

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR DE RAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE RIO VERDE - GO

Danilo Medeiros da Silva¹

Rafael de Oliveira Silva²

RESUMO

A eficiência energética consiste na análise adequada de equipamentos elétricos, industriais ou residenciais, tendo em vista os grandes gastos desnecessários com equipamentos que não mais têm uma eficiência adequada. A aplicação dos conceitos da eficiência energética do presente estudo pretendeu executar melhorias no processo de uma fábrica com o objetivo de melhor aproveitar a energia elétrica em equipamentos do tipo moinho de martelos na indústria, alcançando, assim, números satisfatórios de consumo de energia, e diminuindo a demanda da matriz energética. Todas as informações foram obtidas com base na utilização de dados da quantidade total dos gastos de energia em quatro motores elétricos de 350 cv de uma fábrica de ração de Rio Verde - GO no período de janeiro de 2016 a junho de 2017. Os resultados esperados foram a capacidade de reduzir os custos com energia elétrica, diminuir o consumo de energia por horas de trabalho da fábrica e, conseqüentemente, operar em condições de trabalho mais confortáveis para os equipamentos, tendo em vista que estes operam em condições de extremo esforço e de demanda de produção, indisponibilizando os equipamentos para possíveis intervenções de manutenção. A melhoria do processo apresentou resultados satisfatórios, sendo os ganhos alcançados neste estudo de grande relevância, com uma redução de 1.687.788 KW/ano e de 1.198.000 reais/ano.

Palavras-Chaves: Motores elétricos. Consumo de energia. Redução.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde, GO.

² Orientador, Especialista em Instrumentação e Controle de Processos Industriais e Mestre em Engenharia Mecânica.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério de Minas e Energia as indústrias são, hoje, 8,3% do total de consumidores da energia fornecida pela concessionária. No território nacional, as indústrias correspondem a 35% do consumo total de energia elétrica (EPE, 2013). Uma parcela considerável dos gastos de produção em uma indústria é advinda do consumo de energia elétrica com motores elétricos. O uso adequado e eficiente dessa energia deve-se fazer indispensável no planejamento das indústrias. O programa de eficiência energética tem sido frequentemente abordado, no entanto, pouco se faz a respeito de como tais programas podem reduzir os gastos e aumentar a produtividade de uma indústria.

O custo operacional de produção se torna mais barato e a indústria consegue reduzir os gastos energéticos, contribuindo com melhor aproveitamento da energia e destinação de verbas para obras de investimentos de novas instalações. No estado de Goiás, existe uma grande cadeia produtiva onde inúmera indústria podem adotar ações para o melhor aproveitamento da energia elétrica.

Além dessas vantagens para a indústria, a sociedade, de modo geral, terá uma redução dos investimentos para a construção de hidrelétricas e redes de distribuição e redução dos custos da eletricidade, redução dos preços de produtos e serviços e, maior garantia de fornecimento de energia. Hoje, uma redução de consumo de energia afeta toda a cadeia produtiva, incluindo os consumidores finais, que perceberão um reflexo positivo no preço do produto acabado.

1.1 A LEI DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A determinação da “Lei de Eficiência Energética” (Lei no 10.295 de 17 out. 2001 – BRASIL, 2001b), em votação no Congresso Nacional, iniciou em 1990 e vem estabelecer etiquetagem obrigatória no Brasil - procedimento de oportunidade para melhorar o consumo eficiente de energia. O primeiro equipamento a ser regulamentado foi o motor elétrico trifásico, por meio do Decreto 4.508, de 11 dez. 2002 (BRASIL, 2002). Esse equipamento pode chegar a consumir 32% da energia elétrica do país (MME, 2001).

Um ano após a sua constituição legal, o CGIEE aprovou o Decreto 4.508/2002, que regulamentou a eficiência energética dos motores elétricos trifásicos.

