

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO**

ANDERSON FERREIRA DE SOUZA

**ANÁLISE DA MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA EM
MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA EM UMA INDÚSTRIA DE CHAPAS DE
FIBRA**

Botucatu – SP
Novembro – 2012

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO

ANDERSON FERREIRA DE SOUZA

ANÁLISE DA MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA EM
MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA EM UMA INDÚSTRIA DE CHAPAS DE
FIBRA

Orientador: Prof.Dr. Eduardo Antonio Sleiman

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo em
Produção Industrial.

Botucatu – SP
Novembro – 2012

DEDICATÓRIA

A Deus por tudo que me proporciona na vida.

À minha mãe e meu pai, os quais amo muito, pelo exemplo de vida e família.

A meu irmão por tudo que me ajudou até hoje.

À minha noiva Cristiane, pelo carinho, compreensão e companheirismo.

E a todas as pessoas que tornaram possível que eu realizasse meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jurandi e Elisabete, pela confiança, amor, cuidado, e sabedoria. Ao meu irmão, Alexandre.

A minha noiva, Cristiane, por toda caminhada que fizemos juntos até o dia de hoje, e as pelas próximas que virão. Pela paciência e pela compreensão, por me aturar, me ajudar e me fazer feliz.

Agradeço meus colegas de classe e com certeza futuros excelentes profissionais.

Ao meu orientador Prof.Dr. Eduardo Antonio Sleiman que me auxiliou e muito na conclusão e na minha vida acadêmica como um todo.

Aos meus colegas de serviço.

“Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre, umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonho e outras ainda porque nos desafiam a construí-los”.

RESUMO

O programa de manutenção é fundamental para manter o patrimônio industrial da empresa e a qualidade dos produtos fabricados. Os motores elétricos de corrente alternada são muito utilizados em todo o processo de produção e por este motivo a busca por soluções com manutenção preventiva pode evitar as paradas indesejadas para troca de motores e a redução da produtividade. O presente trabalho tem como objetivo analisar os defeitos e buscar soluções para minimizar ou até mesmo sanar problemas com motores de corrente alternada na linha de produção, utilizando métodos de manutenção que venham agregar a produção e a qualidade como um todo.

Foram coletados dados de agosto de 2011 até agosto de 2012 da empresa Duratex S/A e elaborados gráficos com os dados obtidos da indústria para se efetuar uma análise detalhada da quantidade de motores queimados e as principais causas de queima, além da identificação dos períodos com maior frequência de queima de motores.

O estudo realizado busca melhorar a qualidade dos dados dos motores para prevenir e melhorar o sistema de manutenção atual, visando uma redução dos custos da manutenção tendo um retorno em produtividade e em tempo de paradas não programadas.

Os programas de manutenção atuais são mais eficientes comparados aos programas anteriores, mas para acompanhar o mercado competitivo, deve-se buscar sempre a melhoria contínua na produção e na manutenção, na intenção de permanecer sempre como uma das melhores empresas do ramo de madeira de fibra reconstituída.

Palavras-chave: Produção Industrial, Manutenção em motores de corrente alternada, prevenção de falhas.

ABSTRACT

The maintenance program is essential to maintain the industrial heritage of the company and the quality of the manufactured products. The alternating current electric motors are widely used throughout the production process and for this reason the search for solutions to preventative maintenance can avoid unwanted stoppages for replacement of motors and reduction in productivity.

The present study is to analyze the shortcomings and seek solutions to minimize or even remedy problems with AC motors in production line, using maintenance methods that will add quality and production as a whole.

Data were collected from August 2011 until August 2012 the company Duratex S / A and elaborate charts with data obtained from industry to perform a detailed analysis of the amount of motors burned and the main causes of burns, beyond the identification of periods higher frequency of burning engines.

The study seeks to improve data quality engines to prevent and improve the current maintenance system, aiming to reduce the cost of maintenance and a return in productivity and time of unscheduled stoppages.

The current maintenance programs are more efficient compared to previous programs but to follow the competitive market, you should always seek continuous improvement in production and maintenance, with the intention to stay forever as one of the best companies in the wood fiber reconstituted.

Keywords: Industrial Production, Maintenance AC motors, failure prevention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Motor elétrico em explosão	12
Figura 2 - Impregnação por gotejamento	13
Figura 3 - Impregnação por Imersão	14
Figura 4- Motor em boas condições	18
Figura 5- Falta de fase	18
Figura 6- Desequilíbrio entre as fases	19
Figura 7- Curto circuito entre espiras	19
Figura 8- Curto circuito em bobinas.....	20
Figura 9- Curto circuito entre fases	20
Figura 10- Bobina em curto-circuito para massa na saída da ranhura	20
Figura 11- Bobina em curto para massa na saída da ranhura	21
Figura 12- Bobina em curto-circuito para massa no interior da ranhura.....	21
Figura 13- Curto-circuito nas interligações	22
Figura 14- Enrolamento danificado por sobrecarga	22
Figura 15- Defeito causado pelo travamento do rotor.....	23
Figura 16 - Quantidades de Motores Retirados	30
Figura 17 - Quantidade de Motores Retirados por Mês	31
Figura 18 - Causas das Queimas de Motores	32
Figura 19 - Porcentagem das Causas das Queimas Dos Motores	33
Figura 20 - Motor visto por termovisão com falta de ventilação	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Isolação de motores	13
Tabela 2 - Distância entre ferros do freio WEG.....	15
Tabela 3 - Defeitos e Possíveis Causas	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos	10
1.2 Justificativa.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Motor de Corrente Alternada	11
2.2 Manutenção Preventiva e Corretiva	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Métodos	27
3.2 Estudo de caso	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	37
Anexos.....	39

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos a demanda por produtos industrializados vem aumentando cada vez mais e, com isso, a aquisição de maquinários com maior rendimento também vem aumentando, procurando reduzir o número de paradas de máquinas por quebra ou queima de motores elétricos, já que uma parada para a troca de um motor acaba gerando uma grande perda de produção.

Desde o início da revolução industrial buscou sempre uma maior produtividade e com o aumento da demanda foi cada vez mais melhorado a tecnologia para atendê-la. No começo da industrialização, passou-se de um trabalho praticamente artesanal para máquinas a vapor, vindo aumentar a produção e logo depois surgiu a energia elétrica que acabou causando um grande salto para a tecnologia. O surgimento do motor elétrico foi essencial para as máquinas e para a linha de produção como um todo.

Com a chegada de novas tecnologias e com o aparecimento de estudos de eletromagnetismo, tudo mudou muito rápido até a chegada do motor elétrico, onde acarretou uma grande expansão industrial, tendo uma ação mais criteriosa da manutenção e uma maior importância. A parada por queima do motor, ocasionada por um rolamento travado, acabaria parando uma linha de produção o que poderia ser evitado com a manutenção preventiva.

Como a demanda das indústrias estão sempre aumentando, o tempo de entrega do produto acaba sendo mais curto e para uma indústria ter um diferencial sobre as outras no mercado, o prazo de entrega é essencial para uma boa relação com os seus compradores em geral, já que se a indústria produz em menos tempo consegue preços melhores com um poder maior de negociação.

A manutenção corretiva não planejada implica altos custos, a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Por outro lado, a manutenção corretiva planejada acaba criando o desgaste no equipamento que poderia ser evitado e uma atuação constante acaba acarretando um alto custo.

A manutenção preventiva analisa o equipamento e vida útil de materiais e máquinas para que a manutenção seja realizada antes que o equipamento venha gerar alguma falha. Com esse modelo de manutenção, pode se prevenir falta de materiais em reposição de estoque e equipamentos para a reserva e agendar possíveis paradas para as trocas, tendo assim um menor tempo de parada de linha. Mas a manutenção preventiva gera algumas discussões até porque são retiradas peças que não deram problema e com isso pode acabar causando um desperdício.

Com o programa de manutenção preventiva os equipamentos seguem uma programação de inspeção constante onde são analisados alguns itens, tais como, ruído, lubrificação, limpeza, desgaste. Com o planejamento de atuação da manutenção, podem ser comprados ou confeccionados os equipamentos para a troca.

Para auxiliar na manutenção, a obtenção de registros de falhas ocorridas em cada equipamento auxilia o reparo do equipamento com mais agilidade e, assim, podem ser criados procedimentos para que não haja acidentes e demora na troca do equipamento.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem com objetivo analisar os defeitos e buscar soluções para minimizar ou até mesmo sanar problemas com motores de corrente alternada na linha de produção, utilizando métodos de manutenção que venham agregar a produção e a qualidade como um todo.

