

**Pedro Paulo Vieira Queiroz Labre**

**ANÁLISE DE VIBRAÇÃO E TERMOGRAFIA NA  
MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE DE  
EQUIPAMENTOS EM UMA USINA DE  
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

**2019**

**ANÁLISE DE VIBRAÇÃO E TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO E  
CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO  
DE SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

**Aluno:** Pedro Paulo Vieira Queiroz Labre

**Orientador:** Prof. Dr. Wisley Falco Sales

Uberlândia – MG

2019

Pedro Paulo Vieira Queiroz Labre

**ANÁLISE DE VIBRAÇÃO E TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO E  
CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO  
DE SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação **APROVADO** pela Faculdade de  
Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Aprovado em: 17 de Maio de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Wisley Falco Sales (FEMEC/UFU)

---

Prof. Dr. Éder Silva Costa (ESTES/UFU)

---

Prof. M.Sc. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva (Doutorando FEMEC)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus por me ajudar e se fazer presente ao longo dessa jornada.

Depois à minha família, meus pais, minha irmã, meus avós, tias e primos que são parte essencial em todas as minhas conquistas.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e a Faculdade de Engenharia Mecânica pela oportunidade de realizar esse curso.

Não posso esquecer dos meus colegas de curso e amigos, que vão da 89ª a 93ª turma da engenharia mecânica, pelas horas de estudos e momentos bons compartilhados ao longo dos últimos anos.

Agradeço ao professor Wisley Falco Sales, por todo suporte e orientação, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço aos meus colegas de trabalho e a companhia pelo suporte ao longo do meu período de estágio, que foi essencial para o meu desenvolvimento e para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A indústria, que em 2019 representa quase um terço do PIB nacional, tem na manutenção uma das principais áreas suporte para seu ótimo funcionamento, manutenção esta que possui 4 tipos fundamentais: corretiva (que se divide em planejada e não planejada), preventiva, preditiva e detectiva. A preditiva se destaca por apresentar uma redução nos custos de reparo de equipamentos e uma alta efetividade na melhoria do processo, nesse tipo se destacam duas ferramentas: análise de vibração e análise termográfica. Assim, este trabalho tem como objetivo geral identificar e avaliar os efeitos das análises citadas no processo de manutenção e na confiabilidade de equipamentos utilizados em uma usina de beneficiamento de sementes. Como forma de cumprir o objetivo geral foram explicados alguns conceitos importantes sobre manutenção, confiabilidade e seus indicadores, e depois foi feito um estudo de caso utilizando dados de equipamentos utilizados na planta industrial nos últimos 3 anos. O estudo de caso incluiu a análise das ferramentas preditivas empregadas nos anos de 2017 e 2018, análises essas que foram realizadas por uma empresa parceira contratada pela companhia, análise dos dados de disponibilidade, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparo (MTTR) dos equipamentos selecionados como amostrais. Ao analisar os indicadores de confiabilidade dos equipamentos foi possível enxergar uma melhora considerável no funcionamento dos equipamentos e na assertividade das atividades da manutenção, já que foram geradas mudanças em rotinas de manutenção para dar continuidade a redução no tempo de parada dos equipamentos. Após a análise dos resultados foi possível enxergar que a introdução de uma rotina de análises preditivas pode ter grandes benefícios para o trabalho da manutenção, pois melhora de forma considerável a atuação do time como área suporte ao processo produtivo deixando os equipamentos mais disponíveis para trabalhar e com rendimento e qualidades de alto nível. Foi possível observar oportunidades também, alguns indicadores apresentaram melhora menor que o esperado, porém também foram expostas formas de aproveitar essas oportunidades e continuar o processo de melhoria contínua dos indicadores de confiabilidade e manutenção.