Esses motores consistem em mais de 90% da energia motriz produzida por eletricidade na indústria nacional. Geller (2003) afirma que São aplicados nos setores residencial, público, comercial e agropecuário, em bombas, sistemas de ventilação, refrigeração e ar condicionado e máquinas diversas, chegando a representar um consumo de quase um terço da energia elétrica do país.

Há muitas oportunidades e um bom potencial de conservação de energia na indústria brasileira. Geller (2003) afirma que o Brasil teve algum sucesso em aumentar a eficiência no uso da eletricidade, mas existem muitas indústrias que ainda desperdiçam energia por conta de processos industriais ineficientes e equipamentos. Por exemplo, os motores usados no Brasil são ineficientes pelos padrões internacionais, assim, são mal dimensionados e mal operados, em muitos casos.

MOTORES ELÉTRICOS

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica com baixo custo, facilidade de transporte, limpeza, simplicidade de comando, com sua construção simples, e grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

Motores de corrente contínua têm o custo muito alto e também necessitam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada comum em contínua. Podem funcionar com velocidade variável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, sua aplicação é restrita a condições especiais em que estas exigências compensam o custo muito alto da instalação e da manutenção. (Bortoni e Santos in: EFEI/PROCEL, 2001)

Motores de corrente alternada são os mais utilizados porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Um dos principais dois tipos é o motor síncrono, que funciona com velocidade fixa, ou seja, sem interferência do escorregamento; utilizado normalmente para grandes potências devido ao seu alto custo em tamanhos menores (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

A Figura 1 mostra um motor de indução que funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia com a carga mecânica aplicada ao eixo. A sua grande simplicidade, robustez e baixo custo fazem com que este seja o motor mais utilizado na indústria, sendo adequado a quase todos os tipos de máquinas acionadas encontradas na prática. Atualmente é possível o controle da velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

FIGURA 1 – Motor de corrente alternada



Fonte: WEG. Catálogo de Motores Elétricos. Jaraguá do Sul – SC, 2003. Disponível em <http://www.weg.com.br/>. Acesso em: 1.jul.2003.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS MOTORES ELÉTRICOS

O princípio de funcionamento do motor elétrico é a corrente elétrica que gera um campo magnético. Esse efeito provoca variação em relação a um condutor, em que se formam dois ímãs, um no estator e outro no rotor, cuja interação provoca o movimento do motor, realizando o trabalho de rotação e potência desejada (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

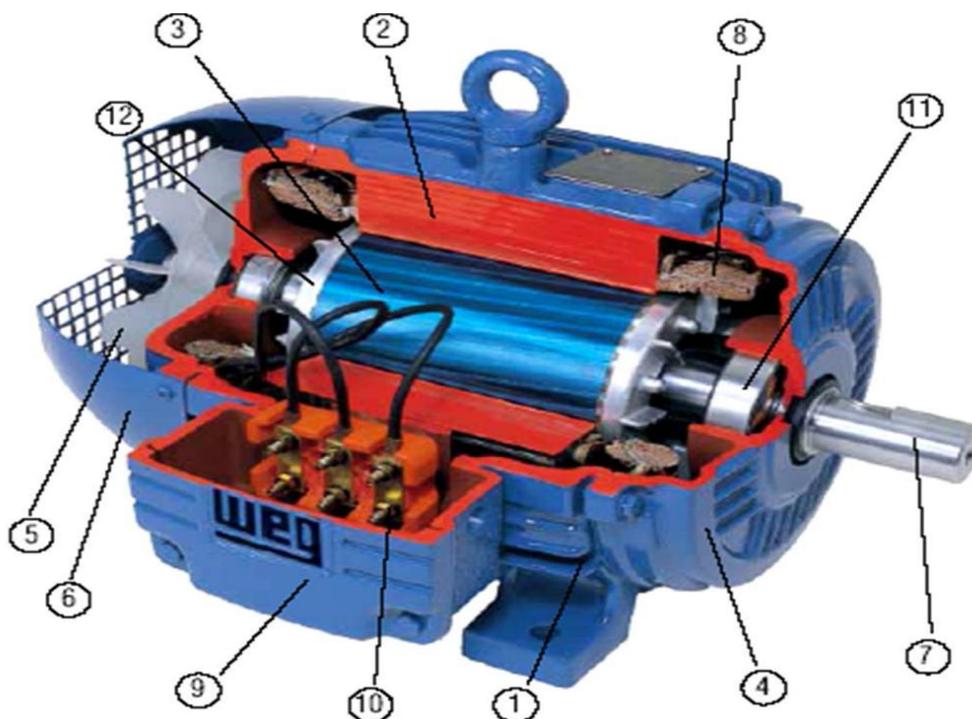
No motor trifásico, a distribuição das bobinas das três fases no estator, defasadas em 120° , faz com que a soma dos campos magnéticos provocados por cada uma delas seja um campo uniforme e girante. Esse campo circula nos núcleos magnéticos do estator e do rotor, provocando uma circulação de corrente nas barras do rotor. Essa corrente rotativa gera, por sua vez, um campo magnético que tende a opor-se ao movimento que o gerou. O

