

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**CLEVERSON LUIS MORAIS**

**LUIS PAULO FAVARIN MARQUES**

**LUKAS FELIPE ALVES DA SILVA BELINOVSKI**

**ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA PARA MOTORES ELÉTRICOS ASSÍNCRONOS  
TRIFÁSICOS COM EQUIPAMENTO FORA DE SERVIÇO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2017**

**CLEVERSON LUIS MORAIS**

**LUIS PAULO FAVARIN MARQUES**

**LUKAS FELIPE ALVES DA SILVA BELINOVSKI**

**ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA PARA MOTORES ELÉTRICOS ASSÍNCRONOS  
TRIFÁSICOS COM EQUIPAMENTO FORA DE SERVIÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Departamento Acadêmico de Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Edison Luiz Salgado Silva

**PONTA GROSSA**

**2017**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

### ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA MOTORES ELÉTRICOS ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS COM EQUIPAMENTO FORA DE SERVIÇO

Desenvolvido por:

CLEVERSON LUIS MORAIS  
LUIS PAULO FAVARIN MARQUES  
LUKAS FELIPE ALVES DA SILVA BELINOVSKI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado em 09 de JUNHO de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnologia em Automação Industrial. Os candidatos foram arguidos pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Edison Luiz Salgado Silva, MSc.  
Prof. Orientador(a), Presidente e Secretário(a) *ad hoc*

---

Prof<sup>a</sup>. Marcella S. Ribeiro Martins, MSc. – 1<sup>o</sup> Membro

---

Prof. Paulo S. Parangaba Ignácio, Esp. – 2<sup>o</sup> Membro

Ao Deus que nos criou e ajudou na criatividade desta tarefa. Aos nossos familiares, que torceram a cada semestre para a busca deste sonho.

## **AGRADECIMENTOS**

O Deus, por ter nos dado sabedoria, saúde, força e persistência para superar as dificuldades no decorrer deste Curso.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje deslumbramos um horizonte superior.

Ao nosso orientador Edison Salgado, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de nossa formação, o nosso MUITO OBRIGADO.

## RESUMO

MORAIS, Cleverson Luis; MARQUES, Luis Paulo Favarin; BELINOSKI Lukas Felipe Alves da Silva. **Estudo e implementação de um plano de manutenção preventiva para motores elétricos assíncronos trifásicos com equipamento fora de serviço.** Trabalho (Conclusão de Curso) Tecnologia em Automação Industrial. Ponta Grossa, 2017.

O presente trabalho tem em seu contexto uma discussão em torno de possíveis falhas que possam ocorrer em motores elétricos assíncronos trifásicos. Os motores são utilizados nas máquinas que fazem parte de uma indústria alimentícia, revendo em potencial a necessidade de efetuar procedimento buscando-se a melhoria contínua do processo produtivo na cervejaria Adriática em Ponta Grossa Paraná. Para tanto, leva-se em consideração um dos fatores de grande importância nos dias atuais, ou seja, é premente a intenção de atender demandas cada vez maiores no contexto industrial, pois a concorrência acirrada é extensa. São enfatizadas obras relativas ao tema ora exposto, com vistas a apresentar uma proposta em torno do plano de manutenção que esteja ao alcance dos objetivos propostos. Foi criado um modelo de manutenção preventiva. Com isso pretende-se colaborar para a redução de ocorrência de falhas em motores assíncronos trifásicos. A proposta visa melhorar o desempenho dos equipamentos, garantindo o máximo de segurança no processo, com a consequente redução de custos com mão de obra e perdas, evitando o maior erro padronizando as atividades a serem realizadas. Foi utilizada uma metodologia com base em um levantamento bibliográfico, em obras relativas ao tema exposto. Alcançados resultados foram a redução da quebra de motores e consequentemente o menor custo com manutenção externa para reparos.

**Palavras chave: Manutenção. Falhas potenciais. Motor.**

## ABSTRACT

MORAIS, Cleverson Luis; MARQUES, Luis Paulo Favarin; BELINOSKI Lukas. **Implementation study of a preventive maintenance plan for three-phase asynchronous electric motors with stationary equipment.** f. Work (End of Course) Technology in Industrial Automation. Ponta Grossa, 2017.

The present work has in its context a discussion about possible failures that may occur in three phase asynchronous electric motors. The motors are used in machines that are part of a food industry, potentially reviewing the need to carry out a procedure seeking the continuous improvement of the production process in the Adriatic brewery in Ponta Grossa Paraná. In order to do so, one of the factors of great importance is taken into account in the present day, that is, it is urgent the intention to meet ever greater demands in the industrial context, since the fierce competition is extensive. Work on the subject is emphasized, with a view to presenting a proposal on the maintenance plan that is within reach of the proposed objectives. A preventive maintenance model was created. This is intended to help reduce the occurrence of faults in three-phase asynchronous motors. The proposal aims to improve the performance of the equipment, guaranteeing maximum safety in the process, with the consequent reduction of costs with labor and losses, avoiding the biggest mistake by standardizing the activities to be performed. A methodology was used based on a bibliographical survey, in works related to the exposed topic. Achieved results were the reduction of the engine breakdown and consequently the lower cost with external maintenance for repairs.

**Keywords: Maintenance. Potential failures. Motor.**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1.	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1.1.1.	<b>Geral.....</b>	<b>12</b>
1.1.2.	<b>Específicos .....</b>	<b>12</b>
1.2.	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
2.1.	<b>MOTORES ELÉTRICOS E SEU IMPACTO NA INDÚSTRIA.....</b>	<b>13</b>
2.2.	<b>MOTOR TRIFÁSICO.....</b>	<b>14</b>
2.3.	<b>MANUTENÇÃO .....</b>	<b>15</b>
2.4.	<b>ESTRATÉGIAS PARA CONFIABILIDADE DE MOTORES .....</b>	<b>17</b>
2.5.	<b>HISTÓRICOS DAS FALHAS.....</b>	<b>19</b>
2.6.	<b>IDENTIFICAÇÕES DE LACUNAS.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ROTINAS DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>



## ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 - Tensão nominal do motor X Tensão do Megômetro.....	25
Tabela 2 - Temperatura do motor X Fator de correção .....	25
Tabela 3 - Limite e interpretação.....	25
Tabela 4 - Limites para cabos de aterramento.....	28
Tabela 5 - Custo para cada falha de motor .....	35
Tabela 6 - Relação de perda de motores .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Rotor do motor .....	14
Figura 2 - Estator do motor .....	14
Figura 3 - Aplicação de Produto BD-26 .....	26
Figura 4 - Ponto de aterramento no motor .....	27
Figura 5 - Aplicação de Produto Protec .....	29
Figura 6 - Distância mínima do motor até a parede .....	30
Figura 7 - Saliência de Parafuso na base .....	31
Figura 8 - Ajuste de Relé.....	32

## 1 INTRODUÇÃO

As práticas de manutenção passadas e atuais nos setores privado e governamental é formada pelas ações associadas à reparação do equipamento depois que ele está avariado. O dicionário define a manutenção como: "o trabalho de manter algo em condições adequadas". Isso implicaria que a manutenção deveria ser formada de ações tomadas para evitar que um dispositivo ou componente falhasse.

Infelizmente, as maiorias das instalações privadas e governamentais não investem em recursos necessários para manter o equipamento em bom estado de funcionamento. Em vez disso, eles esperam a falha do equipamento e, em seguida, tomam as medidas necessárias para reparação ou substituição.