**Palavras-chave:** Manutenção, Confiabilidade, Preditiva, Vibração, Termografia, MTBF, MTTR e Disponibilidade.

## ABSTRACT

The industry, which in 2019 represents almost one third of the national GDP, has in maintaining one of the main areas support for its optimum functioning, maintenance that has 4 fundamental types: corrective (which is divided into planned and unplanned), preventive, Predictive and discoveritive. The predictive is notable for presenting a reduction in equipment repair costs and a high effectiveness in improving the process, in this type two tools are highlighted: vibration analysis and thermographic analysis. Thus, this work has as general objective to identify and evaluate the effects of the analyses cited in the maintenance process and on the reliability of equipment used in a seed beneficiation plant. As a way of fulfilling the general objective, some important concepts were explained about maintenance, reliability and their indicators, and then a case study was carried out using data from equipment used in the industrial plant in the last 3 years. The case study included the analysis of the predictive tools employed in the years 2017 and 2018, analyses that were performed by a partner company contracted by the company, analysis of the availability data, mean time between failures (MTBF) and time Repair (MTTR) of the selected equipment as samples. When analyzing the reliability indicators of the equipment it was possible to see a considerable improvement in the operation of the equipments and in the assertiveness of the maintenance activities, since changes in maintenance routines were generated to give Reduction in equipment downtime. After analyzing the results, it was possible to see that the introduction of a routine of predictive analyses can have great benefits for the maintenance work, since it considerably improves the team's performance as a support area for the production process, leaving The most available equipment for working and with high-level performance and qualities. It was possible to observe opportunities also, some indicators showed less than expected improvement, but also were exposed ways to seize these opportunities and continue the process of continuous improvement of reliability and maintenance indicators.

**Key Words:** Maintenance, Reliability, Predictive, Vibration, Thermography, MTBF, MTTR and Availability.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - Introdução</b> .....	1
<b>CAPÍTULO II – Revisão Bibliográfica</b> .....	4
<b>2.1 Definição de Manutenção</b> .....	4
<b>2.2 Tipos de manutenção</b> .....	6
2.2.1 <i>Manutenção Corretiva</i> .....	6
2.2.2 <i>Manutenção Preventiva</i> .....	7
2.2.3 <i>Manutenção Preditiva</i> .....	8
2.2.4 <i>Manutenção Detectiva</i> .....	10
2.2.5 <i>Engenharia de Manutenção</i> .....	10
<b>2.3 Benefícios da Manutenção Preditiva</b> .....	11
<b>2.4 Classificação geral das técnicas de monitoramento</b> .....	12
2.4.1 <i>Monitoração Subjetiva</i> .....	12
2.4.2 <i>Monitoração objetiva</i> .....	12
2.4.3 <i>Monitoração contínua</i> .....	12
<b>2.5 Principais técnicas de manutenção preditiva</b> .....	13
<b>2.6 Qualidade na manutenção</b> .....	14
<b>2.7 Confiabilidade</b> .....	15
2.7.1 <i>MTBF</i> .....	16
2.7.2 <i>MTTR</i> .....	16
2.7.3 <i>Cálculo de Disponibilidade</i> .....	17
<b>2.8 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)</b> .....	17
<b>CAPÍTULO III – Materiais e Métodos</b> .....	20
<b>3.1 A empresa</b> .....	20
3.1.1 <i>Fluxo do processo produtivo:</i> .....	21
<b>3.2 Equipamentos Selecionados</b> .....	22
3.2.1 <i>Cyclofan</i> .....	22
3.2.2 <i>Elevador de Canecas</i> .....	23
<b>3.3 Análise de Vibração</b> .....	24
3.3.1 <i>Método utilizado na análise de vibração dos equipamentos da Usina de Beneficiamento de Sementes de Cachoeira Dourada.</i> .....	24
<b>3.4 Termografia</b> .....	27

3.4.1 Método utilizado para inspeção termográfica dos equipamentos da Usina de Beneficiamento de Sementes de Cachoeira Dourada .....	28
<b>3.5 Metodologia.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO IV – Apresentação e Discussão de Resultados.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Dados referentes ao ano fiscal de 2016 (Fiscal Year 16 – FY16).....</b>	<b>30</b>
4.1.1 Cyclofan M4-908.....	31
4.1.2 Elevador de Canecas M4-506.....	31
4.1.3 Elevador de Repasse M1-331.....	31
<b>4.2 Dados referentes ao ano fiscal de 2017 (Fiscal Year 17 – FY17).....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Cyclofan M4-908.....	32
4.2.2 Elevador de Canecas M4-506.....	34
4.2.3 Elevador de Repasse M1-331.....	35
<b>4.3 Dados referentes ao ano fiscal de 2018 (Fiscal Year 18 – FY18).....</b>	<b>36</b>
4.3.1 Cyclofan M4-408.....	36
4.3.2 Elevador de Canecas M4-506.....	39
4.3.3 Elevador de Repasse M1-331.....	42
<b>CAPÍTULO V - Conclusão.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Oportunidades.....</b>	<b>46</b>
5.1.1 Para o processo produtivo .....	46
5.1.2 Para trabalhos futuros.....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>
<b>Anexo A – Ordens de Serviço dos Equipamentos .....</b>	<b>50</b>
A.1 – Cyclofan M4-908.....	50
A.2 – Elevador de Canecas M4-506.....	53
A.3 – Elevador de Repasse M1-331.....	56
<b>Anexo B – Relatório MLB .....</b>	<b>59</b>
B.1 – Cyclofan M4-908.....	59
B.2 – Elevador de Canecas M4-506.....	63
B.3 – Elevador de Repasse M1-331.....	66