resultado é que o campo do estator arrasta o rotor, girando, entretanto, sempre a uma velocidade maior do que este rotor escorrega em relação ao campo girante (KOSOW, 1982).

O motor elétrico, quando submetido a uma carga superior à que ele foi projetado, abaixa a rotação; isso aumenta o escorregamento e, dessa forma, se desencadeia uma série de fatores não desejados, como o aumento da corrente nominal do motor, onde o motor se autorregula. Para compensar a queda de rotação, ele eleva a sua corrente. A sua construção básica é mostrada na Figura 2, onde existe um corte para visualização dos componentes internos (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

Existe a opção de se alterar a maneira como as bobinas estão alojadas no entreferro; dessa forma, o motor e dois polos (KOSOW, 1982).

FIGURA 2 – Motor de Indução Trifásico com Rotor em Gaiola de Esquilo



Fonte: WEG. Catálogo de Motores Elétricos. Jaraguá do Sul – SC, 2003. Disponível em <http://www.weg.com.br/>. Acesso em: 1.jul.2003.

As peças do motor elétrico estão enumeradas, conforme ilustra Tabela 1

TABELA 1 – Especificação dos componentes do motor

Itens	componente	descrição do componente
1	Carcaça	É constituída de ferro fundido, sustenta todos os dispositivos do motor.
2	Entreferro	Chapas de aço, as de boa qualidade em ferro silício, isoladas e prensadas, destinadas a fazer circular o campo magnético do estator.
3	Rotor	Parte girante do motor, que transmite o movimento à carga.
4	Tampa dianteira	A tampa dianteira realiza a função de mancal e a vedação do motor.
5	Ventilador	Realiza a ventilação do motor.
6	Tampa defletora	Tem a função de fazer a distribuição radial da ventilação.
7	Eixo	Em aço, transmite a potência mecânica.
8	Bobinado	Bobinas em fios de cobre isolado, ligadas à rede trifásica, onde circula a corrente do motor.
9	Tampa da caixa de ligação	Faz a vedação da caixa de ligação, protegendo os cabos.
10	Placa de borne	Dispositivo para realizar fixação dos cabos.
11	Rolamento dianteiro	O rolamento é o dispositivo que permite o movimento do rotor.
12		Em alumínio, são as “bobinas” do rotor. Fechadas em ambos os lados por anéis, chamados de curto-circuito. Nelas, circulam as correntes do rotor, onde é desenvolvida a força motriz.

MOTORES NA INDÚSTRIA

As necessidades das fábricas requerem, em princípio, um motor robusto, de alta confiabilidade, boa eficiência, que responda às variações de carga e de baixo custo. Diversos processos necessitam de variação de velocidade, com eficácia no controle. Algumas áreas, classificadas como áreas perigosas, exigem um equipamento que não provoque centelhas (AMERICO, 2003).