O princípio orientador da manutenção preventiva é a aplicação regular e sistemática de conhecimento de engenharia e atenção de manutenção a equipamentos e instalações para assegurar sua funcionalidade adequada e reduzir sua taxa de deterioração. Além da engenharia dedicada, a preventiva engloba o exame, a inspeção, a lubrificação, o teste e os ajustes regulares do equipamento sem conhecimento prévio da falha do equipamento. A preventiva também fornece o quadro para todas as atividades de manutenção planejada, incluindo a geração de ordens de trabalho planejadas para corrigir possíveis problemas identificados por inspeção. O resultado é um ambiente proativo (e não reativo), otimizando o desempenho e a vida útil do equipamento. Guerra (2016)

Os programas da manutenção preventiva são esforços desenvolvidos otimizando a relação entre a propriedade do equipamento e os lucros operacionais, equilibrando o custo de manutenção com o custo da falha do equipamento e as perdas de produção associadas. O custo da propriedade do equipamento é função de três fatores: preço de compra, vida do equipamento e custo de manutenção. O custo total de manutenção é a soma do custo material e trabalhista necessário para reparar o item, o custo da manutenção preventiva para evitar reparos, além do custo da perda de produção enquanto a unidade está fora de serviço para reparos. A manutenção preventiva inclui ações que prolongam a vida útil dos equipamentos e evitam falhas desnecessárias ao substituir o esforço programado seletivo para "reparar quando falha".

Um programa de manutenção preventiva total é essencial para um processo de produção eficiente, confiável e seguro. Os benefícios são diretos e substanciais, incluindo: alta qualidade do produto, longa vida útil da máquina, diminuição de parada do trabalho, alta segurança, moral elevado e menos frustrações.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Geral**

O principal objetivo deste trabalho é: o desenvolvimento e aplicação de um plano de manutenção de motores assíncronos trifásicos.

### **1.1.2. Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Diminuir as falhas e aumentar a vida útil dos motores, ganhando em disponibilidade, redução do custo da manutenção e maior produtividade.
- Levantar dados de falhas a fim de histórico para análise futura.
- Estudar as recomendações do fabricante para embasar o plano de manutenção.
- Aperfeiçoar todo o sistema a fim de evitar perdas de rendimento.
- Aumento de produção com a redução do número de falhas por motores.
- Redução do custo de manutenção com atendimento corretivo.

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Analisando o número alto de queima de motores durante os primeiros anos de funcionamento da Cervejaria Adriática, houve a necessidade de implementação de um plano de manutenção de motores elétricos assíncronos trifásicos, a fim de diminuir significativamente paradas de máquinas e gastos não programados com manutenção de motores.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. MOTORES ELÉTRICOS E SEU IMPACTO NA INDÚSTRIA**

A constante transformação tecnológica deixou evidente na indústria o impacto causado pela tecnologia avançada gerando processos significativos na manufatura, às máquinas foram informatizadas, ganhando painéis que funcionam como computadores. Assim, muitos operadores e profissionais de manutenção tiveram que atualizar seus conhecimentos para não ficarem para trás. Aprenderam a operar esses novos equipamentos e se mantiveram no mercado agregando outras habilidades e competências (GONÇALVES, 1994).

Em meio a essa revolução tecnológica, as mudanças já estão acontecendo de longa data, isso levou muitos dirigentes a repensarem o processo de manutenção em suas empresas. Devido a grande transformação tecnológica e conseqüente a isso a eficiência desses equipamentos surge a cobrança que os equipamentos tenham sua total disponibilidade para produção.

Na seção de manutenção da indústria, o motor elétrico é conceituado como um componente que, em longo prazo, é responsável pelo maior custo sobre os bens de consumo a que ele compõe, pois o custo com a energia elétrica é muitas vezes bem maior que o próprio valor do equipamento. Para que se possa compreender seu impacto na indústria e ter uma ideia do que isso significa, basta entender que na área industrial, os motores elétricos são responsáveis por quase 70% de toda energia elétrica consumida dentro de seus processos (Eletrobrás/PROCEL, 2015).

Portanto a prevenção de fuga terra, desbalanceamento e arrefecimento ideal dos motores garantem uma maior vida útil e consecutivamente um menor consumo de energia por menores esforços, fazendo com que os maiores consumidores e conseqüentemente os mais importantes equipamentos de uma indústria tenham um melhor desempenho analisando uma visão de produção. Devido a esse fato em que os motores são os maiores consumidores dentro de uma indústria e um dos principais equipamentos para que as máquinas possam produzir cresce a necessidade da disponibilidade desse equipamento.

## 2.2. MOTOR TRIFÁSICO

Motores trifásicos são alimentados por um sistema de 3 fios, nos quais, podem ser síncronos ou assíncronos. O presente trabalho trata apenas de motores assíncronos, os quais significam a grande maioria nas indústrias.

O motor é dividido de forma simplificada em dois principais componentes:

Rotor: que é a parte móvel, ilustrado na Figura 1;

**Figura 1 - Rotor do motor**



Fonte: <https://5.imimg.com/data5/PN/AO/MY-27299090/downloa-500x500.jpg>

Estator ou carcaça: que é a parte fixa.

**Figura 2 - Estator do motor**



Fonte: <http://www.centralinduzidos.com/image/produtos/estatores.jpg>

Ao se aplicar tensão nos enrolamentos do Estator, como ilustra a Figura 2 se produz um campo magnético girante, resultando na velocidade que é proporcional a frequência da rede trifásica. Este campo girante provem do estator, pela alimentação trifásica com uma tensão alternada.

### 2.3. MANUTENÇÃO

A origem do termo manutenção segundo a concepção vista por MONCHY vem do vocabulário militar e significava manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O surgimento da palavra manutenção na indústria ocorreu em 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, por exemplo, esse termo está mais associado à palavra “conservação” (MONCHY, 1989).

Para Palmer (1998 *op cit* PIRES, 2005, p. 21),

[...] a finalidade da manutenção é permitir confiabilidade de capacidade a uma planta industrial. E seguindo este raciocínio, o autor aqui conclui que, é preferível investir em equipamentos que cada vez menos necessitem de intervenção, ao invés de se adotar uma política que busque ser eficiente na reação e reparo’.

Em suas pesquisas Nicoletti (2005) enfatiza que

As áreas de manutenção, quando identificadas e otimizadas dentro da cadeia de valor da organização, podem oferecer vantagem competitiva.

A cadeia de valor é formada por nove categorias genéricas subdivididas em duas atividades:

Atividades Primárias: Logística Interna e Externa, Operações, Marketing,

Vendas e Serviços; Atividades de Apoio: infraestrutura, gerência de RH, Desenvolvimento de Tecnologia e Aquisição.

Não obstante a isso, percebe-se a grande preocupação da maior parte dos autores em tornar evidente a importância da manutenção para a lucratividade da empresa, bem como seu status na atual conjuntura econômica que se vivencia no contexto mundial.

Ramos (2009, p. 18), destaca essa importância da manutenção do parque de máquinas de uma empresa, com base num passado histórico quando a manutenção era até então, considerada como fator de custos e gastos.

No passado, os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo de serviços repetitivos e de rotina, pura troca de peças, pouca técnica, improvisações e emergências. Contudo devido a sua elevada influência no ‘down time’ - parada de máquinas, durante a produção, por causas gerenciais e técnicas, vem sendo vista com novos olhos (RAMOS, 2009, p. 18).

Para outros autores, há também que considerar aspectos relevantes que envolvem redução de custos e lucratividade na empresa. Entretanto, percebe-se que a importância da função

[...] manutenção e a opção consciente de seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das organizações – e quando o são, acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos. O fator custo da manutenção, quando analisado isoladamente, acaba inibindo as empresas a considerar em sua estratégia essa manutenção, relegando-a a uma posição secundária ou, mesmo, a ser vista como um mal necessário (MARCORIN; LIMA, 2003).

Outros fatores de relevante importância para a empresa, diz respeito à redução do desempenho do equipamento, que traz a diminuição da qualidade e da produtividade, pode ser evitada com políticas adequadas de manutenção que garantam a eficiência do equipamento. Na opinião de alguns autores pode ser caracterizada a falta dessas políticas, além da redução da capacidade do processo, que pode acarretar “[...] paradas efetivas do equipamento, reduzindo a sua disponibilidade. A disponibilidade dos equipamentos depende da confiabilidade e da manutenibilidade por eles apresentadas” (Williams *et al*, 1994 *op cit* (MARCORIN; LIMA, 2003).

