{\text{Preço}_{MotorNovo} - \text{Preço}_{RecondEvitado}}{\text{Economia}_{ano}}$$

$$\text{Payback} = \frac{\text{R\$ 3.505,91 - R\$ 854,45}}{\text{R\$ 1.258,74}} = 2{,}106$$

$$= 2\ \text{anos e}\ 2\ \text{meses}$$

Se for considerado um plano de troca com o fabricante, esse valor de retorno será inferior a 2 anos.

Em 10 anos, se forem feitas as devidas manutenções, esse motor novo poderá retornar quase R$ 10.000,00 em economia para o seu proprietário.



QUAIS QUESITOS DA EMPRESA DE RECONDICIONAMENTO EU TENHO QUE OBSERVAR, PARA QUE EU RECEBA UM SERVIÇO DE QUALIDADE?

Tente encontrar empresas credenciadas pelo fabricante do motor a ser reparado, pois o trabalho destas empresas é de melhor qualidade, por conta da fiscalização recorrente dos fabricantes.

Mas cuidado! Há muitas empresas no mercado que se divulgam como credenciadas, mas que não são. Certifique-se junto ao fabricante do seu motor quais são as verdadeiramente credenciadas.

Nunca compre motores recondicionados ou motores de "segunda mão", pois estes já são motores usados, deteriorados e com seu histórico de recondicionamento desconhecido. O custo de investimento nestes motores pode ser baixo, mas o alto consumo de energia poderá aumentar demais sua conta de energia. É o barato que sairá muito caro!

Desconfie de empresas que dão menos de 3 meses de garantia! Geralmente as empresas que não garantem seu serviço (por períodos mais longos), fazem o recondicionamento do motor com pouco cuidado, podendo o equipamento falhar logo após o término do período de garantia.

Desconfie de empresas que prometem a entrega do motor reparado em menos de 3 dias! Tempo de recondicionamento abaixo de 3 dias significa, na maioria das vezes, que a empresa de reparo não fez todo o serviço de forma correta, levando em consideração todas as etapas requeridas do processo para o recondicionamento adequado do motor. Essa atitude das empresas reparadoras demonstra falta de cuidado no processo, podendo levar a falhas prematuras do motor.

Não permita de forma alguma que a empresa reparadora rebobine seu motor com condutor de alumínio, se o motor veio de fábrica com condutor de cobre! A queda do rendimento do motor é muito alta quando esta prática é adotada.

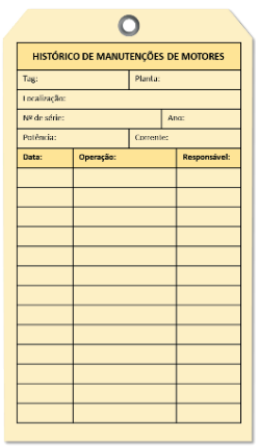
Sempre opte por adquirir peças originais ou de “primeira linha” ao reparar o seu motor, principalmente os rolamentos e a ventoinha, pois elas serão garantia de maior eficiência de funcionamento.

QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO RECONDICIONAMENTO MAL REALIZADO?

- Uso de peças não originais e alterações do tamanho das peças de reposição;

- Rebobinamento incorreto, alterando a quantidade de condutores usados e, o padrão de montagem das bobinas;
- O uso de alumínio nos motores que originalmente usam cobre nas bobinas;
- Alinhamento incorreto do eixo do motor durante a remontagem;
- Deterioração do núcleo pela utilização de métodos agressivos para a retirada do cobre, como o uso de maçarico e de talhadeira;
- Reparo de motores com base de fixação já danificada;
- Não tratamento da cobertura externa do motor, limpeza e pintura com tinta e esmaltes de proteção;
- Excesso de lubrificação dos rolamentos.

QUAIS SÃO AS RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAR MEU EQUIPAMENTO SEMPRE COM O MAIOR RENDIMENTO POSSÍVEL?



HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES DE MOTORES

Tag:	Planta:
Localização:	
Nº de série:	Ano:
Potência:	Corrente:

Data:	Operação:	Responsável:

Criar uma etiqueta e fixá-la ao motor, anotando o histórico de queimas, recondicionamentos, reparos, manutenções (preditiva, preventivas e corretivas), medições, etc.

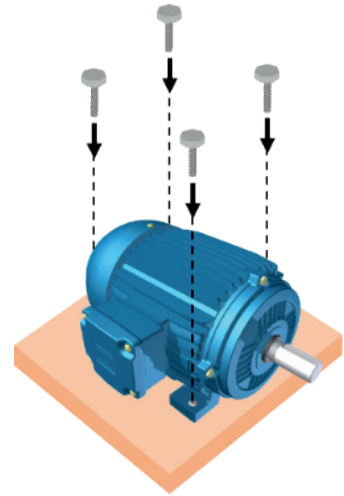
Ler os manuais dos motores e suas placas identificação com dados nominais para conhecer os mínimos parâmetros de manutenção.

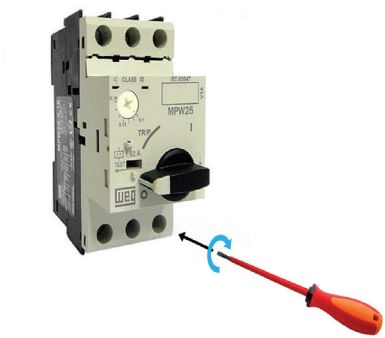
Fixar o motor com parafusos na base sem comprometer o alinhamento da carga.