Toda a indústria tem, em seu processo, motores elétricos. São eles os responsáveis por todo o trabalho específico: a movimentação de fluidos a partir de bombas de ventilação com o uso de exaustores, a pressurização de ar comprimido com os compressores, o transporte com esteiras, para inúmeras aplicações. As indústrias possuem muitos motores grandes, mas têm boa incidência de motores pequenos para os serviços auxiliares (AMERICO, 2003; FILIPPO FILHO, 2002).

O motor mais utilizado na indústria é o motor de indução trifásico, de construção bastante robusta, sem partes faiscantes, com rendimento de 95%, exigindo pouca manutenção (AMERICO, 2003).

O motor de corrente contínua se destacou nas aplicações na indústria pelo o fato de suas faixas de rotação serem amplas. O motor AC ficou para trás em relação ao motor de corrente contínua. A partir do avanço, quando os inversores de frequência chegaram ao mercado, pode ser ter mais flexibilidade na aplicação de todos os motores. A frequência nominal no Brasil é de 60hz. Os inversores conseguem trabalhar de 6 a 60hz, condição que também economiza energia (AMERICO, 2003; FILIPPO FILHO, 2002).

DIMENSIONAMENTOS DE MOTORES

No dimensionamento de um motor elétrico, deve-se levar em consideração a carga real de trabalho do motor. Esse estudo deve ser previamente analisado antes de se adquirir o motor e considerar as possíveis sobrecargas do processo. Com um dimensionamento assertivo, a vida útil do motor se preserva e não ocorrerão possíveis elevações de corrente em sua operação normal. Recomenda-se que, para um dimensionamento de 4,7 cv, deve-se comprar um motor de 5cv para haver um fator de segurança para a sua operação.

Exceto o aspecto do rendimento, não há inconveniente para um motor subdimensionado. Pelo contrário, este terá uma vida útil maior e será menos sujeito a defeitos, entre outras vantagens.

Não é viável manter motores reservas para todos os outros em operação. Esses equipamentos reservas só deverão ser de equipamentos críticos que trazem um prejuízo muito grande; se por algum motivo vierem a queimar, os motores podem ser substituídos por outros de maior potência, desde que a sua rotação seja a mesma. Motores que trabalham subdimensionados são visíveis para a direção da fábrica. Razão de alto consumo de energia elétrica (WEG, 2003 e EFEI/PROCEL, 2001).

O MOTOR DE ALTO RENDIMENTO

Os primeiros motores elétricos fabricados eram muito robustos; grandes, pesados e caros. Com a sua evolução, os fabricantes foram reduzindo as quantidades de material na carcaça, com menos cobre e melhores materiais e técnicas de fabricação (In: EFEI/PROCEL, 2001).

- Chapas magnéticas de melhor qualidade: utilizando o aço com maior teor de silício, reduziram-se as perdas no ferro.
- Maior volume de cobre: o motor trabalha em temperatura mais baixa, aumentando sua vida útil.
- Núcleos dos rotores e estator tratados termicamente: reduz as perdas.
- Desenho das ranhuras: facilitou dissipação de calor.
- Maiores barras e anéis de curto-circuito: menos perdas de efeito Joule no rotor.
- Melhor desenho da ventilação: diminuindo as perdas da ventilação.
- Redução do entreferro: novo projeto reduziu o entreferro.

O motor de alto rendimento é mais caro que o convencional - é normal que essa diferença chegue a até 30% do valor de um motor standard (padrão). A substituição de motores comuns por motores de alto rendimento, mesmo sendo mais caro, acaba tornando-se economicamente viável, considerando a sua vida útil, que pode chegar a 20 anos. O

retorno do investimento para motores até 40cv é compensado no primeiro ano de sua instalação (AMERICO 2003).

2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo enumerar as oportunidades para o avanço da eficiência energética, abordando técnicas para que a indústria alcance números satisfatórios com o consumo de energia, diminuindo, assim, uma demanda da matriz energética, que só traz mais gastos e investimentos desnecessários que não contribuem com uma geração consciente em toda cadeia produtiva.