1.2 Justificativa

Por ser um dos problemas de parada de linha de produção ou até mesmo da variação da qualidade de produção o tema foi abordado para a melhoria da manutenção na área de prensa, reduzindo as paradas e a queima constante de motores que ocorre nos dias atuais, ou até mesmo minimizando o tempo de troca por queima de motor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Motor de Corrente Alternada

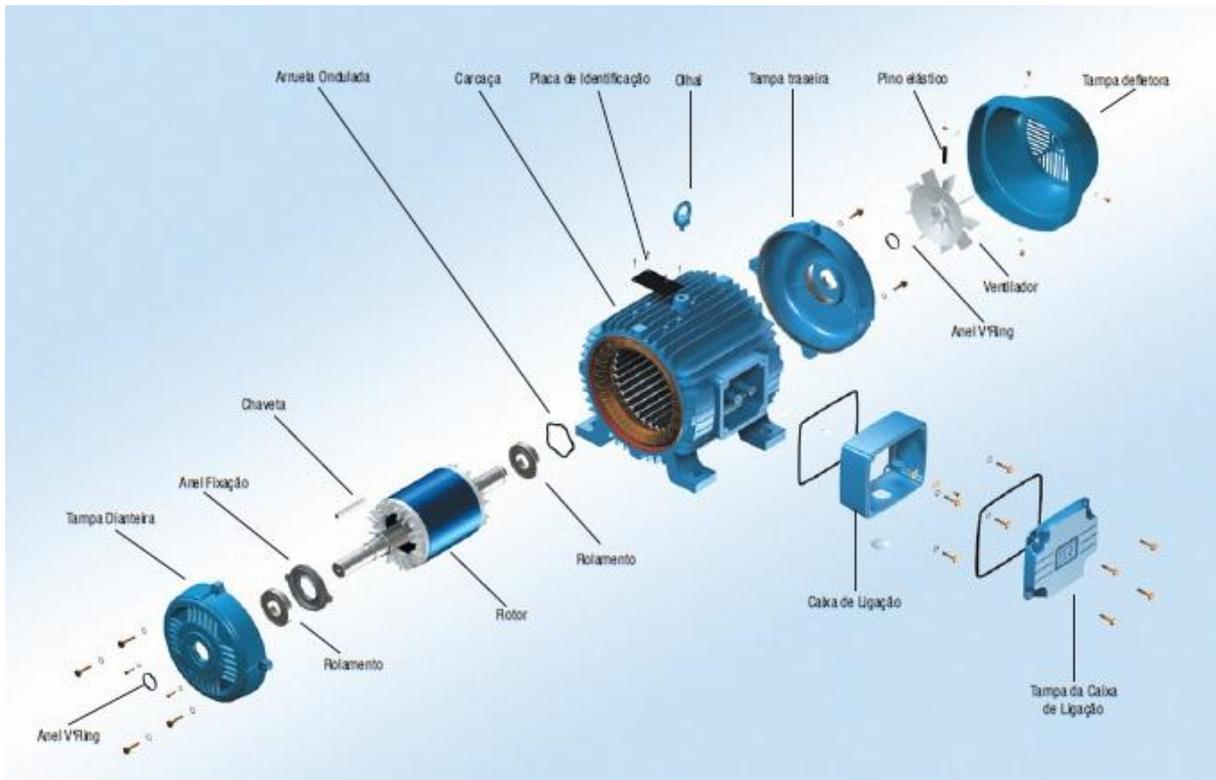
Os motores de indução trifásicos são largamente utilizados nos acionamentos de bombas, compressores, ventiladores, equipamentos para processamento e manuseio de cargas e em várias outras diferentes aplicações na indústria, devido à sua solidez e versatilidade. Vários artigos têm sido escritos, destacando-se as questões-chaves relativas à confiabilidade e ao custo efetivo de operação dos motores que são: a alta qualidade, o conhecimento minucioso da aplicação, a escolha certa do tipo do motor para uma aplicação específica e a manutenção correta (BRITO, 2002).

Os motores elétricos são a espinha dorsal da indústria. O Departamento de Energia dos EUA estima que só nos EUA existem mais de 40 milhões de motores funcionando na indústria, e o fato que esses motores usam 70 % da eletricidade consumida pela indústria indica sua importância (FLUKE, 2012)

Segundo WEG (2012) o 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 de baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando- sua construção é simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação as cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

O motor de indução trifásico trabalha com velocidade praticamente constante, sofrendo pequenas variações com a carga mecânica acoplada ao eixo. É largamente utilizado por ser adequado a quase todos os tipos de cargas encontradas na prática, sendo composto fundamentalmente de duas partes: estator e rotor (BRITO, 2002).

Figura 1 - Motor elétrico em explosão



Fonte: WEG – Motores elétricos

Segundo WEG (2012), a manutenção dos motores elétricos, adequadamente aplicados, resume-se numa inspeção periódica quanto a níveis de isolamento, elevação de temperatura, desgastes excessivos, correta lubrificação dos rolamentos e eventuais exames no ventilado, para verificar o fluxo correto de ar. A frequência com que devem ser feitas as inspeções, depende do tipo e das condições do local de aplicação do motor.

Das análises dos trabalhos técnicos e científicos relacionados com detecção de assimetrias no estator encontrados na literatura, pôde-se observar que nos últimos três anos a detecção de falhas de curto-circuito entre espiras de uma mesma fase vem despertando muito interesse na comunidade científica. Entretanto, as pesquisas estão ainda começando. Nos trabalhos publicados, são apresentados poucos resultados, tanto de simulações quanto experimentais, que validem os métodos propostos, (BACCARINI, 2005).

Os motores devem ser mantidos limpos, isentos de poeira, detritos e óleos. Para limpá-los, deve-se utilizar escovas ou panos limpos de algodão. Se a poeira não for abrasiva, deve-se utilizar o jateamento de ar comprimido, soprando a poeira da tampa defletora e eliminando toda acumulação de pó contida nas pás do ventilador e nas aletas de refrigeração (WEG, 2012).

Segundo WEG (2012), “a durabilidade da isolação de um produto eletromecânico é afetada por muitos fatores tais como temperatura, esforços elétricos e mecânicos, vibração, atmosfera agressiva, umidade, pó e radiação”.

Tabela 1 - Tabela de Isolação de motores

Classe de isolação	Temperatura de Isolação
Classe A	105°C
Classe E	120°C
Classe B	130°C
Classe F	155°C
Classe H	180°C

Segundo WEG (2012), “os vernizes e resinas melhoram as características térmica e elétrica dos materiais impregnados, quando comparados a esse mesmos materiais sem impregnação. Também atuam como proteção da bobina e partes dela contra ambientes úmidos, marítimos e produtos químicos.”

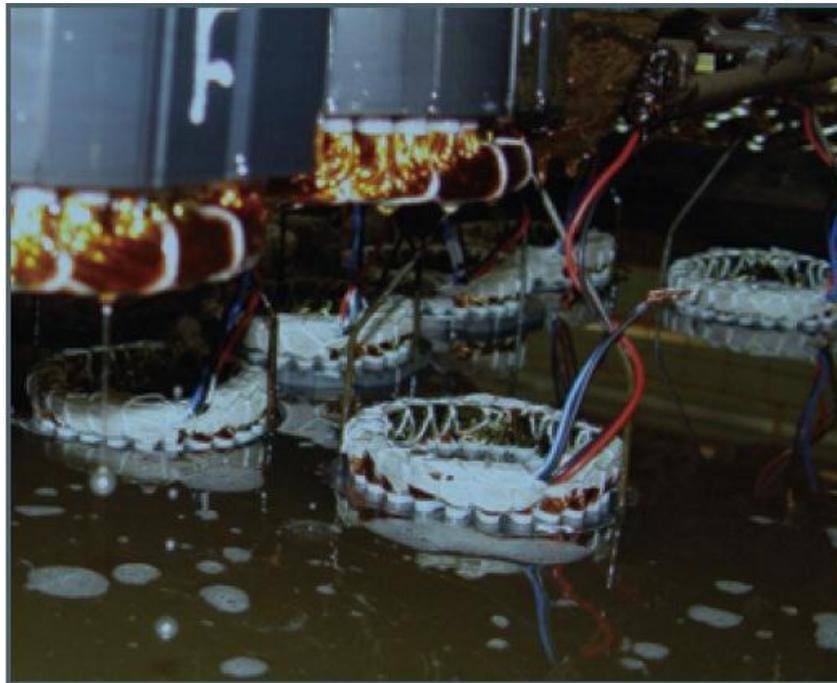
Tipos de aplicação de vernizes e resinas segundo a WEG (2012):

Figura 2 - Impregnação por gotejamento



Fonte: WEG 2012

Figura 3 - Impregnação por Imersão



Fonte: WEG 2012

Segundo WEG (2012), como a temperatura em produtos eletromecânicos é frequentemente o fator predominante para o envelhecimento do material isolante e do sistema de isolamento, certas classificações térmicas básicas são uteis e reconhecidas mundialmente.

É importante que seja feita uma lubrificação correta, isto é, aplicar a graxa correta e em quantidade adequada, pois uma lubrificação deficiente tanto quanto uma lubrificação excessiva, trazem efeitos prejudiciais. A lubrificação em excesso acarreta elevação de temperatura, devido a grande resistência que oferece ao movimento das partes rotativas e acaba por perder completamente suas características de lubrificação, (WEG, 2012)

“É muito importante destacar que os motofreios praticamente dispensam manutenção, a não ser a ajustagem periódica do entreferro. Recomenda-se proceder a uma limpeza interna, quando houver penetração de água, poeiras, etc., ou por ocasião da manutenção periódica do motor,” (WEG, 2012).

Segundo WEG (2012), o intervalo de tempo entre as reajustagens periódicas do entreferro, ou seja, o número de operações de frenagem até que o desgaste das pastilhas leve o entreferro ao seu valor máximo, depende da carga, das condições de serviço, das impurezas do ambiente de trabalho, etc. O intervalo ideal poderá ser determinado pela manutenção, observando-se o comportamento prático do motofreio nos primeiros meses de funcionamento, as condições reais de trabalho. O desgaste das pastilhas depende do momento de inércia da carga acionada.

