

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FILTRO DE MANGAS

Rodrigo Augusto Neves<sup>(1)</sup>  
Leandro Ávila da Silva<sup>(2)</sup>

## RESUMO

Nas plantas industriais, o consumo de energia elétrica representa uma parcela importante nos custos de produção. Os motivos vão desde características inerentes ao projeto, até instalações sem qualidade e aplicações inadequadas.

Neste cenário, os motores elétricos têm papel determinante pelo amplo uso na indústria devido versatilidade e eficácia. Mas melhorias e inovações sempre são necessárias e devido ao grande uso de motores, cria-se uma série de oportunidades no mercado nacional para evolução e melhoria na aplicação deste equipamento.

O filtro de mangas da seção de rebarbação do departamento da Fundição I da empresa WEG Equipamentos Elétricos S.A., é um exemplo, o mesmo possui dezesseis pontos de captação de particulados, porém três pontos ficam inoperantes (em média 12h/dia) devido às variações de demanda no processo. Sendo assim, estes pontos ficam exaurindo desnecessariamente, elevando o custo operacional de todo o sistema.

Foi desenvolvido um projeto de eficiência energética para reduzir o consumo de energia elétrica e custos de manutenção, aumentando a confiabilidade do sistema de exaustão do filtro de mangas. A solução passa pela substituição do sistema tradicional, com um motor de indução acionado diretamente pela rede por um motor de ímãs permanentes acionado por inversor de frequência e de um transmissor de pressão para monitoramento do sistema de filtração.

<sup>(1)</sup>WEG Equipamentos Elétricos S.A, motores, Engenheiro Eletricista/Eletrônico.

<sup>(2)</sup>WEG Equipamentos Elétricos S.A, motores, Chefe do Departamento de Service.

## 1 INTRODUÇÃO

No presente cenário de oferta de energia, seja no Brasil ou em qualquer outro país, restrições de ordem financeira e ambiental se conjugam de modo a incrementar os custos das fontes de energia e configuram perspectivas preocupantes de descompasso entre as disponibilidades e as demandas energéticas, ampliando significativamente a importância do uso racional de energia e os motores elétricos são, normalmente, os maiores responsáveis pelo consumo energético. Trata-se de uma via relativamente pouco explorada e com interessantes possibilidades, pois em muitas plantas industriais o consumo de energia representa uma parcela importante dos custos de produção.

## 2 MOTORES ELÉTRICOS

A história do motor elétrico tem início em 1600 quando o cientista inglês William Gilbert publicou em Londres a obra intitulada De Magnete, descrevendo a força de atração magnética. Porém, o fenômeno da eletricidade estática já havia sido observado antes pelo grego Tales, em 641 a.C., ele verificou que ao friccionar uma peça de âmbar com um pano, esta adquiria a propriedade de atrair corpos leves, como pêlos, penas, cinzas, etc.

O físico dinamarquês Hans Christian Oersted, ao fazer experiências com correntes elétricas, verificou em 1820 que a agulha magnética de uma bússola era desviada de sua posição norte-sul quando esta passava perto de um condutor no qual circulava corrente elétrica. Esta observação permitiu a Oersted reconhecer a íntima relação entre o magnetismo e a eletricidade, dando assim, o primeiro passo em direção ao desenvolvimento do motor elétrico. O sapateiro inglês William Sturgeon – que paralelamente com sua profissão, estudava eletricidade nas horas de folga – baseando-se na descoberta de Oersted constatou, em 1825, que um núcleo de ferro envolto por um fio condutor elétrico transformava-se em um ímã quando se aplicava uma corrente elétrica, observando também que a força do ímã cessava tão logo a corrente fosse interrompida. Estava inventado o eletroímã, que seria de fundamental importância na construção de máquinas elétricas girantes. Já no ano de 1833, o inglês W. Ritchie inventou o comutador construindo um pequeno motor elétrico onde o núcleo de ferro enrolado girava em torno de um ímã permanente.

Desde 1833 um dos problemas dos motores era o rendimento da transformação da energia elétrica em mecânica, e portanto grandes esforços foram feitos para alcançar o objetivo de uma máquina que faça essa transformação com o menor desperdício de energia possível. Desde então, as pesquisas e desenvolvimentos concentram-se no aperfeiçoamento dos materiais condutores, magnéticos e isolantes utilizados nos motores.

No entanto a busca pela melhora do rendimento não parou e os pesquisadores estão retornando a uma idéia antiga, que é a utilização de ímãs permanentes, agora com preços mais acessíveis e ímãs mais potentes, essa construção tem se mostrado bastante atrativa já em escala industrial.