OBJETIVO ESPECÍFICO

O presente estudo foi desenvolvido a partir de informações colhidas em, uma grande indústria de alimentos situada no município de Rio Verde – GO. Um estudo de caso foi realizado no setor da Fábrica de Rações, especificamente em um moinho da linha de produção da fábrica composto por dois motores de 350 cv, com velocidades nominais de 1750 RPM, submetidos à uma tensão de 380 volts, operando 21 horas por dia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

DESCRIÇÕES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÃO

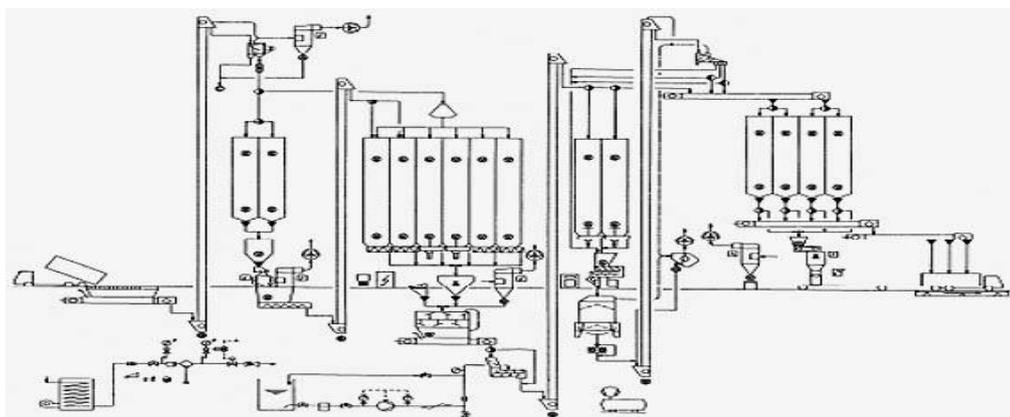
O processo da fábrica de ração pertencente ao trabalho é descrito de acordo com as etapas seguintes:

- 1- Recepção e Descarga: a matéria-prima é recebida na classificação de grãos, onde também se realiza a pesagem destes;
- 2- Armazenagem: conjunto de equipamentos e estruturas de silos para a estocagem de matéria-prima;
- 3- Moagem e beneficiamento: equipamentos transportadores do tipo redler, que se iniciam no setor de armazenagem e vão até a chegada do subsolo. Após esse processo, o produto é transportado até o último piso da fábrica através de elevadores; em seguida, a matéria-prima é armazenada no depósito da fábrica;

- 4- Pesagem/ dosagem/ mistura: de acordo com a receita, a pesagem é realizada por balanças, de forma que o sistema dosa o percentual de cada ingrediente. Através de elevadores de carga, a matéria-prima é transportada até o depósito da fábrica, onde a é armazenada em silos específicos. A cada batelada, o produto é liberado para o moinho através de dosadores automáticos, onde são realizadas as contagens cronometradas geridas pelo o sistema, de forma que a matéria-prima é conduzida até o misturador para ser realizada injeção dos líquidos aminoácidos e óleo vegetal durante a mistura do produto;
- 5- Peletização: área constituída de equipamentos para granular o farelo, onde se realiza um processo térmico. O vapor é inserido para elevar a uma temperatura do produto a 85 °C, passando, em seguida por um resfriamento exercido por exaustores até a temperatura atingir 35°C°. Após o término desse processo, a ração é armazenada em silos localizados no setor de estoque;
- 6- Estoque: setor responsável por contemplar silos de armazenagem que recebem o produto para ser expedido, conforme as demandas solicitadas do campo.
- 7- Expedição: setor responsável pelo carregamento dos veículos através de balanças, de acordo com a demanda diária;

Uma ilustração de uma típica fábrica de ração pode ser visualizada através da Figura 3, seguinte.