Tabela 2 - Distância entre ferros do freio WEG

Carcaça	Entreferro inicial (mm)	Entreferro máximo (mm)
71	0,2 – 0,3	0,6
80	0,2 – 0,3	0,6
90S – 90L	0,2 – 0,3	0,6
100L	0,2 – 0,3	0,6
112M	0,2 – 0,3	0,6
132S – 132M	0,3 – 0,4	0,8
160M – 160L	0,3 – 0,4	0,8

Fonte: WEG 2012

Segundo a VOGES (2012), “o intervalo de tempo entre as ajustagens periódicas do entreferro, ou seja, o numero de operações de frenagens até que o desgaste das lonas leve o entreferro ao seu valor máximo, depende da carga, das condições de serviços, das impurezas do ambiente de trabalho, etc”.

Segundo a SEW (2012), “para a proteção contra interferência das unidades de controle de freios, os cabos de freios e os cabos de potência chaveada não devem ser instalados no mesmo condutor para cabos”. WEG (2012), “os motores não devem ser erguidos pelo eixo, mas sim pelo olhal de suspensão localizado na carcaça. O levantamento ou depósito deve ser suave, sem choques, caso contrário, os rolamentos podem ser danificados”. WEG (2012), “é de grande importância observar a correta alimentação elétrica. A seleção dos condutores, sejam os dos circuitos de alimentação dos motores, sejam dos circuitos terminais ou dos de distribuição, deve ser baseada na corrente nominal dos motores, conforme norma ABNT-NBR5410”.

WEG (2012), “a proteção térmica dos motores é fator determinante para o bom desempenho dos mesmos e para o aumento de sua vida útil. Deve ser dimensionada de acordo com o motor e o tipo de carga, assegurando um trabalho contínuo e uma vida útil de todo equipamento”.

“A vibração de uma máquina elétrica esta intimamente relacionada com sua montagem e por isso é geralmente desejável efetuar as medições de vibração nas condições reais de instalação e funcionamento” (WEG, 2012).

WEG (2012) detalha os principais defeitos de um motor e suas possíveis causas, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Defeitos e Possíveis Causas

DEFEITO	POSSIVEIS CAUSAS
MOTOR NÃO CONSEGUE PARTIR	<ul style="list-style-type: none"> • Graxa em demasia • Excessivo esforço axial ou radial da correia • Eixo torto • Conexão errada • Numeração dos cabos trocada • Carga excessiva • Platinado aberto • Capacitor danificado • Bobina auxiliar interrompida
BAIXO TORQUE DE PARTIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Ligação interna errada • Rotor falhado ou descentralizado • Tensão abaixo do normal • Frequência abaixo ou acima da nominal • Capacitância abaixo da especificada • Capacitores ligados em serie ao invés de paralelo
CONJUGADO MAXIMO BAIXO	<ul style="list-style-type: none"> • Rotor falhado ou descentralizado • Rotor com inclinação de barras acima do especificado • Tensão abaixo da nominal • Capacitor permanentemente abaixo do especificado
CORRENTE ALTA A VAZIO	<ul style="list-style-type: none"> • Entreferro acima do especificado • Tensão acima do especificado • Frequência abaixo do especificado • Ligação interna errada • Rotor descentralizado ou arrastando • Rolamentos com defeito • Tampas com muita pressão ou mal encaixadas • Chapas magnéticas sem tratamento • Capacitor permanente fora do especificado • Platinado/centrifugo não abrem
CORRENTE ALTA EM CARGA	<ul style="list-style-type: none"> • Tensão fora da nominal • Sobrecarga • Frequência fora da nominal • Correias muito esticadas • Rotor arrastando no estator

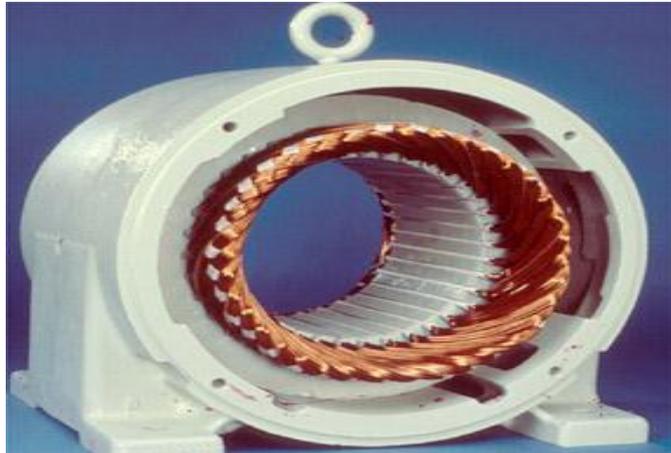
Cont.

RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO BAIXA	<ul style="list-style-type: none"> • Isolantes de ranhura danificados • Cabinhos cortados • Cabeça de bobina encostando na carcaça • Presença de umidade ou agentes químicos • Presença de pó sobre o bobinado
AQUECIMENTO DOS MANCAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Excessivo esforço axial ou radial da correia • Eixo torto • Tampas frouxas ou descentralizadas • Falta ou excesso de graxa • Matéria estanho na graxa
SOBREAQUECIMENTO DO MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilação obstruída • Ventilador menor • Tensão ou frequência fora do especificado • Rotor arrastando ou falhando • Estator sem impregnação • Sobrecarga • Rolamento com defeito • Partidas consecutivas • Entreferro abaixo do especificado • Capacitor permanente inadequado • Ligações erradas
ALTO NÍVEL DE RUÍDO	<ul style="list-style-type: none"> • Desbalanceamento • Eixo torto • Alinhamento incorreto • Rotor fora de centro • Ligações erradas • Corpos estranhos no entreferro • Objetos presos entre o ventilador e a tampa defletora • Rolamentos gastos/danificados • Combinação de ranhuras inadequadas • Aerodinâmica inadequada • Problemas com a base do motor

Fonte: WEG 2012

As Figuras de 4 a 15 ilustram alguns exemplos de defeitos em motores e também um motor em boa condição de funcionamento, conforme Baccharini (2005).

Figura 4- Motor em boas condições



Fonte: Baccharini 2005

Nesta foto mostra que o motor está com suas bobinas novas e sem nenhuma queima aparente estando o motor em perfeitas condições.

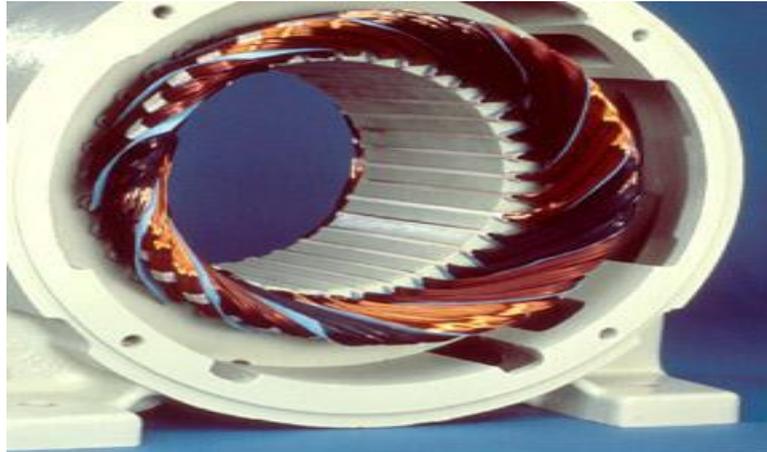
Figura 5- Falta de fase



Fonte: Baccharini 2005

A falta de fase acabou acarretando a queima das bobinas como mostrado na figura.

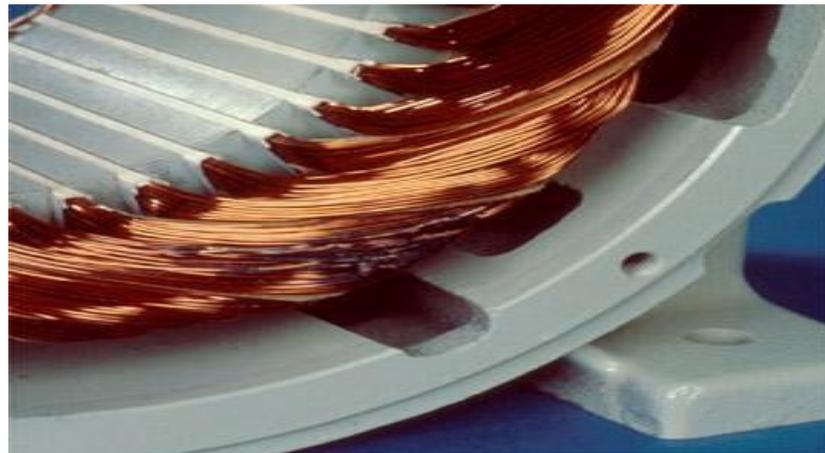
Figura 6- Desequilíbrio entre as fases



Fonte: Baccarini 2005

O desequilíbrio acontece quando as bobinas dos motores estão com resistências diferentes ocasionando correntes diferentes.

Figura 7- Curto circuito entre espiras



Fonte: Baccarini 2005

Baixa isolamento entre as bobinas pode causar essa falha.