Fazer o engraxamento do rolamento a cada 6 meses, segundo os lubrificantes indicados na placa de identificação do motor.

Fazer limpeza da carcaça, pelo menos a cada 6 meses.

Fazer a correta especificação e calibragem do sistema de proteção do motor.





Fazer medições elétricas a cada 6 meses e ficar atento a qualquer aumento de corrente.

Fazer reaperto de parafusos dos componentes elétricos e mecânicos e checagem da parte elétrica a cada ano.

Fazer testes de carregamento do motor, tentando adequá-lo à carga mecânica exigida. Para esta atividade, utilize o BD Motor, disponível no site do PROCEL (www.procelinfo.com.br)[7].

Perdas por recondicionamento mal realizado[1]

Em 2016, no Brasil, foram enviados para o recondicionamento cerca de 4,6 milhões de motores elétricos trifásicos de indução. Verificou-se que a maioria das empresas recondicionadoras do país (86 %) é de pequeno porte (com até 4 funcionários) e que elas não conseguem realizar todas as técnicas necessárias para um bom recondicionamento.

Foi constatado, também, que há intensa prática no mercado de venda de motores de segunda mão recondicionados, oriundos de carcaça de motores que foram descartados como sucata, e inúmeros envios pelo consumidor para o recondicionamento do mesmo motor.

Estimou-se um acréscimo de energia de 7,2 % causado por essas práticas das indústrias, acarretando ao país uma perda de 2,60 TWh com os motores recondicionados em 2016. Isso impacta em 1,4 bilhões de reais de acréscimo nos custos para os usuários industriais[2].

Como o parque fabril brasileiro tem seus motores com idade média de 17 anos, provavelmente a maioria dos motores existentes no país passou por algum tipo de recondicionamento, aumentando a longevidade. Dessa forma, para todos os motores industriais trifásicos de indução brasileiros, foi estimada uma perda de 8,43 TWh por ano pelo mau recondicionamento.

Essa energia desperdiçada é equivalente a 1,8 vezes a produção de energia elétrica da usina Angra 1, ou ao reabastecimento de 4,5 milhões de carros elétricos[3], ou ao abastecimento de 4,5 milhões de residências brasileiras[4].

Assim, é de grande importância escolher uma empresa de recondicionamento com boa qualidade de serviço, para que a perda de energia seja a menor possível, contribuindo para seu bolso e também para a eficiência energética do país.

[1] *Dados retirados da Pesquisa Mercadológica sobre Motores Recondicionados de 2019 [1].*

[2] *Custo excedente calculado cruzando a perda de energia encontrada com a tarifa média de energia para indústrias informado pelo Balanço Energético nacional 2018[8], de valor 0,54 R$/kWh.*

[3] *Considerando um carro Tesla Model S com autonomia de 539 km para cada 100 kWh de recarga e a média de 10 mil km rodados por ano pelo motorista brasileiro.*

[4] *Considerando 157 kWh de consumo mensal por residência. Dado informado no relatório Resultados Procel 2018.*

REFERÊNCIAS

[1] SOUZA, et al. Pesquisa Mercadológica sobre Motores Recondicionados. 2019.

[2] BAZURTO, A. J.; QUISPE, E. C.; MENDOZA, R. C. Causes and failures classification of industrial electric motor. Proceedings of the 2016 IEEE ANDESCON, ANDESCON 2016, 2017.

[3] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 17094-3. Máquinas elétricas girantes - Motores de Indução. Parte 1: Trifásicos - Métodos de Ensaio, 2018.

[4] EPE, Empresa de pesquisa Energética. BEN 2018 - Balanço Energético Nacional de 2018. Ano base 2017. Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 2018.

[5] EASA, Eletrical Apparatus Service Association Inc.; AEMT, Association of Electrical and Mechanical Trades. The effect of repair/rewinding on motor efficiency. EASA/AEMT Rewind Study and Good Practice To Maintain Motor Efficiency. Good Practice Guide to maintain motor efficiency, p. 1–82, 2003.

[6] ELETROBRAS, Centrais Elétricas Brasileiras S.A; PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso. Ano Base 2005. Classe Industrial - Alta Tensão - Relatório Brasil. Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 2008.

[7] PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. BDMotor. Software de banco de dados de motores presentes no Brasil, 2008.

[8] PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Resultados Procel 2018, ano base 2017, 2018.

[9] SOUZA, R. et al. Pesquisa Mercadológica sobre Motores Recondicionados - Uma proposta para o órgão regulador. 2013.

[10] WEG. Manual de Bobinagem - Motores Elétricos de Indução, 2005.

[11] WEG. Motores. Motores Elétricos - Catálogo Técnico. 2009.

[12] WEG. DT-6 - Motores elétricos assíncronos e síncronos de media tensão - especificação, características e manutenção. p. 166, 2015a.

[13] WEG. Gestão eficiente da energia elétrica - Motores Elétricos, Inversores de Frequência e Geração Solar, 2017.

[14] WEG. Datasheet do motor W22 IR3 Premium 10 CV 4P 132S 3F 380/660 V 60 Hz IC411 - TFVE - B35D WEG, 2018b.

[15] WEG. Site para cálculo de payback na substituição do motor queimado por um motor novo See+ WEG, 2018. <https://www.weg.net/see+> acesso em: 19 de outubro de 2018.

Realização:

PUC
RIO

Cu
International Copper
Association Brazil
Copper Alliance