FIGURA 3 – Processo de fabrica de ração



Fonte: <http://www.nftalliance.com.br/artigos/ebooks/processo-de-produ-o-de-ra-o-moagem-mistura-e-peletiza->

COLETA DE DADOS

Todas as informações serão obtidas com base na utilização de documentos do banco de informações da fábrica de ração de Rio Verde - GO no período de janeiro de 2016 a junho de 2017, previamente autorizado por Marco Antônio Sóligo Soares supervisor de manutenção.

Avaliou-se a quantidade total dos gastos de energia em quatro motores elétricos de 350 cv que são acoplados a 4 moinhos do tipo martelo.

LEVANTAMENTOS DOS DADOS DE PLACAS DOS MOTORES PRINCIPAIS

Primeiramente, foi feita uma limpeza da placa do motor, em seguida coletou-se todos os dados dessa placa e, por fim, foi tirada uma foto desta, para evidenciar os itens coletados e verificar com o fabricante a autenticidade do equipamento, conforme apresenta a tabela 2.

TABELA 2 – Especificação dos motores de 350 CV dos moinhos

Parâmetros	Valores e unidades
Potência	350 CV
Rotação	1790 RPM
Tensão	220 V / 380 V / 660 V
Ano de fabricação	21/ 10 / 2011
Acoplamento	Polia / Correia
Acionamento	Soft-starter
Frequência	60 Hz
Fs	1.15
Corrente	816 A / 472 A / 408 A
Cos φ	0.87
Rendimento	96 %

Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017

LEVANTAMENTOS DOS DADOS DE PLACAS DOS MOTORES DA ROSCA ALIMENTADORA

O mesmo procedimento adotado para a retirada dos dados de placa dos motores principais dos moinhos foi aplicado para os motores das roscas alimentadoras, conforme apresentado na tabela 3.

TABELA 3 – Especificações dos motores da rosca alimentadora

Parâmetros	Valores
Potência	3 kW
Rotação	1715 RPM
Tensão	220 V / 380 V
Ano de fabricação	21 / 10 / 2011
Acoplamento	Redutor
Acionamento	Inversor
Frequência	60 Hz
Fator de Serviço	1.15
Corrente	11.70 A / 6.80 A
Cos φ	0.79
Rendimento (%)	90

Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017

LEVANTAMENTOS DOS PARÂMETROS DOS INVERSORES DAS ROSCAS ALIMENTADORAS

Foram-se acessados os parâmetros dos inversores e retirados dados de instalação e funcionamento dos inversores, conforme ilustrado na Tabela 4.

TABELA 4 – Dada dos inversores

Parâmetro	Função	Valor antes da melhoria	Valor após a melhoria
P000	Parâmetro de acesso	P000	P000
P003	Corrente de saída	11.70 A	11.70 A
P005	Frequência de saída do motor	60 Hz	60 Hz
P007	Tensão de saída do motor	380 V	380 V
P100	Tempo de aceleração	30 segundos	30 segundos
P102	Tempo de aceleração da rampa	15 segundos	15 segundos
P133	Frequência mínima	25 Hz	50 Hz
P134	Frequência máxima	30 Hz	50 Hz

Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

MOINHO

O moinho de martelo Bühler DFZC-1265 / DFZC-600 com dispositivo alimentador, apresentado através da Figura 4, é um equipamento muito robusto, com uma base estrutural projetada a fim de realizar limpeza, manutenção com fácil acesso e com grande capacidade de moagem. É constituído por um motor principal e um secundário, sendo o secundário responsável pela descarga de produto dentro do moinho. As partidas dos motores são por Soft-Start e inversor de frequência, ao passo que seu monitoramento é realizado por sensores.

FIGURA 4 – Moinho do tipo martelo

Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO MOINHO

O moinho de martelos pode ser aplicado em processos de moagem fina na produção de rações para animais, bem como para a moagem grossa na fabricação de rações. Os moinhos do tipo martelo com dispositivos alimentadores trabalham da seguinte forma: o sistema faz a contagem do tempo de moagem, e em seguida um sinal é enviado até o dosador que se encontra localizado no depósito acima do moinho. Em paralelo a essa última ação, uma rosca alimentadora é ligada e o produto é encaminhado para dentro do moinho que conta com um motor principal, acoplado em um rotor com 8 eixos e 190 martelos, responsáveis pela trituração da matéria-prima. As peneiras formam uma câmara de moagem onde o produto é moído.