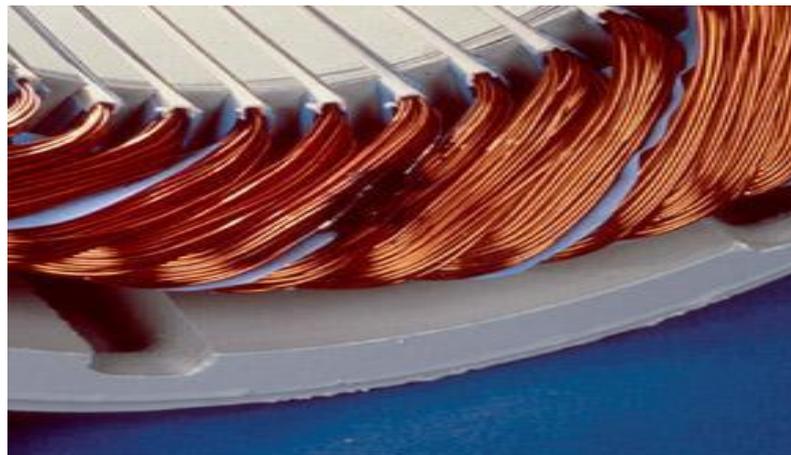
Figura 8- Curto circuito em bobinas



Fonte: Baccharini 2005

Ocorre também pela baixa isolamento ou pela perda da mesma.

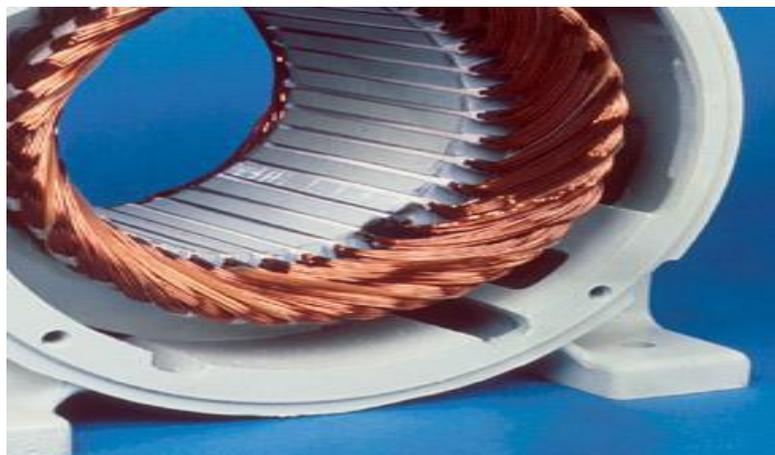
Figura 9- Curto circuito entre fases



Fonte: Baccharini 2005

Baixa isolamento ou danificada na instalação dos componentes.

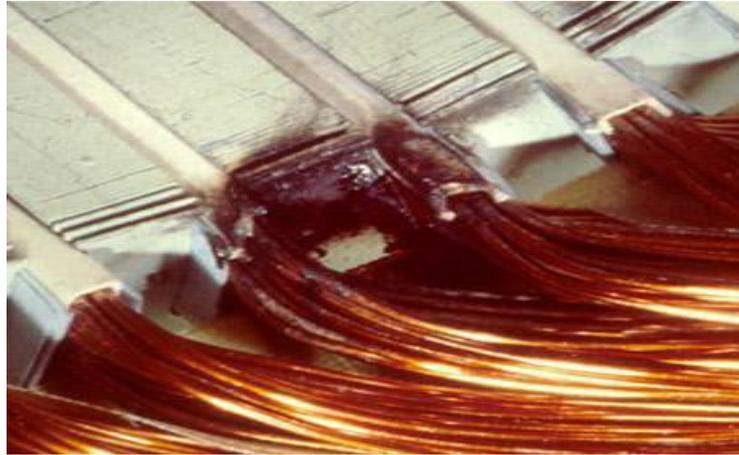
Figura 10- Bobina em curto-circuito para massa na saída da ranhura



Fonte: Baccharini 2005

Baixa isolamento causando o curto.

Figura 11- Bobina em curto para massa na saída da ranhura



Fonte: Baccharini 2005

Baixa isolamento causando o curto.

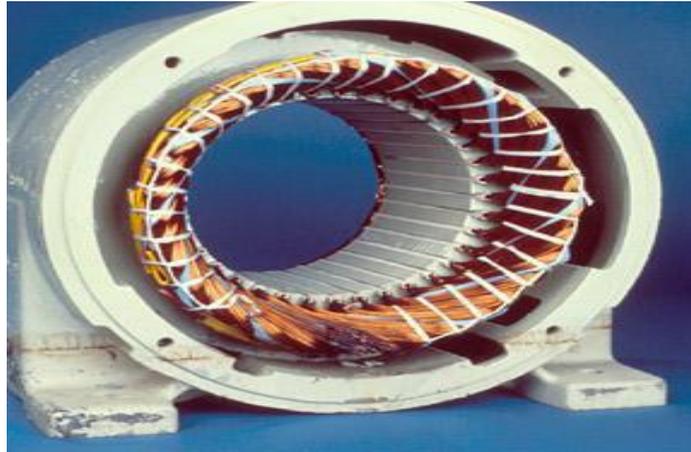
Figura 12- Bobina em curto-circuito para massa no interior da ranhura



Fonte: Baccharini 2005

Pode ocorrer se veio a danificar a bobina por algum modo.

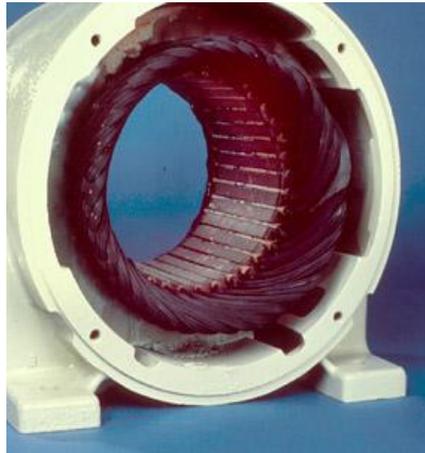
Figura 13- Curto-circuito nas interligações



Fonte: Baccarini 2005

Baixa isolamento ou cabo rompido da bobina

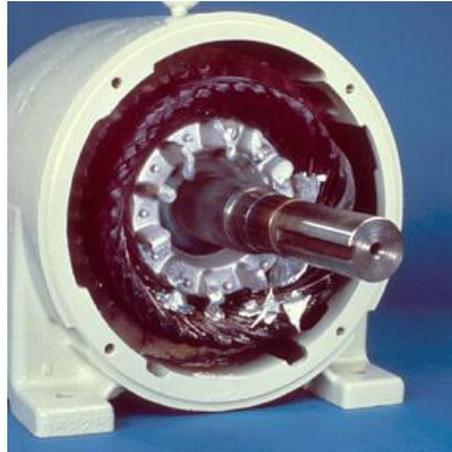
Figura 14- Enrolamento danificado por sobrecarga



Fonte: Baccarini 2005

Pode ocorrer devido aquecimento, tensão inapropriada para o motor, rolamento do rotor travado, etc....

Figura 15- Defeito causado pelo travamento do rotor



Fonte: Baccarini 2005

Segundo a ABB (2012), ela orienta que inspecione motores regularmente, que mantenham o motor sempre limpo para livre circulação de ar pelo mesmo, verificar vedações, ligações elétricas, fixação do motor e inspecionar e ter um controle de detecção de ruídos e vibrações mantendo a prevenção de queima do motor.

Segundo Lamim (2001,p.34), “quando se tem um motor alimentado com sobretensão ou subtensão, a tensão induzida no transdutor implementado dentro da máquina irá aumentar ou diminuir de acordo com o nível de tensão aplicado nos enrolamentos do estator”.

Segundo Lamim (2007,p.1), “a detecção de defeitos quando estão ainda em fase de desenvolvimento, através da comparação de espectros de fluxo magnético, vibração e corrente elétrica, possibilita ao engenheiro de manutenção planejar uma ação corretiva com relação ao defeito previsto”.

Segundo Nakajima, citado por Geremia (2001,p.15), as “seis grandes perdas” relacionadas aos equipamentos são:

- a) Perda por parada
 - perdas por quebras devido a falhas do equipamento
 - perdas durante a mudança de linha (setup e ajustes)
- b) perda de velocidade
 - perdas por pequenas paradas e operação em vazio
 - perdas por redução da velocidade de operação
- c) Produtos defeituosos
 - perdas por defeitos de qualidade e retrabalhos
 - perdas de rendimento

2.2 Manutenção Preventiva e Corretiva

Segundo Oakland (1994), a manutenção da fábrica e equipamento em boas condições de trabalho é essencial para se obter qualidade total, confiabilidade e um trabalho eficiente. O “melhor” equipamento não trabalhara satisfatoriamente a não ser que seja bem cuidado; o custo da paralisação do sistema pode ser muito alto não apenas em termos financeiros, mais também em quebra do moral do pessoal e mau relacionamento com os cliente- tanto internos quanto externos.

Segundo Slack (2009), “manutenção é como as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção.”

Ainda segundo Slack (2009), os benefícios da manutenção são significativos, incluindo segurança melhorada, confiabilidade aumentada, qualidade maior (equipamentos mau mantidos tem maior probabilidade de causar problemas de qualidade), custos de operação mais baixos (dados que muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente), tempo de vida mais longo para processo de tecnologia e “valor residual” mais alto (dado que equipamentos bem mantidos são geralmente, mais fáceis de vender no mercado de segunda mão).

Segundo Slack (2009), “manutenção corretiva, como o nome diz, significa deixar as instalações continuarem a operar ate que quebrem. O trabalho de manutenção e realizado somente após a falha ter ocorrido”.

Ainda segundo Slack (2009), “manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falha por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados”.