Além desses aspectos, acredita-se que não somente a manutenção possa ser considerada como uma demonstração de segurança para empresa seja no sentido de não gerar prejuízos financeiros, como também, pode evitar muitos acidentes de trabalho entre os operários e/ou diminuir o risco de acidentes. O que representa, também, um ponto positivo em relação às leis trabalhistas para a empresa.

O fato que deve ser ponderado em relação às rotinas de manutenção é que não identificar a causa fundamental do problema, além de ser o maior dos erros cometidos, pode atuar no efeito (sintoma) e não na causa.



## 2.4. ESTRATÉGIAS PARA CONFIABILIDADE DE MOTORES

Nas Indústrias, hoje caracterizadas por unidade de grande volume de produção e de alta complexidade, dotadas de sistemas sofisticados de automação, impõe-se, com grande acuidade, a necessidade de conhecer e controlar as possibilidades de falhas, parciais ou globais, que possam comprometer, além de certos limites, a missão produtiva. As perdas operativas traduzem-se aqui por elevados prejuízos econômicos para a empresa e para o país (MANUT, 2011).

A fim de prever falhas e melhorar a disponibilidade de equipamentos nasce a necessidade de estratégias de manutenção para aprimorar resultados e melhorar processos produtivos.

**Manutenção corretiva** – é a atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado. É oriundo da palavra “corrigir”. Pode ser dividida em duas fases:

**Manutenção corretiva não planejada** – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior;

**Manutenção corretiva planejada** – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha. “Pelo seu próprio nome planejado”, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

**Manutenção Preventiva** - é a atuação realizada para reduzirem falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. De acordo com Xavier (2003) um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, tem-se a tendência ao conservadorismo, os intervalos normalmente são menores que o necessário, o que implicam paradas e troca de peças desnecessárias;

**Manutenção Preditiva** - é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção.

A concepção de Xavier (2003) denota que quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizada, fazendo uma Manutenção Corretiva Planejada. Esse tipo de manutenção é conhecido como CBM — CONDITION BASED MAINTENANCE — ou manutenção baseada na condição. Essa manutenção permite que os equipamentos operem por mais tempo e a intervenção ocorre com base em dados e não em suposições;

**Manutenção Detectiva** - é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectarem falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra.

Os tópicos elencados acima fazem parte de uma pesquisa de grande destaque na Revista Gestão Industrial da UTFPR, sendo de autoria de Mario Otani e Waltair Vieira Machado, os quais sintetizam todo o procedimento que deve ser seguido no contexto da empresa industrial para manter o nível elevado do trabalho executado.

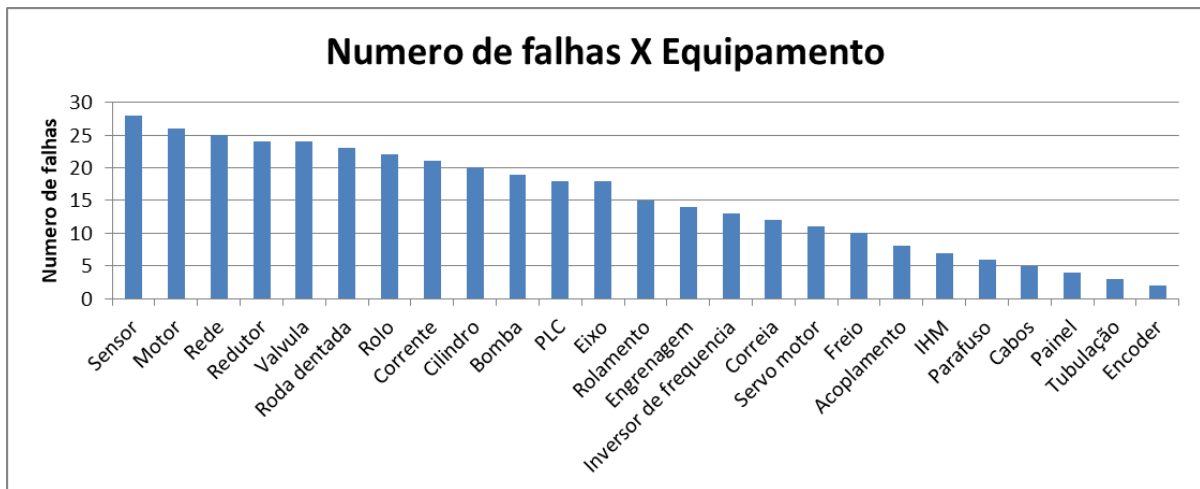
Manter um equipamento em constante funcionamento, evitando falhas e paradas não programadas, aumenta a confiabilidade de um processo. Estabelecer rotinas de inspeções e manutenções traz esse aumento de confiabilidade.

Uma falha não prevista, ou desconhecida, impacta diretamente em maiores tempos de parada, em maiores custos para substituições e, em alguns casos, quebras de programações de mão de obra ou remanejamento de mão de obra.

## 2.5. HISTÓRICOS DAS FALHAS

Analisando o histórico de falhas por equipamento de uma indústria multinacional representadas no gráfico 1, pode-se concluir que o motor é o segundo maior gerador de paradas nesta planta. Os dados foram contabilizados a partir do número de paradas identificadas em um banco de dados usado para gerenciar a manutenção. Esses valores mostram o tamanho do impacto que os motores representam na indústria no quesito parada de produção, e enfatizam a importância na análise preditiva e preventiva nesse equipamento.

**Gráfico 1 - Número de falhas por equipamento em uma empresa multinacional.**



**Fonte: SAP Cervejaria Adriática – AMBEV Ponta Grossa, levantamento de dados realizado em 10/06/2017 referente ao ano anterior.**

As causas mais comuns que geram falhas em motores são: contaminações internas por óleo, baixa resistência ôhmica, vedação danificada por umidade, sobrecarga no redutor e temperatura de trabalho acima do projetado.

Devido a isso foi identificada uma oportunidade de implantar um plano de manutenção para se reduzir modos de falha, identificados em um levantamento anual, com a finalidade de adquirir maior confiabilidade devido a grande importância dos motores trifásicos na área produtiva.

## 2.6. IDENTIFICAÇÕES DE LACUNAS

De acordo com Christopher (2009) em uma economia globalizada onde a principal forma de manter uma empresa no mercado é a manutenção da competitividade, faz-se necessário aplicar técnicas que permitam à empresa agregar valores de maneira integrada em todo o seu processo de trabalho fornecendo assim diferenciais competitivos atingindo às preferências do mercado consumidor.

As lacunas que devem ser identificadas são aquelas que deixam lastros de dúvidas no condicionamento da máquina. Foram definidas como lacuna as falhas em potenciais que levaram a eleição do motor como segundo maior causador de manutenção corretiva.

As lacunas sugerem a identificação das possíveis falhas nos equipamentos, com vistas a buscar e testar soluções para então, desdobrar estratégias que consolidem caracterização do conserto após a falha detectada e/ou a realização da manutenção emergencial.

Para desdobrar estratégias é necessário, num primeiro momento,

[...] caracterizar a disponibilidade crescente e maior vida útil dos equipamentos, pelas intervenções preventivas baseadas no tempo de uso após a última intervenção, pelo custo elevado de manutenção quando comparado aos benefícios, pelos sistemas manuais de planejamento e registro das tarefas e ocorrências de manutenção e posteriormente pelo início do uso de computadores grandes e lentos para execução dessas tarefas (MORAES, 2004).

Em consonância com esse autor, deve-se também, buscar um equilíbrio favorável ao custo benefício da empresa, para tanto, sugere que a empresa faz jus ao

[...] aumento significativo da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, pela melhoria na relação entre o custo e o benefício da manutenção, pelas intervenções nos equipamentos baseadas na análise da condição e no risco da falha, pela melhor qualidade dos produtos, pelo controle dos riscos para a segurança e saúde do trabalhador, pela preocupação com o meio ambiente, por computadores portáteis e rápidos com potentes softwares para intervenções e gerenciamento da manutenção, além do surgimento dos grupos de trabalho multidisciplinares (MORAES, 2004, p. 21).