ALTERAÇÕES DO PROCESSO DE MOAGEM

Essa alteração foi analisada a partir de levantamentos, onde foi comprovado que a fábrica tem a capacidade de moagem superior à da peltização, processo que antecede a moagem, realizado pelos moinhos com tempo ocioso, gerando gastos desnecessários e elevando os custos energéticos, contribuindo para um alto tempo de indisponibilidade da máquina.

MEDIÇÃO DE CORRENTE NOS MOTORES A VAZIO

Utilizou-se o supervisor sistema que monitora os equipamentos para determinar quanto tempo dura a demanda de produção (batelada), chegando-se, desta forma, ao valor de 280 segundos por moagem. Após essa determinação, medição de corrente realizou-se realizadas em todos os motores dos moinhos operando a vazio (sem carga), com a finalidade de se obter valores característicos para cada motor. Desta forma, chegou-se ao valor de 327 A, como pode ser visto através da Figura 5.

FIGURA 5 – Corrente do motor sem carga



Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

MEDIÇÃO DE CORRENTE DE UM MOTOR COM TODA CARGA APLICADA

Foram realizadas medições de corrente elétrica nos motores submetidos às suas respectivas cargas de trabalho, chegando até 646,4 A, conforme ilustrado na Figura 6.

FIGURA 6 – Corrente do motor com carga



Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

RETIRADAS DE EIXOS DOS MOINHOS

O equipamento operava com 8 eixos e 180 martelos em sua condição original de projeto. Retirou-se 4 eixos e 90 martelos, com a intenção de diminuir esforços de trabalho. Na retirada dos eixos e martelos, foi desmontada a trava de segurança dos eixos e, em seguida, observada a posição e a quantidade de martelos a fim de se evitar desbalanceamento dos rotores. A Figura 7 ilustra o moinho após a retirada dos eixos e martelos.

FIGURA 7 – Retirada dos eixos e martelos



Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

ALTERAÇÕES DOS PARÂMETROS DOS INVERSORES

A frequência dos motores nas roscas alimentadoras dos moinhos era mantida em 30 Hz, no entanto, o parâmetro (134) do inversor WEG CFW08 referente à frequência máxima foi alterado para 60hz, como pode ser visto através da imagem 8, sendo esta a frequência nominal do motor. Como o motor está acoplado à rosca transportadora, conseqüentemente uma maior quantidade de produto foi entregue ao moinho.

FIGURA 8 – Alterações dos parâmetros dos inversores



Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

ANÁLISES DA CORRENTE DO MOTOR APÓS AS ALTERAÇÕES DO PROCESSO DE MOAGEM

Após retirar os eixos e realizar a alteração do parâmetro do inversor, foi realizado novas medições de corrente, verificando que este passou a operar com 512.5 A, conforme registrou o alicate amperímetro fluke digital modelo 302, apresentado na imagem 9.

FIGURA 9 – Análise da corrente do motor após as alterações realizadas



Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diminuição do consumo de energia elétrica se torna necessária para diminuir vários gastos. A análise de dados amostrados foi realizada em uma fábrica de ração, de modo que o resultado faz uma projeção para os equipamentos da indústria brasileira, permitindo que a busca de melhorias para a eficiência energética trará uma importante contribuição para o uso mais eficaz da energia em motores elétricos. A Tabela 5, a seguir, demonstrará todos os indicadores de gastos, horas de trabalhos dos equipamentos e o seu consumo em kW.