Oakland (1994), planos de manutenção preventiva bem elaborados podem reduzir a incidência de manutenção de emergência. Em uma linha de produção de itens padronizados, onde existe pouco ou nenhum trabalho acumulado entre operações agentes, se ocorrer paralisação em uma operação, logo a seguir todas as outras operações estarão também paradas.

Segundo Slack (2009), “manutenção preditiva visa realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela”.

As quebras e falhas podem conduzir a perda total ou a redução da capacidade produtiva do equipamento. Elas são o principal fator que influencia no rendimento operacional dos equipamentos e deve ser combatida. Entre as ações para combater quebras e falhas podem ser citadas (GEREMIA,2001)

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009, p.239), os técnicos de manutenção devem ser capacitados nos princípios e nas técnicas de manutenção, desenvolvendo as competências necessárias para lidar com o parque de equipamentos da empresa. Isso pode envolver acesso a conhecimentos especializados de mecânica, elétrica, hidráulica, pneumática, e programação. Eles também devem ser capacitados ao uso

de técnicas preditivas, envolvendo o uso de instrumentos de medição de temperatura, pressão, deslocamento, tensão, frequência de vibração etc. adicionalmente, é fundamental que os técnicos de manutenção saibam orientar os operadores a respeito da melhor forma de operar e manter os equipamentos.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009, p.241), os tipos de manutenção envolvem, basicamente a manutenção corretiva, manutenção preventiva e a manutenção preditiva. A manutenção preditiva (que pode utilizar sensoriamento remoto, análise de vibração. Termografia e outras técnicas) quando viável, deve ser escolhida, pois ela permite que os reparos e substituições de peças sejam feitos exatamente quando necessários. Se não for possível o uso de métodos preditivos, a segunda opção é a manutenção preventiva, que estabelece reparos e substituições a intervalos regulares. A manutenção corretiva por sua vez, é feita depois da ocorrência da falha. Normalmente envolvem maiores tempos de reparos (pois a atividade não foi planejada) e maiores custos, associados a horas mobilizadas, parada de linha, perdas de produção e perda da qualidade.

Segundo Cuignet (2006), a manutenção preventiva sistemática consiste em efetuar a manutenção de um equipamento a intervalos regulares, de forma sistemática. Em certos casos, trata-se de um intervalo de tempo. Assim um determinado equipamento será revisto todas as sexta-feiras, um outro todos os meses.

Segundo Slack (2009), a estratégia da manutenção corretiva, trabalhar até quebrar, é usada com frequência nos casos em que o conserto é fácil (logo, a consequência da falha é pequena), quando a manutenção preventiva é dispendiosa ou quando a falha não é previsível de forma nenhuma (logo, não há vantagem na manutenção preventiva, por que a falha tem a mesma probabilidade de acontecer antes ou depois do conserto). A manutenção preventiva é usada quando o custo da falha não planejada é alto (devido à interrupção da produção normal) e quando a falha não é totalmente aleatória (assim, o momento da manutenção pode ser programado antes que a falha se torne muito provável).

Segundo Cuignet (2006), planejar as atividades de manutenção no dia a dia é essencial se quisermos executá-las com o máximo de eficácia. O planejamento diário por exemplo, ao pessoal:

- Preparar antecipadamente o material necessário para as intervenções;
- Coordenar a atividade das várias especialidades necessárias;
- Assegurar-se de que os recursos necessários estão disponíveis em número e qualidade;
- Certificar-se de que as medidas de segurança necessárias serão tomadas;

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009) a gestão das atividades de manutenção envolvem a classificação dos equipamentos, a programação das atividades e a definição de padrões de trabalho. A classificação dos equipamentos leva em consideração sua importância. A importância é definida analisando quais as linhas de produto que dependem do equipamento, se ele é um equipamento gargalo, se possui redundância, o tempo médio de reparo, enfim, qual é a consequência de uma falha nesse equipamento.

Segundo Slack (2009), a maioria das operações produtivas planeja sua manutenção incluindo certo nível de manutenção preventiva regular, o que resulta em uma probabilidade razoavelmente baixa, mais finita, de falhar. Normalmente, quanto mais frequente os episódios de manutenção preventiva, menor é a probabilidade de ocorrer falhas. O equilíbrio entre manutenção preventiva e manutenção corretiva, é estabelecido para minimizar o custo total das paradas. Manutenção

preventiva pouco frequente custara pouco para realizar, mais resultara em alta probabilidade e, portanto, custo de manutenção corretiva. De forma inversa, manutenção preventiva muito frequente será dispendiosa para realizar, mais ira reduzir o custo de ter que providenciar manutenção corretiva. O custo total de manutenção parece ter um ponto mínimo em nível “ótimo” de manutenção preventiva.

Cuignet (2006) “se quiser melhorar continuamente a eficácia do processo de manutenção, é necessário controlar o desempenho, ou seja, só se pode melhorar o que se mede”.

Cuignet (2006) “tal como o planeamento diário, o planeamento semanal contribui para melhorar a eficácia do processo de manutenção, mais também permite prever mais facilmente dificuldades”.

Fogliatto e Ribeiro (2009), faz parte da manutenção planejada estabelecer tanto o planeamento anual das atividades como a programação final da manutenção, otimizando o uso dos recursos disponíveis: pessoas, bancadas de trabalho, ferramentas, instrumentos etc. Também faz parte da manutenção planejada estabelecer os padrões a serem seguidos em todas as intervenções.

Cuignet (2006), o acompanhamento semanal permite maior distanciamento do que o acompanhamento diário e, nessa medida, analisar:

- O índice de execução do plano semanal. Qual é? Que acontecimentos imprevistos foi necessários gerir? De que outra forma se poderá agir numa próxima vez?
- O índice de planificação;
- A eficácia dos intervenientes internos e externos.

Segundo Almeida (1996), citado por Baccarini (2005), os custos da manutenção representam a maior parte dos custos operacionais de toda a fabricação. Podem representar entre 15% à 40% dos custos de muitos produtos. Por exemplo, em indústrias relacionadas com alimentos, o custo médio de manutenção chega a representar 15% do custo total do produto, enquanto em siderúrgicas, indústrias de papel e celulose e em outras indústrias pesadas, a manutenção chega a representar 40% do custo total do produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Métodos

Por meio dos dados coletados na indústria, foi proposta a aplicação de métodos para evitar maiores paradas em linhas de produção, melhorando a qualidade dos processos e de seus equipamentos, visando a aplicação de uma ação mais preventiva do que corretiva, minimizando custo.

Por meio da pesquisa, pretende-se melhorar o sistema de manutenção elétrica e aumentar os cuidados com os equipamentos elétricos como um todo.

Foram coletados dados de agosto de 2011 até agosto de 2012 da empresa Duratex S/A na área das prensas da linha de produção 1, 2 e 3, sendo todos os motores usados para transportes de chapas. Na ocorrência de alguma queima de motor, ocorre uma parada na linha de produção, diminuindo a produtividade e a qualidade do material que será prensado.

Foram elaborados gráficos com os dados obtidos da indústria para se efetuar uma análise detalhada da quantidade de motores queimados e as principais causas de queima, além da identificação dos períodos com maior frequência de queima de motores.

3.2 Estudo de caso

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando-se dados da indústria Duratex, que uma das unidades está instalada na cidade de Botucatu do estado de São Paulo, como mostrado abaixo o histórico da empresa na cidade:

1973: Implantação da 1ª linha de produção de chapas de fibra em Botucatu (SP).

1997: Conquista da certificação ISO 14001 em fazendas florestais de Botucatu e o Viveiro de produção de mudas em Lençóis Paulista. Início da operação comercial da linha de MDF (Medium Density Fiberboard) no Brasil, instalada na unidade de Agudos (SP).

2003: Produção da 1ª chapa de MDF eucalipto. Inauguração da nova linha de produção de eucalipto em Botucatu, SP.

Hoje a indústria trabalha com 4 linhas de produção onde se encontra com um número de 3807 motores, sendo 2878 em operação e 929 na reserva sendo de muita importância para o processo produtivo.

Por ser uma linha que esta trabalhando 24 horas por dia sem parar acaba ocorrendo muito desgaste de peças e por esse motivo a área de manutenção como um todo realiza programas de manutenção evitando maior número de paradas.

Hoje tem-se paradas programadas a cada 45 dias, sendo que há variação entre as 4 linhas de produção. A parada programada dura 1 dia, onde são realizadas todas as intervenções preventivas.

No presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados fornecidos pela empresa descrevendo a quantidade de falhas, queimas e reparos de motores, no período de agosto de 2011 a agosto de 2012.
- Notebook
- Manuais de fabricantes
- Impressora
- Termovisor Fluke Ti9
- Editor de texto e planilha eletrônica

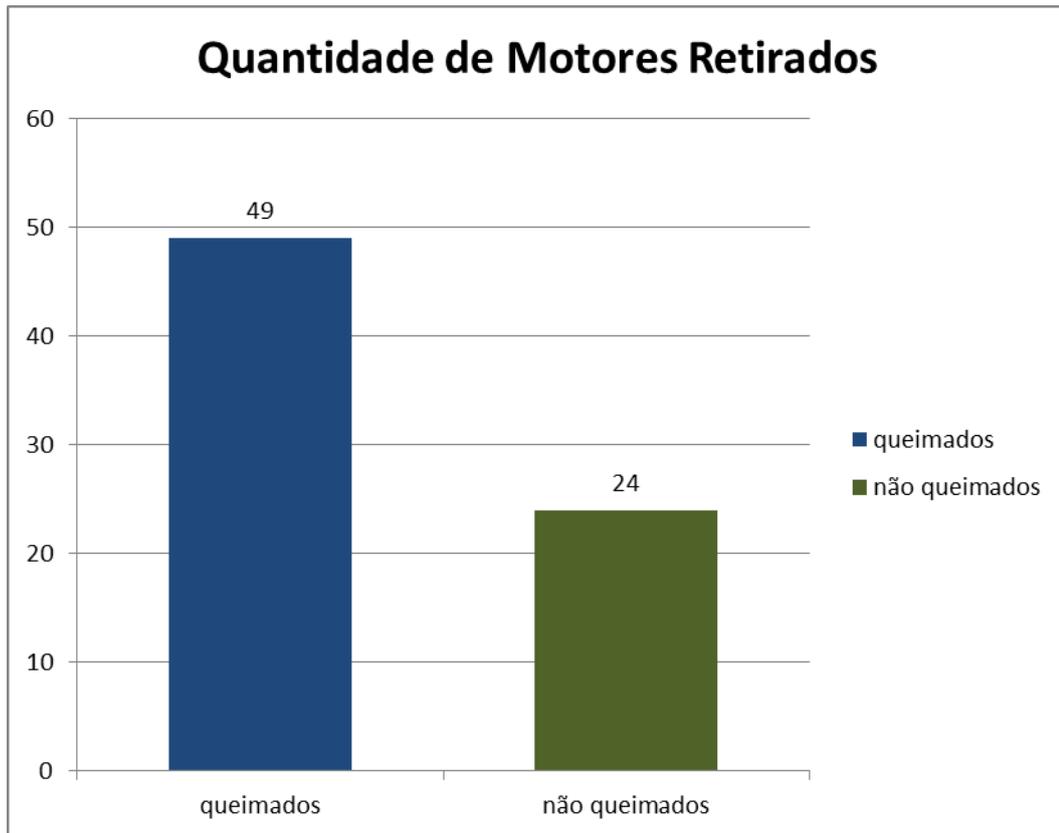
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os dados dos motores da área de prensa no período de um ano, na qual tem vários motores instalados. Os motores que mais apresentaram problemas são os de transporte de chapas, que totalizam 57 motores divididos em 3 linhas de produção.

Durante esse período constatou-se que houve a retirada de 73 motores, sendo que 49 motores foram retirados devido a problemas com os mesmos, e outros 24 foram retirados em paradas programadas como mostrado na Figura 16, havendo repetição de motores.

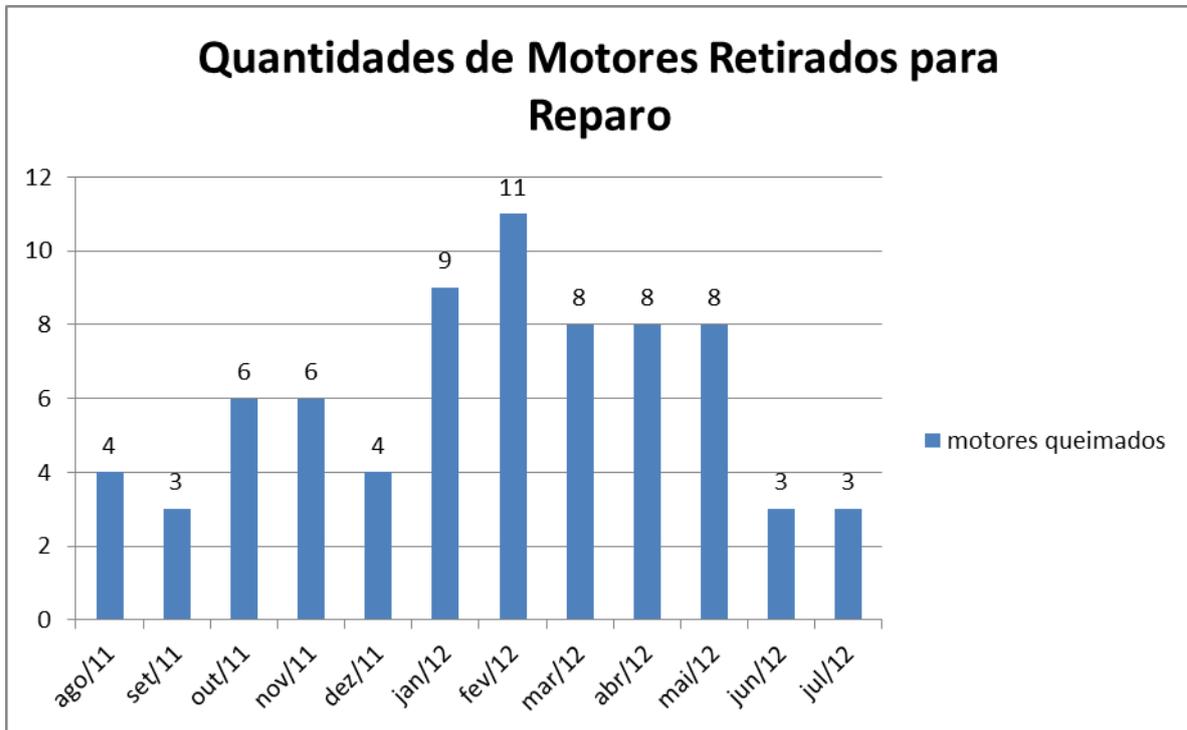
Com esses dados, observou-se que a grande maioria dos motores foram retirados sem que fosse programado uma parada para troca, gerando, assim, um grande tempo desperdiçado, já que em média a troca de um motor que venha a queimar dura aproximadamente 30 minutos.

Figura 16 - Quantidades de Motores Retirados



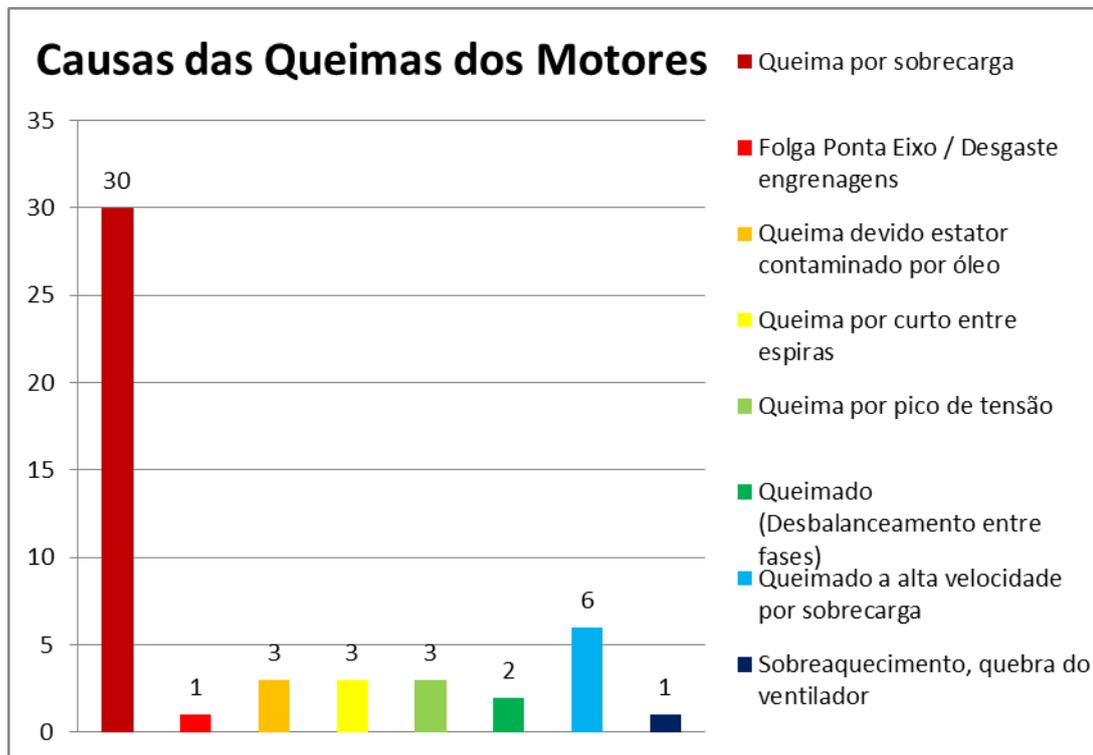
Foram analisados os meses em que houve maior número de queimas para ver quais períodos do ano que ocorre falhas nos motores com maior frequência. Foi observado que no período de janeiro a maio de 2012 houve uma maior incidência de queimas, período onde o verão é mais intenso. Se o motor vier a aquecer demais, queima devida a sobrecarga, já que derrete o verniz de isolamento do motor fechando curto em seu enrolamento. Esse aquecimento pode ocorrer também por falta de ventilação ou travamento do transporte em que o motor está trabalhando. A Figura 17 mostra a quantidade de motores queimados por mês.