Ao dar a diretriz ao equipamento motor, escolhido devido ao seu maior impacto em disponibilidade de máquina e seu maior consumo de energia, deu-se início ao levantamento das causas que levam a indisponibilidade desses equipamentos.

Foram levantadas as notas de atendimento emergencial em motores que estavam no banco de dados SAP<sup>1</sup>. Entre as falhas detectadas em motores industriais podem-se citar em potencial, que algumas delas são:

- A baixa resistência ôhmica,
- A contaminação interna (óleo),
- Aterramento danificado,
- A vedação danificada (umidade),
- Umidade nas conexões,
- O aquecimento anormal no motor,
- A sobrecarga (fixação),
- O térmico fora de ajuste,

A verificação em tempo real como função estratégica no contexto das organizações é fator preponderante e responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz para a gestão da manutenção (OTANI; MACHADO, 2008).

O fato de essas notas terem sido criadas no momento do atendimento, como preza a cultura da empresa estudada, levou a confiabilidade dos dados levantados. Fica em descrédito a falta de relato de alguma dessas falhas, onde fica ainda mais visível a quantidade de falhas geradas por motores.

Não se pode, no entanto, deixar de verificar que em se tratando de motores, há também, as falhas comuns que são caracterizadas como:

Falhas de origem mecânica, quando há:

- O desbalanceamento,
- O desalinhamento,
- O eixo torto ou empenado,
- Folgas mecânicas,

---

<sup>1</sup> SAP – É uma ferramenta utilizada nas indústrias para integrar um sistema de gestão. A SAP está no centro da revolução tecnológica atual. Na condição de líder de mercado no ramo de softwares aplicativos empresariais, ela ajuda as organizações a enfrentarem os efeitos danosos da complexidade, além de conseguirem gerar novas oportunidades de inovações e crescimento e se manterem à frente da concorrência.

- Rolamento travado (lubrificação).

Esses pormenores devem ser vistos com um olhar mais acurado sobre o motor. Devido ao que são falhas involuntárias que podem ocorrer acaso não seja efetuada uma verificação em tempo hábil para garantir o bom funcionamento do equipamento. As falhas por origem mecânica foram trabalhadas com outro procedimento que não se enquadra nesse enfoque. Este estudo somente abordará situações de origem elétrica que possam ser tratadas com equipamento fora de funcionamento.

Consideram-se, ainda, as falhas originadas pela parte elétrica que são comuns em motores elétricos assíncronos trifásicos, mas que se não forem analisadas antecipadamente, podem promover futuros incômodos, são elas:

- Curto de espiras,
- Bobina curto-circuitada,
- Curto na saída da ranhura,
- Curto interior na ranhura,
- Rotor travado,
- Superaquecimento.

Essas falhas, apesar de serem conceituadas como sendo comuns em motores, são prejudiciais, pois podem causar danos consideráveis. Foram somente consideradas para essa análise as falhas em potencial, devido ao foco do estudo ser manutenção preventiva elétrica em motores fora de serviço. Algumas dessas falhas são de origem mecânica, e outras devem ser tratadas com preditiva ou análise com motor em funcionamento, que fogem ao tema desse estudo.

As rotinas de manutenção da cervejaria Adriática, local da aplicação do plano e levantamento de dados, está dividida entre manutenção mecânica, elétrica e Automação/Instrumentação. As falhas apresentadas representam uma serie de problemas de origem elétrica e mecânica, onde somente serão abordadas neste estudo as falhas de origem elétrica. Dessas falhas elétricas somente serão tratadas as falhas que possam ser introduzida manutenção preventiva com o equipamento parado, devido as tratativas para equipamento rodando serem diferentes.

### 3 ROTINAS DE MANUTENÇÃO

O plano de manutenção busca a elaboração de uma série de atividades a serem executadas no equipamento a fim de trazerem informações padronizadas com foco nos principais problemas levantados na planta onde está aplicado. O procedimento é usado para orientar e levantar essas informações, também definindo padrões de preventivas para que alguns problemas não venham a acontecer. O procedimento de manutenção preventiva em motores abrange:

- Parâmetros baseados em especificações e normas técnicas padronizadas;
- Fotos do passo a passo de como executar,
- Modos de falha;
- Métodos eficientes de detecção de falhas com medições e comparações;
- Produtos especiais para limpeza interna, externa e proteção contra umidade;
- Resolver problemas durante a inspeção aumentando a vida útil.

O procedimento engloba 8 itens a serem seguidos, alguns deles orientam atividades voltadas para prevenção de falhas e outros orientam medições a fim de sanar problemas no ato da manutenção. Nos itens abaixo serão mostrados esses oito passos do procedimento ilustrados do item “A” ao item “H”.

#### **Item A: Medição da resistência de isolamento do motor.**

O primeiro item do procedimento define uma série de análises a serem feitas no bobinado do motor, definindo padrões de bloqueio de energia, itens de segurança a serem utilizados no momento da atividade e tabelas de comparações com resultados ideais ou com resultados que necessitem de alguma intervenção.

A partir do manual WEG (2016) foram levantadas estratégias de manutenção preventiva a fim de encontrar problemas com baixa isolação do motor.

Passos a serem executados no item A:

- Ler e entender o item A e seus pontos de atenção, cumprindo todos os passos descritos.
- Vestir o protetor facial e luvas NR10, para prevenção de algum surto elétrico.
- Eliminar a energia do sistema em que o motor se encontra acoplado. Exemplo: energia mecânica, elétrica, hidráulica e pneumática, garantindo que todas as energias que possam movimentar o motor sejam eliminadas garantindo a segurança da intervenção.

- Fazer testes de energia, garantindo que nenhuma energia residual possa movimentar o motor.
- Desligar chave seccionadora ou disjuntor de alimentação e bloquear com cadeado.
- Medir com multímetro, confirmando a ausência completa de tensão,
- Desligar os cabos de saída do contator, inversor de frequência ou Soft-starter e isolar as pontas.
- Abrir a caixa de ligação do motor.
- Anotar os terminais conectados as fases R, S e T, a fim de evitar erros no momento da religação.
- Desligar os três cabos de alimentação na caixa do motor.
- Identificar com o multímetro os grupos de bobinas e anotar.
- Medir a temperatura das bobinas pelo orifício da caixa de ligação com pirômetro e anotar.
- Medir a resistência de isolamento de cada grupo de bobina isoladamente em relação ao terminal terra e anotar. A tensão a ser aplicada está indicada na Tabela 1.
- Multiplicar a resistência de cada medição feita com megômetro pelo fator de correção indicado na Tabela 2.
- Avaliar as ações conforme a Tabela 3 de limites e interpretação.
- Fazer o fechamento da ligação do motor conforme anotações anteriores. Atenção para a sequência de fases para o sentido de o motor ser o mesmo
- Utilizar Tabela 1 para escolha de tensão correta a ser aplicada com Megometro. Esta escolha deve levar em consideração a tensão nominal do motor.
- Deve-se utilizar a Tabela 2 para obtenção correta de valor do isolamento das resistências perante calculo que leva em consideração a temperatura atual do motor. Multiplicar resultado obtido no Megômetro pelo fator de correção da Tabela 2 para obter valor correto.
- Na Tabela 3 esta disposta à relação de valores a serem comparados com valores obtidos do calculo de resistência gerado através da Tabela 2. Esses valores serão comparados a fim de gerarem uma ação que leve a manutenção preventiva ou a concretização da normalidade do motor.



Tabela 1 - Tensão nominal do motor X Tensão do Megômetro

Tensão nominal do motor (V)	Tensão aplicada para a medição da resistência de isolamento (V)
< 1000	500
1000 – 2500	500 – 1000
2501 – 5000	1000 – 2500
5001 – 12000	2500 – 5000
>12000	5000 - 10000

Fonte: WEG 2016.