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Segundo a Confederação Nacional da Indústria, o setor industrial hoje, em 2019, corresponde a 21% do PIB brasileiro. Colocando isso em números concretos, isso significa contribuição de 1,2 trilhão de reais para a economia brasileira, geração de 9,4 milhões de empregos e participação de 49% das exportações brasileiras. É fato que para cada 1 real gasto na indústria são gerados 2,32 reais para a economia brasileira.

Quando um negócio atua em um setor dessa magnitude existem alguns fatores que representam a diferença entre o sucesso e o fracasso, dentre os principais estão o custo, a qualidade e a capacidade da produção. Considerando que para obter sucesso se faz necessária a máxima eficiência desses processos, a manutenção industrial, portanto se apresenta com um investimento chave para o sucesso das atividades industriais.

Uma manutenção industrial possui 4 pilares, manutenção corretiva, preventiva, proativa e preditiva, porém pode-se destacar entre eles o processo de manutenção preditiva, processo que consiste monitoramento da condição de funcionamento do equipamento e ajuda a prever e evitar futuras falhas, pois ele promove um funcionamento mais eficiente dos equipamentos industriais e evita paradas na produção, que ocorrem nos processos preventivos e corretivos, evitando assim um aumento no custo de produção.

Dentre as muitas ferramentas preditivas, duas que são largamente empregadas são a análise da vibração do equipamento e a análise termográfica dele. Em vista disso se torna relevante a realização desse trabalho, pois ele consiste no estudo dos efeitos que a utilização análises de vibração e termografia na manutenção e confiabilidade de equipamentos em uma usina de beneficiamento de sementes.

Desse modo, é interessante a pergunta: A utilização de análises de vibração e termográfica afetam de que forma os procedimentos de manutenção e a confiabilidade de equipamentos de uma planta industrial de produção de grãos?

Este trabalho de conclusão de curso apresenta como objetivo geral identificar e avaliar os efeitos das análises citadas acima no processo de manutenção e na confiabilidade do maquinário de usina de beneficiamento de sementes.

Para a conclusão desse objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos: apresentar o que é manutenção industrial, quais são seus tipos, o conceito de confiabilidade e de seus principais indicadores; compreender o que são as análises de vibração e a termográfica, como as duas são realizadas; examinar e avaliar os efeitos gerados sobre a manutenção e confiabilidade de equipamentos utilizados em uma planta de beneficiamento de sementes.

O trabalho parte do pressuposto que ao aplicar as ferramentas preditivas, análise vibração e análise termográfica, é gerado uma maior assertividade da manutenção do equipamento e uma melhoria da confiabilidade do mesmo, pois os resultados das análises geram um diagnóstico que orienta melhor a equipe de manutenção onde intervir no equipamento para que seja evitada uma possível quebra ou parada.

O teste da hipótese levantada demanda um estudo que tem como classificação com base em objetivo, a classificação de pesquisa exploratória, pois busca explicar de forma mais clara os efeitos das análises de vibração e termográfica sobre certos equipamentos utilizando recursos de observação, análise, classificação e interpretação de dados.

A pesquisa apresenta abordagem quali-quantitativo, pois apesar de seus resultados serem quantificados em indicadores de confiabilidade, os acontecimentos prévios ao resultado exigiram estudos da literatura, normas e conhecimentos teóricos que se sucederam em ações e intervenções nos equipamentos.