Figura 17 - Quantidade de Motores Retirados por Mês



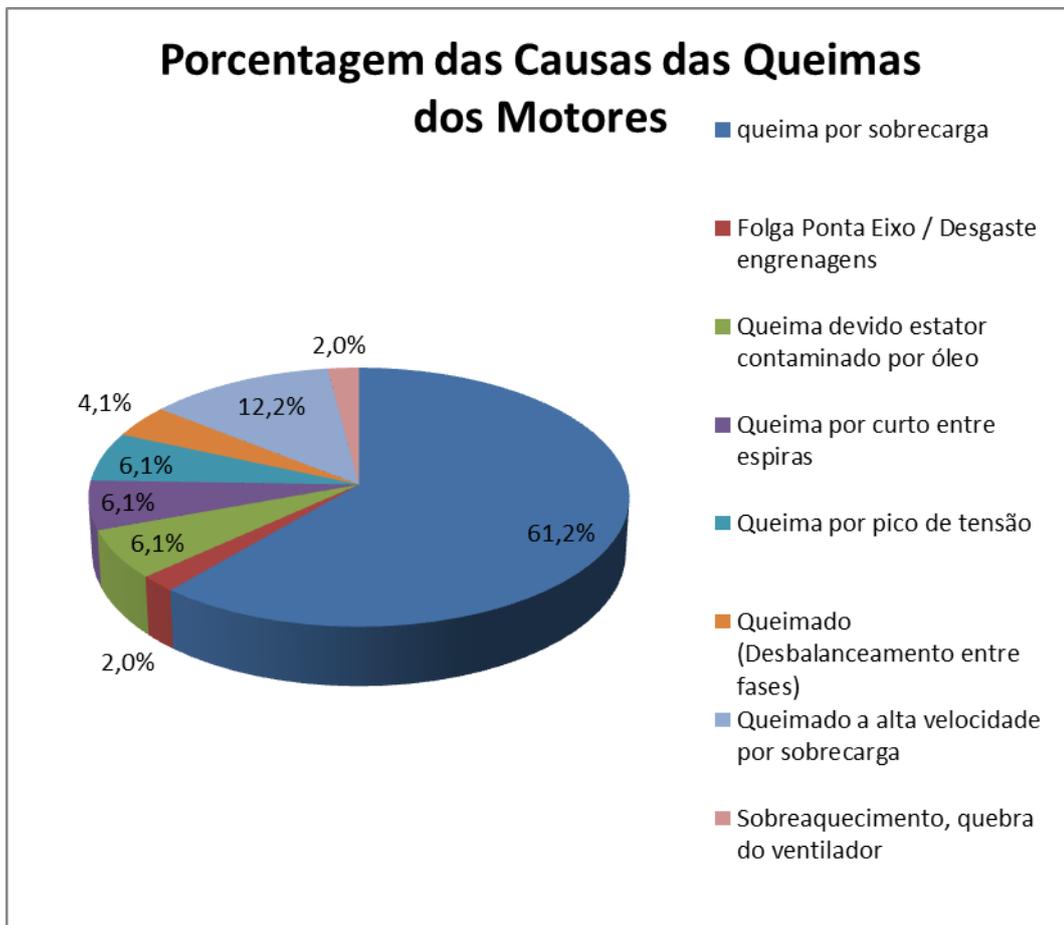
Após a verificação dos meses com maior incidência de queima de motores, foram analisados os motivos das retiradas de todos os motores no período estudado e notado que a maioria dos motores queimou por sobrecarga. Em um total de 49 motores queimados, 30 foram queimados por sobrecarga, como mostra a Figura 18.

Figura 18 - Causas das Queimas de Motores



A Figura 19 mostra um gráfico percentual das causas das queimas dos motores. Com isso observou-se que 61,2% dos motores queimaram por sobrecarga devido vários fatores já citados anteriormente como sujeira, travamento, etc. A segunda maior causa com 12,2% foi por queima a alta velocidade devido a sobrecarga na bobina de alta velocidade. Sendo assim, pode-se concluir que a solução destas duas causas poderia resolver 73,4% das paradas da linha por troca de motores de maneira corretiva e emergencial.

Figura 19 - Porcentagem das Causas das Queimas Dos Motores

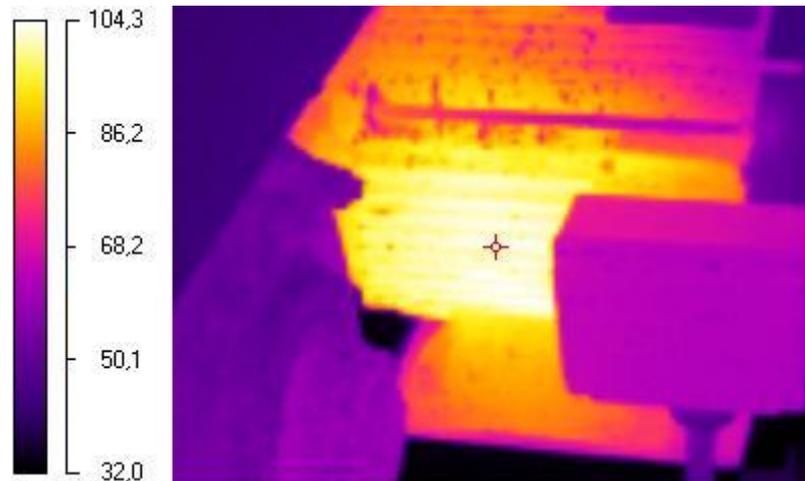


Analisando-se os dados, concluiu-se que programas de manutenção poderiam minimizar essas paradas e obter um ganho de produção. Hoje são utilizadas rotas de inspeção na linha de produção, realizando-se a verificação de todos os motores da fábrica. As rotas de inspeção têm como itens para serem verificados: a temperatura do motor, ruído, limpeza, sistema de freio, posicionamento de chaves fim de curso e sensores de toda área de prensa. As inspeções são divididas em todos os turnos e também existe a manutenção preventiva que é realizada a cada 45 dias em média, variando por linhas de produção, já que existem 3 linhas de produção do processo de chapas Duratree.

Os dados coletados pelas rotas de inspeção não são dados numéricos de temperatura, o que dificulta a análise de variação de temperatura do motor. Os inspetores utilizam o aparelho de termovisão da marca *Fluke* para verificar pontos de aquecimento de motores que ajudam a encontrar problemas em rolamentos de motores, pois mostra um aquecimento maior na parte frontal ou traseira do motor ou até mesmo mostrando uma falta de ventilação em motores. A Figura 20 mostra que o motor chegou a atingir uma temperatura de 104,3°C no ponto central,

mostrando, assim, uma falta de ventilação devido a uma obstrução da entrada de ar do mesmo.

Figura 20 - Motor visto por termovisão com falta de ventilação



Não somente a falta de ventilação que causa sobrecarga em motores, mas também se o motor estiver com as correias ou correntes de acionamento esticadas ou fora de alinhamento, gerando um grande esforço no motor. Atualmente existem inspetores, mas como é uma área de alto volume de maquinários, muitas falhas acabam ocorrendo antes que os inspetores cheguem a verificar a máquina.

A troca de motores fez com que a empresa trouxesse os motores reserva da área de prensa para um local mais próximo das linhas de produção para reduzir o tempo de troca e a implantação de *plug's*, que reduzem o tempo para efetuar a ligação dos motores, além de aumentar a segurança do pessoal da manutenção que necessitam entrar no transporte para fazer algum reparo. Sendo assim, basta avisar o operador para parar e retirar o *plug* do motor, evitando que ele venha a ligar por algum motivo.

Será proposta para a fábrica uma manutenção mais preventiva do que corretiva tendo um ganho maior de produção e de qualidade buscando sempre impulsionar a melhoria continua de seus processos. Nesta proposta serão abordados os seguintes itens:

- a implantação de um relatório com acompanhamento diário das temperaturas dos motores, para que seja feito um melhor controle de aquecimento e de outros problemas que possam levar a queimas dos motores, aliada a rota de inspeção que é realizada hoje;

- a melhoria do sistema de ventilação dos motores instalando ventilação forçada ou a alteração da classe de isolamento para suportar a alta temperatura encontrada na área;
- um maior controle dos relés e contatores que acionam os motores, pois eles trabalham o ano todo e tem uma vida útil de atuação, devido ao grande número de manobras, evitando o mau contato que pode ocasionar falta de algumas das fases que alimentam o motor, gerando um desbalanceamento e podendo provocar a queima do motor;
- contar com a colaboração do setor de operação, com a verificação de ruídos anormais de motores, para que o setor de manutenção possa providenciar o motor reserva ou até mesmo fazer uma atuação para que não precise parar a linha de produção.

5 CONCLUSÃO

A procura da eficiência da manutenção em minimizar ou reduzir os problemas e as paradas levaram a realização de vários estudos para a melhoria, visando um aproveitamento da mão de obra e de seus equipamentos.

O estudo realizado busca melhorar a qualidade dos dados dos motores para prevenir e melhorar o sistema de manutenção atual, visando uma redução dos custos da manutenção tendo um retorno em produtividade e em tempo de paradas não programadas.

O sistema proposto visa ter um controle mais eficaz por meio de dados quantitativos, podendo gerar um gráfico de cada motor tendo um histórico de comportamento do motor até a sua manutenção preventiva, onde pode ser feito o reparo ou a retirada, economizando o valor de ter que reparar um motor por queima.

Esse controle seria muito importante para o cálculo de vida útil de cada contator de acionamento do motor, verificando a necessidade de troca por peças novas, já que a falha de algum componente pode danificar os motores e a prevenção pode reduzir paradas.

Os programas de manutenção atuais são mais eficientes comparados aos programas anteriores, mas para acompanhar o mercado competitivo, deve-se buscar sempre a melhoria contínua na produção e na manutenção, na intenção de permanecer sempre como uma das melhores empresas do ramo de madeira de fibra reconstituída.