Tabela 2 - Temperatura do motor X Fator de correção

Temperatura de medição da resistência de isolamento	Fator de correção da resistência de isolamento	Temperatura de medição da resistência de isolamento	Fator de correção da resistência de isolamento
25	0,354	38	0,871
26	0,379	39	0,933
27	0,406	40	1,00
28	0,435	41	1,072
29	0,467	42	1,149
30	0,500	43	1,231
31	0,536	44	1,320
32	0,574	45	1,414
33	0,616	46	1,516
34	0,660	47	1,625
35	0,707	48	1,741
36	0,758	49	1,866
37	0,812	50	2,000

Fonte: WEG 2016.

Tabela 3 - Limite e interpretação

Valor limite para tensão até 1,1Kv (MΩ)	Valor limite para tensão acima de 1,1Kv (MΩ)	Interpretação e ação
<=5	<=100	Fazer lavagem interna do motor imediatamente com produto BD26 (Item B). O motor não deve operar. Registrar nota no SAP.
>=5 e <100	>=100 e <500	
>=100 e <=500	>=500 e <=1000	
>500	>1000	Excelente

Fonte: WEG 2016.

Serão necessárias para a execução do item A as seguintes ferramentas: Multímetro, Pirômetro, Megômetro. A leitura de resistência de isolamento deve ser realizada após a tensão ser aplicada pelo período de um minuto obedecendo aos limites de tensão dispostas na Tabela 1. Weg (2016) pág.22.

### **Item B: Fazer a descontaminação interna do motor.**

No Item B do procedimento é abordada a área preventiva do equipamento realizando aplicação de produto de limpeza para graxas, óleos e fuligem, específicos para motores, auxiliando também na remoção de umidade e melhorando o isolamento dos bobinados. O produto utilizado será o BD – 26 (Bondmann 26).

Passos a serem executados no item B:

- Preencher o borrifador com o produto BD-26 e utilizar luvas para que o produto não entre em contato com as mãos devido a sua toxicidade moderada.
- Colocar o motor sobre uma bancada para desmontá-lo assim auxiliando da retirada do excesso de sujeira.
- Borrifar o BD-26 em todo o interior do motor e nas suas peças internas até que fique completamente limpo conforme ilustra Figura 3.

**Figura 3 - Aplicação de Produto BD-26**



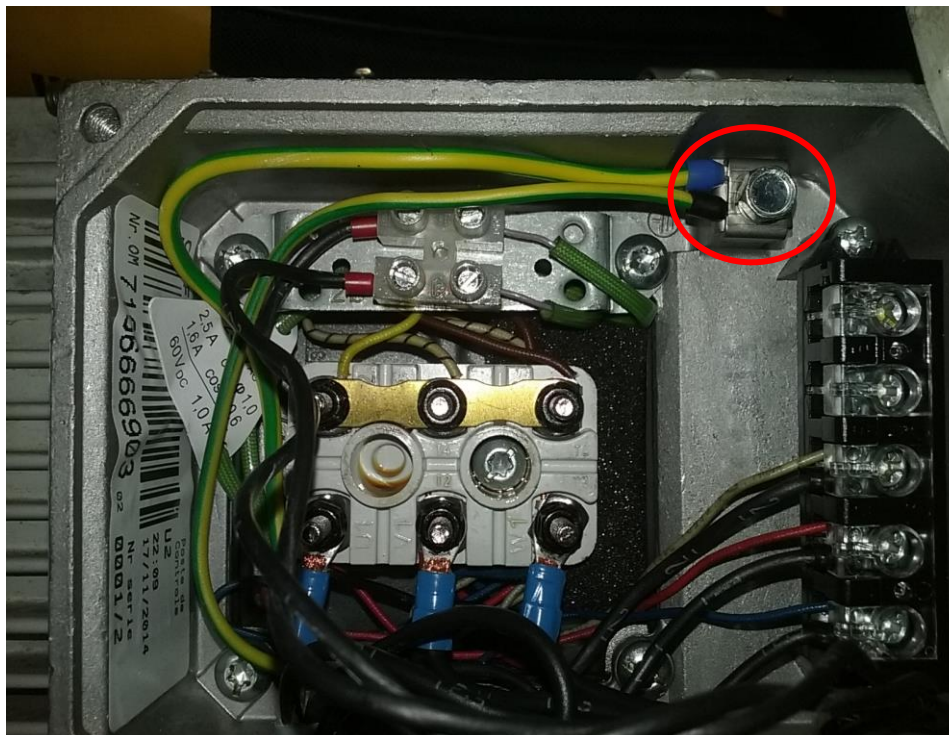
**Fonte: Autores; 2017**

### **Item C: Avaliação da condição de instalação e dimensionamento do aterramento**

No Item C visa à prevenção de anomalias geradas por falta de aterramento adequado. Sem o aterramento, a tensão capacitiva gerada pelos inversores de frequência escoam através do rolamento e gera micro soldagens na pista interna, acelerando o desgaste e aumentando a sobrecarga e temperatura. Além disso, a falta de aterramento não protege o motor em situações de picos de tensão, onde os materiais isolantes internos são perfurados e no funcionamento do motor, o mesmo

pode vir a queimar. Na Figura 4 esta ilustrada como deve ser realizado o ponto de aterramento da caixa de ligação do motor.

**Figura 4 - Ponto de aterramento no motor**



**Fonte: Autores; 2017**

Passos a serem executados no Item C:

- Verificar se o cabo de aterramento está ligado ao terminal de aterramento do motor e no painel elétrico. Fazer a ligação caso necessário.
- Verificar se o contato de aterramento está limpo, sem oxidação e sem tinta. Fazer a limpeza do contato com produto BD-26.
- Verificar se a bitola do cabo de aterramento esta correta seguindo orientações da tabela 4.

Tabela 4 - Limites para cabos de aterramento

Bitola da fase de alimentação	Limite mínimo	Interpretação / Ação
1,5 a 25 mm <sup>2</sup>	Cabo terra deve possuir a mesma bitola do cabo de fase de alimentação do motor.	Abrir nota no SAP para instalação ou substituição do cabo de aterramento
>25 mm <sup>2</sup>	Consultar NBR5410/2004	

Fonte: WEG, 2016.

#### **Item D: Avaliação da condição da vedação da caixa de ligação e entrada dos cabos no motor.**

No item D do procedimento está situado o enfoque para os problemas com umidade e fuga de corrente. Este item apresenta estratégias para prevenir anomalias causadas por falhas em vedações e isolamento, utilizando de verificações em prensa cabos, verificação nas conexões da caixa de ligação e aplicação de solvente BD-26 nas conexões prevenindo oxidações no equipamento.

Passos a serem executados no Item D:

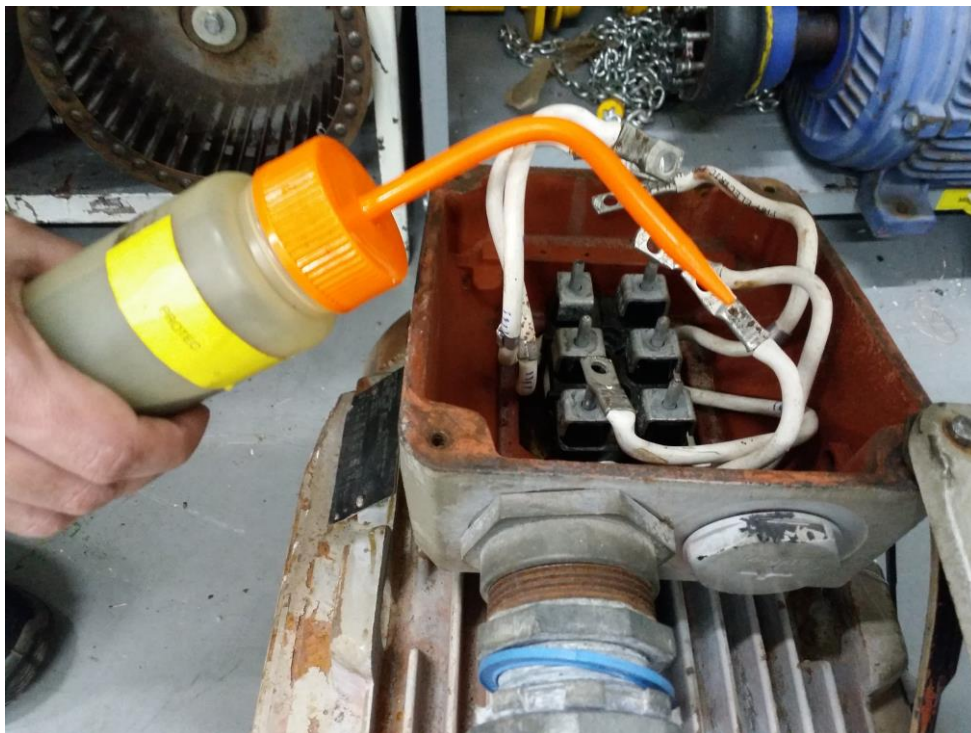
- Verificar se a tampa, vedações, todos os parafusos e prensa cabos estão instalados de forma adequada vedando completamente. Fazer a correção imediatamente.
- Verificar se os contatos elétricos estão isentos de oxidação. Fazer limpeza com o produto BD-26 se necessário.

#### **Item E: Aplicação de proteção contra corrosão por umidade na caixa de ligação do motor.**

No Item E se faz a utilização da estratégia de prevenção contra corrosão usando impermeabilizante para motores. Será aplicado o impermeabilizante BD-PROTEC, que é utilizado para motores e equipamentos expostos a corrosão por umidade. Sua formulação com solventes e lubrificantes cria uma fina película que repele a umidade e lubrifica equipamentos, motores e painéis elétricos. Não isolando o contato e sem necessidade de aguardar secagem do produto para realizar o fechamento da base de cabeamento elétrico.

Passos a serem executados no Item E:

- Aplicar BD-PROTEC em toda a base de cabeamento elétrico do motor. Certificar que o produto também seja aplicado nos cabos, contatos, prensa-cabos e vedações que esta ilustrada na Figura 5. O produto irá repelir a água impedindo que a umidade entre no equipamento.

**Figura 5 - Aplicação de Produto Protec**

Fonte: Autores; 2017

**Item F: Avaliação da condição de instalação da ventilação do motor.**

No Item F esta disposta uma série de itens a serem avaliados perante o quesito aquecimento do motor. Este item verifica pontos que possam causar aquecimento no equipamento, como posicionamento de tampa defletora de ar, pintura inadequada, sujeira e estado físico da ventoinha de ventilação. O aquecimento pode vir a trazer danos futuros como perda dos isolantes internos reduzindo a vida útil do motor.

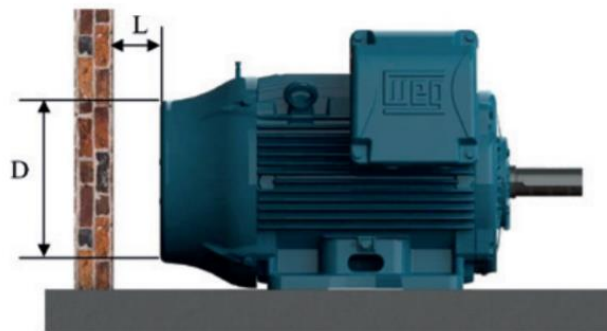
Segundo manual de manutenção da WEG sugere Que entradas e saídas de ar estejam completamente desobstruídas. O mínimo espaço livre até a parede mais próxima (L) deve ser  $\frac{1}{4}$  do diâmetro da entrada de ar da defletora (D), conforme Figura 7.1. O ar na entrada do motor deve estar na temperatura ambiente.

Passos a serem executados no Item F:

- Medir diâmetro da entrada de ar e verificar se a distância entre parede ou objetos é igual ou maior que  $\frac{1}{4}$  do diâmetro da entrada de ar, para motores maiores que 10CV, e maiores que 300 mm para motores menores ou iguais a 10CV como ilustra Figura 6.

- Verificar se a carcaça do motor apresenta acúmulo de sujeira ou pintura com tinta inadequada. Abrir nota no SAP para limpeza caso não seja possível remove-la durante a inspeção.
- Verificar se a tampa defletora está instalada e travada com todos os parafusos. Instalar todos os parafusos imediatamente caso falte.
- Verificar se a ventoinha está bem fixada sem trincas e quebras. Substituir a ventoinha imediatamente caso encontre essas anomalias.

**Figura 6 - Distância mínima do motor até a parede**



Fonte: WEG; 2016

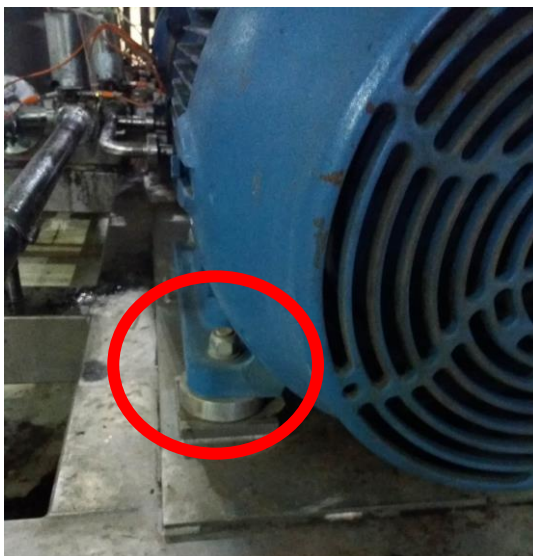
#### **Item G: Avaliar as condições básicas de fixação do motor.**

O Item G abrange a prevenção de falhas como vibração e desalinhamento, evitando possíveis quebras decorrentes dessas falhas. A falta de fixação ou fixação inadequada pode levar a vibrações inesperadas ou ocasionar desalinhamentos que gerarão quebras de mancais, esforços excessivos em rolamentos, torções em eixos e até a quebra do motor.

Passos a serem executados no Item G:

- Medir o comprimento roscavel e o diâmetro dos parafusos de fixação de motores com pés. Onde o comprimento roscavel deve ser no mínimo 1.5 vezes o diâmetro do parafuso, representado na Figura 7.
- Verificar as condições de instalação de fixação e se os parafusos estão todos travados. Substituir os parafusos imediatamente caso identificar essas anomalias.

**Figura 7 - Saliência de Parafuso na base**



**Fonte: Autores; 2017**

**Item H: Inspeção dos contatos do contator e bi metálico do relé térmico.**

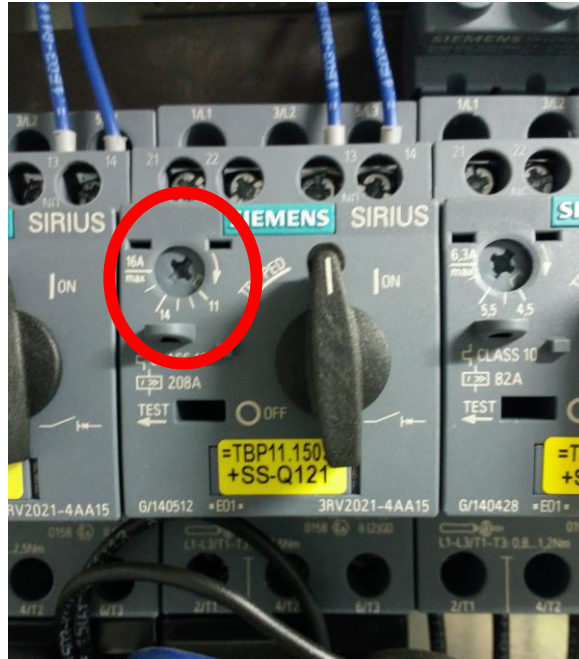
O item H visa à prevenção da queima do motor por anomalias externas, como carga alta, curto circuito, picos de tensão, perda de fase e algumas outras falhas que possam ser detectadas pelo relé de proteção do motor. Essas proteções variam de acordo com o modelo de relé instalado em cada equipamento.