TABELA 5 – Resultados alcançados após melhoria

Indicadores	Consumo energético antes da melhoria	Consumo energético depois da melhoria
Custo unitário (R\$/kWh) (Valor Fora de Ponta)		0,355
Horas de operação / ano	6.552	6.552
kWh consumido / dia	5409.60	2704.80
Indicadores nos gastos de energia elétrica (R\$/ mês)	199.9220	99.9610
Consumo anual (kWh)	1687795.200	843897.600
Indicadores nos gastos de energia elétrica (R\$/ano)	2.396.664.000	1.198.332,000
Consumo de energia elétrica (%)	100 %	50 %
Retorno sobre a melhoria		Imediato

Fonte: Danilo Medeiros da Silva, 2017.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a melhoria de processo apresentou resultados satisfatórios. O ganho alcançado neste estudo foi de grande relevância, contemplando uma redução de 1.687.788 KW/ano e economizando R\$1.198.000 por ano. A melhoria explanada trouxe como resultado um maior tempo de disponibilidade para manutenções programadas do equipamento, que, após a melhoria, passou a trazer maior confiabilidade da máquina com um menor tempo em paradas inesperadas, situação que em sua antiga operação era responsável pela baixa taxa de produtividade.

*ENERGY EFFICIENCY IN ANIMAL FOOD SECTION OF AN INDUSTRY
IN RIO VERDE, GOIAS*

Energy efficiency consists of the proper analysis of electrical equipment, industrial or residential, in view of the large unnecessary expenses with equipment that no longer work with a proper efficiency. The application of the energy efficiency concepts of the present study was to perform improvements in the process of a factory, aiming to better utilizing electric power in hammer mill type equipment, therefore achieving satisfactory numbers of energy consumption and reducing demand of the energy matrix. All the information was based on the data of the total amount of energy expenditure on four 350hp electric motors in an animal food factory in Rio Verde, Goias, from January 2016 to June 2017. The expected results were the ability to reduce energy costs, reduce energy consumption per working hours of the factory and, consequently, operate in more comfortable working conditions for the equipment, since they operate in extreme effort conditions and production demand, making the equipment unavailable for possible maintenance interventions. The improvement of the process showed satisfactory results. The gains achieved in this study were of great relevance, with a reduction of 1,687,788 KW/year and R\$1,198,000 per year.

Keywords: Electrical motors. Energy consumption. Reduction.

REFERÊNCIAS

AMERICO, M. **Sistemas Motrizes: Eficiência Energética e Técnicas de Acionamento**. RJ/UFF. Niterói-RJ, 2003.

BRASIL. Decreto 4.508 de 11. Dez.02. Dispõe sobre a regulamentação específica que define os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétrica trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação nacional ou importada, para comercialização ou uso no Brasil, e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 12. Dez.2002. Disponível em: <http://www.energiabrasil.gov.br/decretos/decreto4508.pdf>. Acesso em 10.nov.2016.

BRASIL. Lei 10.295, de 17. Out.01 – “**Lei de Eficiência Energética**”. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 18.out.2001. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 24. Abr.2003.

BORTONI, E. C. e outros. **Análise do Reparo de Motores de Indução Trifásicos**. Trabalho apresentado no XV SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz do Iguaçu, PR, out.1999. Disponível em <http://www.itaipu.gov.br/xvsnp tee/xvsnp tee/stc/stc04.pdf>.

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ (EFEI). **Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos**. Apoio ELETRO-BRÁS / PROCEL Itajubá – MG: FUPAI, 2001.

GELLER, H. S. **Energy Revolution: Policies for a Sustainable Future**. Washington: Islan Press, 2003.

KOSOW, I. L. **Máquinas Elétricas e Transformadoras**. 4. Ed. Tradução de Felipe Daiello e Percy Soares. Porto Alegre: Globo, 1982. 2 v.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional 2002: Ano Base 2001**. Brasília, dez.2002. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 15. Nov.2016.

WEG. **Catálogo Geral de Motores Elétricos**. Jaraguá do Sul – SC: Weg, 2003. Disponível em: <http://www.weg.com.br/>. Acesso em: 1.jul.2003.

<http://www.nftalliance.com.br/artigos/ebooks/processo-de-produ-o-de-ra-o-moagem-mistura-e-peletiza-o>