O grande diferencial é o uso dos imãs dentro do rotor, de forma que não existe a gaiola de alumínio ou cobre e, portanto não ocorre a indução de corrente e conseqüente fluxo eletromagnético pelo rotor, obtendo com isso um aquecimento do motor muito inferior à construção tradicional. Com essa configuração é possível obter rendimentos entre 95% e 97% variando de acordo com a carcaça. Isso indica que as perdas neste tipo de motor não ultrapassam 5% do total de energia absorvida da rede, assim economizando energia.

Outros fatores são influenciados por essa redução do aquecimento gerado, pois com o motor mais frio e com o pacote de chapas com menores densidades de fluxo é possível fornecer a mesma potência mecânica utilizando menos material ativo, reduzindo o tamanho da carcaça do motor. Assim, este tipo de motor contribui com a eficiência energética não apenas do usuário, mas também para toda a cadeia de produção, pois é necessária uma quantidade menor de chapas de aço e ferro fundido e essa redução estendida para toda a cadeia produtiva representa uma grande redução do impacto energético do motor em operação.

### 3 PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O sistema de exaustão do filtro de mangas da seção de rebarbação da área da Fundição I da empresa WEG Equipamentos Elétricos S.A., possui no mínimo 03 máquinas de rebarbação inoperantes (em média 12h/dia) devido às variações de demanda no processo. Desta forma, os pontos de captação referentes a estas máquinas ficam exaurindo desnecessariamente, elevando o custo operacional de todo o sistema.



Foto I - Sistema de Exaustão



Foto II - Seção de Rebarbação

Este projeto de eficiência energética foi desenvolvido para reduzir o consumo de energia elétrica no sistema de exaustão, através da aplicação de um motor de imãs permanentes acionado por inversor de frequência em substituição ao motor de indução tradicional, utilizando ainda um transmissor de pressão para o monitoramento do processo de filtração.

## 4 METODOLOGIA

Ao fechar os “dampers” dos tubos de captação das máquinas de rebarbação inoperantes, eleva-se a pressão do sistema, o transmissor de pressão capta esta elevação e controla a velocidade do motor de ímãs permanentes através do inversor de frequência, mantendo o sistema de exaustão dentro das suas características operacionais ideais, reduzindo substancialmente o consumo de energia elétrica. Este controle tornou-se possível devido ao motor de ímãs permanentes possuir torque constante em toda faixa de rotação, imprescindível para aplicações em sistemas de exaustão, uma vez que impossibilitaria a redução de velocidade, caso ocorresse uma perda de carga no sistema.

### 4.1 PASSOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO

Substituição do motor de indução tradicional pelo motor de ímãs permanentes acionado por inversor de frequência.



Foto III - Motor de Indução



Foto IV - Motor de Ímãs Permanentes

Especificação	Motor Indução	Motor Ímãs Permanentes
Potência (cv)	50	50
Rotação (rpm)	1710	1800
Tensão (V)	380	380
Ano de fabricação	2009	2009
Acoplamento	Polia/Correia	Polia/Correia
Acionamento	Partida Direta	Inversor de frequência

Tabela I – Especificação dos motores

Instalação do transmissor de pressão no sistema de exaustão.