REFERÊNCIAS

ABB Ltda - Discrete Automation and Motion – **Motores de indução trifásico de baixa tensão**<[http://www05.abb.com/global/scot/scot321.nsf/veritydisplay/db497218b78ee839c1257a2c0023e270/\\$file/Catalogo%20Motores%20de%20inducacao%20trifasicos%20BRCC_06_12.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot321.nsf/veritydisplay/db497218b78ee839c1257a2c0023e270/$file/Catalogo%20Motores%20de%20inducacao%20trifasicos%20BRCC_06_12.pdf)> Acesso em: 30 mai. 2012.

BRITO, J. N., **Desenvolvimento de um Sistema Inteligente Híbrido para Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos**, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002. 214 p. Tese (Doutorado).

BACCARINI, L. M. R., “**Detecção e Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução**”, Belo Horizonte, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. Tese (Doutorado).

BACCARINI, L.M.R. **Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução**.2005.p1. Universidade Federal de Minas Gerais - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Disponível em:<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/HSAA-6MJPWH/1/lane_maria_rabelo_baccarini.pdf> Acessado em: 31 de maio 2012.

CUIGNET, RENAUD. **Gestão da manutenção - melhore os desempenhos operacionais e financeiros da sua manutenção**. Ed.Lidel, Lisboa,2006.

LAMIM, P.C.M.F. **Momitoramento permanente de motores de indução trifásico**.2007.p148. Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, 2007.

LAMIM, P.C.M.F.**Acompanhamento Preditivo de Motores de Indução Trifásicos Através da Análise de Fluxo Magnético**.2003.p148. Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, 2007.

FOGLIATTO, F.S; RIBEIRO, J.L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**.ed.Elsevier, Rio de Janeiro,2009.

FLUKE, **Inspeção de Motores Elétricos** <<http://www.fluke.com/fluke/brpt/solutions/ti/inspe%C3%A7%C3%A3o-de-motores-el%C3%A9tricos.htm>> Acessado em: 23 set. 2012.

GEREMIA, C.F. **Desenvolvimento de programa de gestão voltado a manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento dos processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do TPM**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001. 211p.

GEREMIA, C.F. **Desenvolvimento de programa de gestão voltado à manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento dos processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do total productive maintenance (TPM)**.2001.p211.Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2845/000326846.pdf?sequence=1>> Acessado em: 31 Maio 2012.

OAKLAND, J.S. **Gerenciamento da Qualidade Total**. São Paulo: Mobil, 1994.

SLACK,N.,CHAMBERS,S.,JOHNSTON,R. **Administração da Produção**. Edição 3. Editora Atlas, 2009.

VOGES – MOTORES – **Motores elétricos trifásicos tipo motofreio**

<http://www.voges.com.br/_arquivos/motores/motofreio.pdf> Acesso em: 29 mai. 2012.

SEW EURODRIVE – **Motores CA DR/DZ/DTE/DVE, Servomotores Assincronos CT/CV – Instruções de Operação** <<http://br.sew-eurodrive.com//download/pdf/11291796.pdf>>

Acesso em: 30 mai. 2012.

WEG – **Catalogo de Motores Elétricos** - Linhas de Produtos - Características -

Especificações - Instalações – Manutenções< <http://www.coe.ufrj.br/~richard/Acionamentos/Catalogo%20de%20Motores.pdf>> Acesso em: 31mai. 2012.

Anexos

Descrição do Equipamento	KW	TAG	Motivo de Envio	Queimado
Motoredutor Sew 4 Kw 4 Polos 50 Rpm	4	13ML2-M01	Vazamento de óleo para o estator	Não
Motoredutor Sew 4 Kw 4 Polos 50 Rpm	4	13ML4-M01	Rolamentos avariados	Não
Motoredutor Sew R77DZ132S8/4/BMG	5,1	13TML2-M01	Folga Ponta Eixo / Desgaste engrenagens	28/02/12
Motor Sew 1.8/3.3 Kw DZ132S8/4B	5,1	13TR1-M01	Instalar novo redutor R87, l= 18.8 (motor queimado)	01/07/12
Motoredutor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos 46/93 Rpm	5,1	13TR1-M01	Rolamentos avariados	Não
Motoredutor Sew R77DX132S8/4BMG	5,1	13TR2-M01	Quebra da ponta de eixo do redutor	Não
Motoredutor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos 46/93 Rpm	5,1	13TR2-M01	Queimado por sobrecarga	05/11/11
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 42/84 Rpm	5,3	13TR3-M01	Vazamento de óleo para estator	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 42/84 Rpm	5,1	13TR5-M01	Sistema de freio avariado / Revisão geral	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 42/84 Rpm	5,3	13TR5-M01	Motor queimado	01/11/11
Redutor R86, Redução 29.8:1 (28/57 Rpm)	5,1	13TT2-M01	Engrenagens danificadas, vazamento de óleo	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	5,1	13TT3-M01	Motor queimado	30/04/12
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	5,3	13TT3-M01	Vazamento de óleo para o estator	Não
Motoredutor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	5,1	13TT3-M01	Motor queimado	01/12/11
Motoredutor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos 28/57 Rpm	5,1	13TT4-M01	Estator contaminado por óleo / Cabos ressecados	Não
Motoredutor Sew 4 Kw 4 Polos	4	23ML3-M01	Isolação do estator ressecada	Não
Motoredutor Sew 4 Kw 4 Polos 50 Rpm	4	23ML4-M01	Motor queimado por sobrecarga	01/01/12
Motor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos	5,3	23TR1-M01	Ponta de eixo avariada	Não
Motor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	23TR2-M01	Vazamento de óleo para o estator	Não
Motoredutor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos 46/93 Rpm	5,1	23TR3-M01	Vazamento de óleo / Cabos superaquecidos	Não
Redutor Sew R77	5,1	23TR4-M01	Ponta de eixo saída redutor quebrada	Não
Redutor R80, l= 19.35	5,1	23TR5-M01	Engrenagens avariadas	Não
Motoredutor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	23TR5-M01	Rolamentos avariados / Ruído no redutor	Não
Motoredutor Sew R77DX132S8/4/BMG	5,1	23TR7-M01	Redutor com vazamento de óleo e folga ponta eixo	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos	5,3	23TT2-M01	Motor queimado	26/06/12
Motoredutor Arno 3/4.4 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	7,4	23TT2-M01	Ventoinha quebrada	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	5,1	23TT2-M01	Motor queimado	12/04/12
Motoredutor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	23TT2-M01	Queima por pico de tensão	24/10/11
Motoredutor Arno 3/4.4 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	7,4	23TT3-M01	Cx ligação quebrada, adaptar nova caixa	Não
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	23TT3-M01	Motor queimado por sobrecarga	16/02/12
Motoredutor Asea 4 Kw 4 Polos 56 Rpm	4	23TT3-M01	Queimado devido estator contaminado por óleo	17/12/11
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	23TT3-M01	Queima por sobrecarga	03/11/11
Motoredutor Asea 2/3.3 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	5,1	23TT4-M01	Motor queimado	17/04/12
Motoredutor Arno 3/4.4 Kw 8/4 Polos 26/53 Rpm	7,4	23TT4-M01	Queima devido estator contaminado por óleo	13/01/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC10-M01	Ventoinha quebrada / Revisão geral	Não
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC10-M01	Motor queimado	01/03/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC11-M01	Queimado por sobrecarga	02/02/12
Motor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC13-M01	Motor queimado por sobrecarga	10/01/12
Motor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC17-M01	Pé quebrado	Não
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC19-M01	Rolamentos avariados	Não
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC21-M01	Motor queimado por sobrecarga	17/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC21-M01	Queimado por sobreaquecimento devido quebra do ventilador	17/10/11

Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos / 132 L	5,1	33TC22-M01	Queimado (Desbalanceamento entre fases)	27/05/12
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos / 132 L	5,1	33TC22-M01	Queima da alta velocidade	27/02/12
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos / 132 L	5,1	33TC22-M01	Queimado a alta velocidade por sobrecarga	05/01/12
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Queima por curto entre espiras	20/01/12
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Motor queimado por curto entre espiras	24/01/12
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Motor queimado por pico de tensão	12/12/11
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Queima da alta velocidade	06/11/11
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Queima por pico de tensão	13/10/11
Motor Eberle 1.8/3.3 Kw 12/4 Polos	5,1	33TC22-M01	Queimado (Desbalanceamento entre fases)	16/08/11
Motor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC24-M01	Queimado por curto entre espiras	08/09/11
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC5-M01	Queimado por sobrecarga	03/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC5-M01	Queimado por sobrecarga	05/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC5-M01	Queimado por sobrecarga	14/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC5-M01	Queimado por sobrecarga	12/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Rebobinamento classe H para teste	Não
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queimado, rebobinar com isolamento classe H	22/06/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Freio travando, rebobinar estator c/ isolamento classe H	Não
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Motor queimado	09/05/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queimado	26/04/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima por sobrecarga	15/04/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Motor queimado por sobrecarga	03/04/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queimado por sobrecarga	26/03/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Motor queimado por sobrecarga	21/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Motor queimado por sobrecarga	20/02/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima da alta velocidade	20/01/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima da alta velocidade	18/01/12
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima por sobrecarga	15/11/11
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima por sobrecarga	30/10/11
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queima por sobrecarga	27/09/11
Motor Asea 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC6-M01	Queimado alta velocidade	07/08/11
Motor Sew 1.8/3.3 Kw 8/4 Polos	5,1	33TC8-M01	Queimado por sobrecarga	15/03/12