Cada fabricante de equipamento que está instalado na cervejaria previu os modos de trabalho de seus motores e suas correntes de sobrecarga em projeto. Com a análise das falhas por carga alta ou curto circuito, percebeu que a maioria necessitou do ajuste do relé novamente.

Passos a serem executados no Item H:

- Abrir o contator e verificar se existem sinais de oxidação e desgaste (perda de material) nos contatos elétricos. Substituir o contator imediatamente caso identifique essas anomalias.
- Abrir o relé térmico e verificar se o bi metálico está rompido ou torcido. Verificar se existem sinais de oxidação e desgaste (perda de material) dos contatos elétricos. Substituir o relé térmico imediatamente caso encontre alguma anomalia nos contatos, ajustando o novo para desarmar no valor da corrente elétrica nominal do motor como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Ajuste de Relé



Fonte: Autores; 2017



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização de uma análise de falhas sendo bem sucedida possibilita a utilização dos equipamentos de forma segura e confiável, evitando que novas falhas se tornem recorrentes e aumentem a disponibilidade dos equipamentos.

A partir da análise da primeira falha potencial foi aplicado no item A do procedimento uma série de atividades preventivas baseadas no manual do fabricante do motor a fim de detectar anomalias relacionadas a baixa resistência de isolamento do motor.

Para eliminar problemas com contaminação interna proveniente de vazamentos de óleo para o interior do motor, foi aplicada no item B do procedimento uma ação para eliminar tal contaminação. Foi realizada pesquisa com fornecedores cadastrados no departamento financeiro da Cervejaria Adriática e encontrado o solvente BD-26.

Com problemas de falha de isolamento, foi utilizado novamente o manual de manutenção do fabricante de motores WEG para definir padrões funcionais de instalação do aterramento. Foram definidos locais ideais e bitolas mínimas de cabos a serem instalados.

A quarta falha potencial vinha dos problemas com vedações nas caixas de ligação, auxiliando a entrada de umidade para dentro do motor. Foram utilizadas estratégias do fabricante para definir a utilização correta das vedações.

Outra falha em potencial era a queima de conexões de motores devido a umidade alta dentro de suas caixas de ligação. Para correção dessa anomalia foi utilizado impermeabilizante, do mesmo fabricante do solvente BD-26, para auxiliar na proteção contra corrosão. Essa estratégia surgiu da necessidade de eliminar essa condição, e pelo conhecimento dos produtos da marca BONDMANN, que é fornecedora com cadastro no sistema financeiro da cervejaria Adriática.

Utilizando o manual de manutenção de motores da fabricante WEG, foi criado item F no procedimento para prevenção da falha em potencial de aquecimento de motor por ventilação. A delimitação de distancia mínima garante melhor arrefecimento do motor não proporcionando aquecimento indesejável.

Para aquecimentos por desalinhamento e vibração foi utilizada outra estratégia do fabricante WEG que determina distancia mínima de parafusos para melhor fixação na base, prevenindo desalinhamentos e vibrações por má fixação.

Ao verificar que a maioria das falhas de sobrecarga e curto-circuito em motores havia a necessidade de ajuste do relé para parâmetros de fábrica, foi criado

o item H para prevenir que os motores continuem operando com seus relés desregulados.

Com a implantação do plano de manutenção, foi possível melhorar o desempenho dos equipamentos e componentes, garantindo o máximo de disponibilidade do processo, com a conseqüente redução de custos com mão de obra e perdas, evitando o maior erro em manutenção de motores, padronizando as atividades a serem executadas.

O procedimento foi criado a partir do levantamento das principais falhas ocorridas em motores, aplicando em cada atividade do procedimento uma preventiva que viesse a sanar ou amenizar essa falha.

Os produtos e equipamentos utilizados foram escolhidos a partir de fornecedores padrões da companhia, onde cada fornecedor foi contatado a fim de utilizar a melhor solução para cada caso.

A Tabela 5, gerada a partir do sistema de banco de dados SAP da cervejaria Adriática, mostra a alta demanda de manutenção externa com motores e seus respectivos custos. Essas manutenções foram originadas das falhas potenciais apresentadas anteriormente.

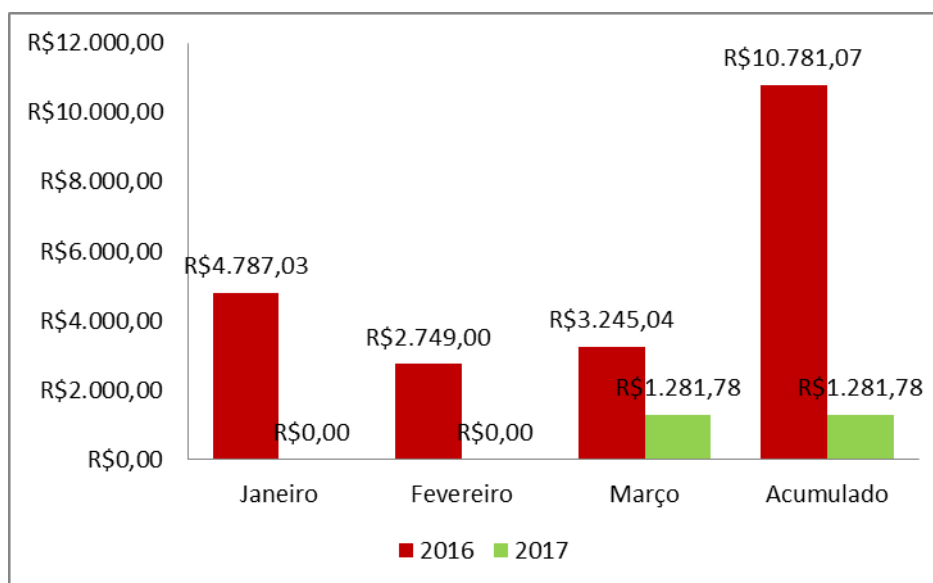
Tabela 5 - Custo para cada falha de motor