Quanto a procedimento foi utilizado o de pesquisa de campo combinado a pesquisa *ex-post-facto*, visto que se utiliza das abordagens bibliográfica e documental, para entendimento da parte qualitativa. No entanto apenas as abordagens bibliográfica e documental se mostraram pouco, em razão de os dados a serem interpretados na comprovação quantitativa da hipótese precisaram ser coletados de

uma situação prática que já aconteceu com os equipamentos selecionados da unidade de beneficiamento de sementes.

No segundo capítulo, revisão teórica, pode-se encontrar a definição de manutenção, seus tipos, a importância da manutenção preditiva. Em seguida serão apresentados o conceito de confiabilidade, seus indicadores principais (disponibilidade, MTBF e MTTR) e a relação entre a manutenção e confiabilidade através dos conceitos de RCM - manutenção centrada em confiabilidade.

O terceiro capítulo, materiais e métodos, já busca explicar a análise de vibração e a análise termográfica, como elas são realizadas, quais as normas aplicadas, os dados que são gerados e como transformar esses dados em diagnósticos para os equipamentos selecionados da usina de beneficiamento de sementes, sendo assim nesse capítulo serão apresentados os equipamentos e a planta industrial selecionados.

O quarto capítulo, resultados e discussões, buscar avaliar a alteração gerada no funcionamento e na vida útil dos equipamentos, tendo como base indicadores de confiabilidade, e as mudanças para a assertividade da manutenção.

Ao final da leitura desse trabalho será possível perceber que, com as análises preditivas surgiram ações que levaram a um aumento na confiabilidade dos equipamentos, pois estes apresentaram uma menor frequência de falhas, e um reparo mais rápido sobre uma causa raiz de uma possível falha, o que contribuiu para uma melhor assertividade da manutenção.

# CAPÍTULO II

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo irá apresentar os conceitos essenciais que para o entendimento do desenvolvimento desse trabalho, dentre estes conceitos estão a definição da manutenção e seus tipos, a importância da manutenção preditiva, o conceito de confiabilidade, seus indicadores principais, MTBF e MTTR, e a relação entre a manutenção e confiabilidade através do conceito de RCM – Manutenção Centrada em Confiabilidade.

### 2.1 Definição de Manutenção

De forma direta e normativa, segundo a NBR-5462 (2004), manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Essa definição surge como forma de atualização para a TB-116, que dizia que a manutenção é o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada.

Uma excelente analogia é a proposta por Monchy (1997), na qual ele afirma que a manutenção é a “medicina das máquinas”, como podemos ver na Figura 2.1, pois a área trabalha com o objetivo de dar boa saúde e longevidade, valores na engenharia renomeados como durabilidade e confiabilidade, aos equipamentos, assim como a medicina faz para os seres humanos.