Foto V - Transmissor de Pressão

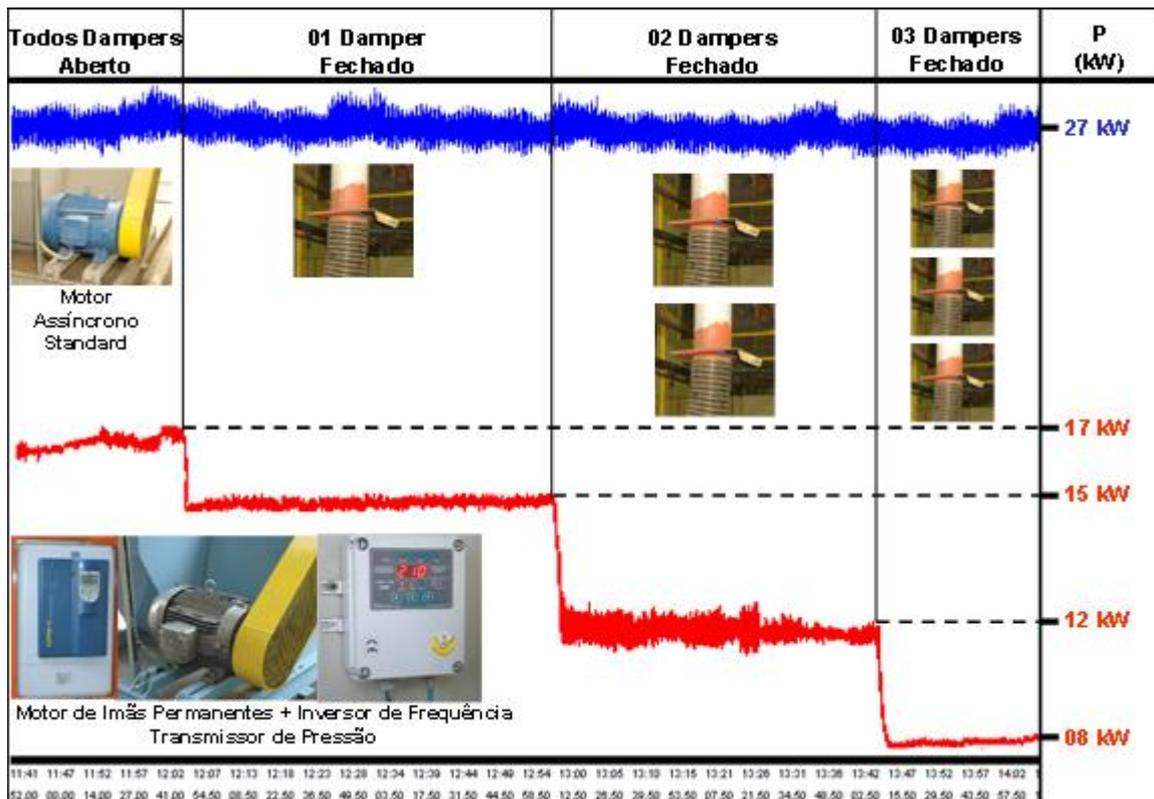
Instalação dos “dampers” nos tubos de captação das máquinas de rebarbação.



Foto VI - “Damper” do tubo de captação

## 5 MEDIÇÕES

As medições foram realizadas no motor de indução e no motor de ímãs permanentes através de um analisador de energia. Acompanhando o consumo em kW (Gráfico I), verifica-se uma redução gradativa no consumo de energia elétrica do motor de ímãs permanentes conforme o fechamento dos “dampers” dos tubos de captação das máquinas de rebarbação.



## 6 RESULTADOS

Indicadores	Motor de Indução	Motor de Ímãs Permanentes com Inversor de Frequência + Transmissor de Pressão
Custo unitário (R\$/kWh)	0,21	
Horas de operação / ano	6.456	
kWh consumido Todos "Dampers" Abertos	27	17
kWh consumido 03 "Dampers" Fechados	27	08
kWh médio consumido	27	12,5
Consumo anual (kWh)	174.312	80.700
Redução no consumo de energia (kWh/ano)	93.612	
Redução de energia elétrica (%)	53,7	
Economia de Energia (R\$/ano)	19.658,52	
Retorno sobre o Investimento (ROI)	06 Meses	

Tabela II – Resultados

## 7 CONCLUSÃO

O projeto proporcionou uma redução de 53,7% no consumo de energia elétrica e uma conseqüente redução na emissão de CO<sub>2</sub>. Isto ocorreu devido ao rendimento do motor de ímãs permanentes ser superior ao do motor de indução, acrescido ainda ao controle de velocidade.

Além da redução substancial do consumo de energia elétrica, obtém-se também ganhos com o aumento estimado da vida útil das mangas de 2 a 4 meses (devido ao menor “stress” por operação na vazão e pressão adequadas) reduzindo o custo de aquisição de novas mangas e o tempo de parada de manutenção para troca das mesmas, menor número de injeção de ar para limpeza das mangas, reduzindo o consumo de Ar comprimido, além do menor desgaste do sistema de limpeza das mangas (válvulas, conexões, etc.), redução da abrasão e condensação, evitando possíveis obstruções das tubulações, enfim, redução do custo de manutenção e operação como um todo, aumentando a confiabilidade do sistema. Tais ganhos indiretos não foram considerados no cálculo do retorno de investimento, comprovando a real viabilidade do projeto. O projeto ganha importância dada à grande aplicação deste sistema de filtração em indústrias dos mais diversos segmentos, contribuindo ainda de uma maneira geral para a redução do impacto ambiental.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nau, L., Sebastião, Influência dos materiais condutores e magnéticos no desempenho de motores elétricos e sua correlação com a qualidade de energia elétrica, WEG, Jaraguá do Sul - SC, 1999.

Jordan, Howard E., *Energy efficient electric motors and their application*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1983.

Vários autores, *Conservação de Energia: Eficiência Energética de instalações e Equipamentos*, FUPAI, Itajubá - MG, 2001.