Div	Per	Nº doc.ref	Ord.parc.	Centro cs	Material	Doc.compit	Texto brev	Texto do pedido	Denomina Cl.custo	Qtz.entr.	Unid.med	Valor	Entrado e
BR45	10	5112057368	23826519	BR45100210		4503105957	10	MÃO DE OBRA PARA REFORMA	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-119,37	19/10/2016
BR45	10	5001280221	23826519	BR45100210		4503105957	10	MÃO DE OBRA PARA REFORMA	USINA 6101024	29,000 SV		1.290,50	13/10/2016
BR45	9	5001174242	23772852	BR45100117		45031040966	10	MOTOR BO CADASTRO	Entrada metr: 6101073	1,000 UN		17.413,50	21/09/2016
BR45	8	5111756564	23641248	BR45100213		4502974612	10	FABRICAR BASA DO MOTOR	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-50,90	24/06/2016
BR45	8	5001037361	23641248	BR45100213		4502974612	10	FABRICAR BASA DO MOTOR	SERV. DE FRE 6101024	12,360 SV		550,02	22/06/2016
BR45	8	5111734715	23621961	BR45100210		4502965525	10	manutenção do motor	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-27,21	19/08/2016
BR45	8	5001021489	23621961	BR45100210		4502965525	10	manutenção do motor	RECON.MOT 6101024	1,000 SV		294,18	18/08/2016
BR45	7	5111571053	23447786	BR45100213		4502848065	10	enviar motor para rebobina	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-220,27	19/07/2016
BR45	7	5000884478	23447786	BR45100213		4502848065	10	enviar motor para rebobina	RECON.MOT 6101024	1,020 SV		2.381,25	18/07/2016
BR45	6	5000730275	23338827	BR45100158		4502782652	10	REMESSA DE CONSERTO - MOT	RECON.MOT 6101022	1,000 SV		2.219,63	09/06/2016
BR45	6	5111391549	23338827	BR45100158		4502782652	10	REMESSA DE CONSERTO - MOT	Fatura brut.: 6101022	0,000 SV		-266,65	09/06/2016
BR37	4	5000543970	23194229	BR37100117		4502688058	10	Manutenção Corretiva servom	NF 13301 SEV 6101022	-1,000 SV		-825,00	28/04/2016
BR37	4	5000494056	23194229	BR37100117		4502688058	10	Manutenção Corretiva servom	NF 13301 SEV 6101022	1,000 SV		825,00	18/04/2016
BR37	3	5110964165	22852976	BR37100216		4502466199	10	Motores com umidade	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-343,58	19/03/2016
BR37	3	5000332609	22852976	BR37100216		4502466199	10	Motores com umidade	RECON.MOT 6101024	13,187 SV		3.713,33	10/03/2016
BR45	12	5112385184	24070170	BR45100116		4503256746	10	MOTOR QUEIMADO	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-97,08	13/12/2016
BR45	12	5001587207	24070170	BR45100116		4503256746	10	MOTOR QUEIMADO	RECON.MOT 6101024	1,000 SV		1.049,52	12/12/2016
BR45	11	5112279595	23921451	BR45100101		4503193587	10	ORÇ 76042 REBUBINAMENTO D	Fatura brut.: 6101022	0,000 SV		-78,65	25/11/2016
BR45	11	5112279599	23989817	BR45100158		4503193587	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 111	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-44,39	25/11/2016
BR45	11	5001472236	23921451	BR45100101		4503192395	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 111	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-151,66	25/11/2016
BR45	11	5001472238	23988455	BR45100158		4503192395	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 111	RECON.MOT 6101024	1,000 SV		850,20	22/11/2016
BR45	11	5001472241	23989817	BR45100213		4503192395	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 111	RECON.MOT 6101024	1,030 SV		479,84	22/11/2016
BR45	11	511247556	23972639	BR45100119		4503176375	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 110	Fatura brut.: 6101024	0,896 SV		1.639,59	22/11/2016
BR45	11	5001404472	23920997	BR45100212		4503149298	10	ORÇAMENTO 10876 SSMOTORI	RECON.MOT 6101024	6,000 SV		955,62	08/11/2016
BR45	11	5001406959	23972639	BR45100119		4503176375	10	SERVIÇO SSMOTORES ORÇ 110	RECON.MOT 6101024	1,000 SV		532,48	08/11/2016
BR45	11	5112176992	23920997	BR45100212		4503149298	10	ORÇAMENTO 10876 SSMOTORI	Fatura brut.: 6101024	0,000 SV		-88,40	08/11/2016
BR45	10	5001346611	23897573	BR45100116		4503119967	10	motor queimado	MAO DE OBRA 6101024	1,000 SV		980,00	26/10/2016

Fonte: Cervejaria Adriática – Ambev Ponta Grossa, Relatório de custo SAP por período.

Analisando o gráfico 2, gerado a partir da Tabela 5, de gasto para manutenção corretiva externa de motores em 2016, excluindo os gastos com perda de produção, pode-se perceber que a quantidade de motores enviados para conserto externo era alta em relação ao mesmo período de 2017.

**Gráfico 2 – Custo de manutenção com motores por período.**



Fonte: Cervejaria Adriática – Ambev Ponta Grossa, Relatório de custo SAP por período.

Com a redução de falhas provenientes dos motores, teve-se ganhos financeiros visto no gráfico 2. Essa redução de falhas garante o maior tempo de disponibilidade de máquina e conseqüentemente ganhos consideráveis em produção.

Analisando o histórico de perdas de motores elétricos assíncronos trifásicos entre janeiro a dezembro de 2016, onde até o mês de março ocorreu o maior número de anomalias do ano. Analisando este período de janeiro até março de 2017 onde tivemos uma anomalia até o mês de março chegou-se à Tabela 6.

**Tabela 6 - Relação de perda de motores**

Motores Danificados		
Ano	Janeiro a Março	Total
2016	6	26
2017	1	1

Fonte: Cervejaria Adriática – Ambev Ponta Grossa, Relatório de queima de motores disponível em SAP por período.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo abordado colocou em ênfase a necessidade de procedimentos preventivos, como a manutenção de motores.

A simples implementação de um procedimento, levando em consideração as principais falhas apresentadas pelo equipamento, levou a um ganho considerável em custo de manutenção, aumentando a disponibilidade e conseqüentemente a produção em relação ao ano anterior. Como pode ser observado no gráfico 2, que mostra a redução do custo com motores por período, essa redução foi visível mostrando a viabilidade da implementação.

Com a redução das manutenções corretivas, devido à implementação do procedimento, ocorre a menor demanda de mão de obra para esses atendimentos. Essa mão de obra poderá ser utilizada em outras demandas ou até mesmo na aplicação de mais preventivas buscando maior otimização de outros processos.

Foi abordada a confiabilidade que um programa de manutenção preventiva traz para o ambiente industrial, aumentando a vida útil dos ativos de planta. Com a diminuição de quebras e perdas de motores aumenta-se, conseqüentemente, horas de produção.

Considera-se, portanto, que todos os objetivos desse trabalho foram alcançados, contudo as falhas ainda estão acontecendo, mas com menor impacto.

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. **Análise de vibrações na manutenção preditiva de motores elétricos**. Technical report, Fupai, 1996.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira, 2009

ELETROBRÁS/PROCEL. In REVIMAQ. **A evolução na eficiência energética de motores elétricos**. Artigo publicado em: 30/01/2015. Disponível em: <<http://www.revimaq.com/noticia/a-evolucao-na-eficiencia-energetica-de-motores-eletricos>> Acesso em: 03 dez 2016.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **Os impactos das novas tecnologias nas empresas prestadoras de serviços**. Artigo publicado na Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 34, n. 1, p. 63-81 Jan./Fev. 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v34n1/a08v34n1>> Acesso em 03 dez 2016.

GUERRA, Lauro. PPM: **A importância da manutenção bem planejada**. Artigo publicado em: 16/01/2016. Disponível em: <<http://pt.linkedin.com/pulse/ppm-import%C3%A2ncia-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-bem-planejada-lauro-guerra>> Acesso em 03 dez 2016.

MANUT, João. **Noções sobre confiabilidade**. Artigo publicado nos Anais da UFRN em 2011. Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/13%20-%20Cap%EDtulo%2011.pdf>> Acesso em: 03 dez 2016.

MARCORIN, Wilson Roberto; LIMA, Carlos Roberto Camello. **Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos**. In Revista De Ciência & Tecnologia. Vol. 11, n. 22 – p. 35-42, jul/dez 2003.

MOBLEY, R. K. **Introduction to Predictive Maintenance**. 2ª ed. Butterwoth Heinemann. USA. 2002.

MONCHY, François. **A função manutenção: formação para a gerência da manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Durban, 1989.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004.

NICOLETTI, J. R. **Gestão de facilidades**. Novatec Editora, 2006.

OTANI; Mário; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**.

Artigo publicado em 2008 na Revista Gestão Industrial da UTFPR. Ponta Grossa, 2008.

PALMER (1998 *op cit* PIRES, 2005, p. 21), **A importância da manutenção na gestão dos sistemas produtivos**, 2005.

RAMOS, Fábio Alexandre. **Influência da manutenção em uma fábrica de transformação de plásticos**. Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. Monografia [Graduação] Tecnologia de Produção. São Paulo, 2009 (*Apud* Monchy, 1989).

Weg, <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-iom-general-manual-of-electric-motors-manual-general-de-iom-de-motores-electricos-manual-geral-de-iom-de-motores-electricos-50033244-manual-english.pdf>>. Acesso em 05 de Dezembro de 2016

XAVIER, Julio Nascif. **Manutenção**: tipos e tendências. Disponível em: <<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias.zip>>, 2003. Acesso em 28 Nov. 2016. (*Apud* OTANI; MACHADO, 2008)