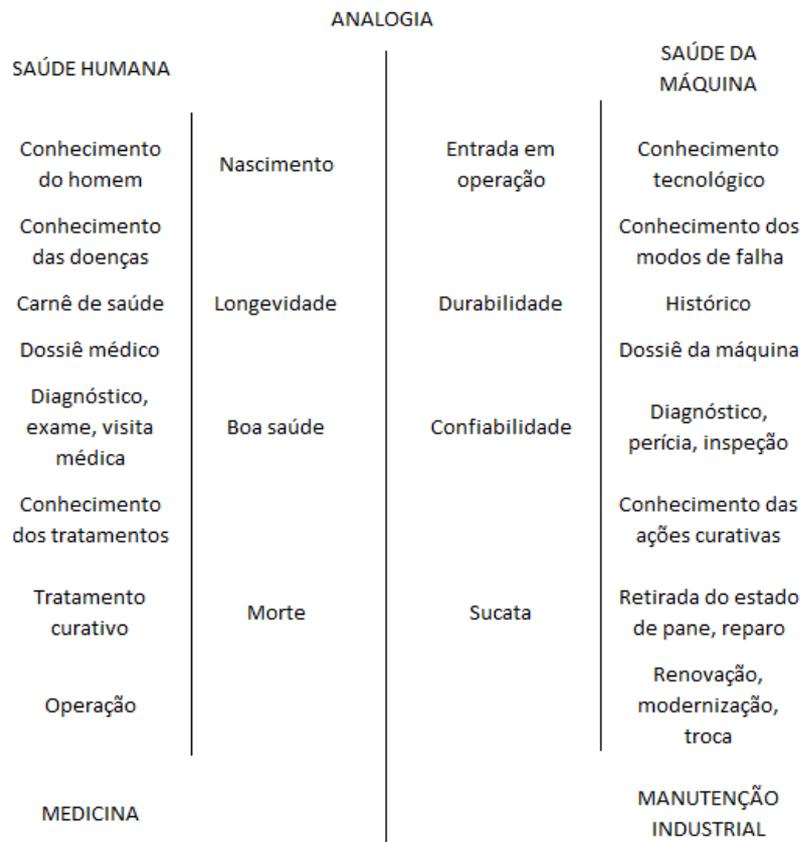


Figura 2.1 – Analogia entre saúde humana e máquina (Monchy, 1998).

Uma definição mais moderna é de Kardec e Nascif (2009), na qual manutenção é área que tem o objetivo de “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Os autores explicam ainda que a manutenção se encontra na sua quarta geração, na qual as atividades da área possuem 3 principais objetivos: confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. Os sinais que comprovam esse novo período estão na ampliação da manutenção preditiva, em detrimento da preventiva que acarreta em parada de equipamentos e custos mais altos, no foco em reduzir falhas prematuras, através de ferramentas consagradas de análises de falha que geram um aumento na confiabilidade, e a realização de manutenção corretiva não-planejada ter se tornado um indicador de ineficiência na manutenibilidade. Encerrando, segundo Kardec e Nascif (2009), a grande mudança dessa geração foi o aprimoramento da terceirização, buscando uma relação de parceria a longo prazo.

## 2.2 Tipos de manutenção

Encontram-se diversos tipos de manutenção, manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e proativa, estes são qualificados mediante em que período e a maneira como é realizada a intervenção em um equipamento. Nesse subcapítulo serão tratados a manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e a engenharia de manutenção.

Segue a figura 2.2 que ilustra os tipos de manutenção e a relação entre eles.

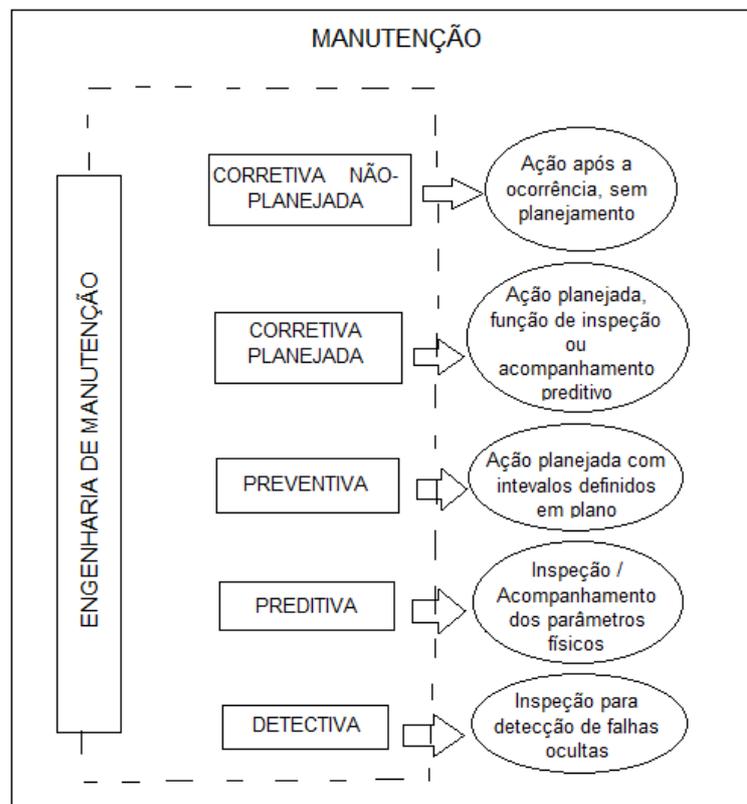


Figura 2.2 – Tipos de Manutenção. (Kardec; Nascif, 2009)

### 2.2.1 Manutenção Corretiva

Esse método consiste em realizar intervenção apenas após a quebra do equipamento, isto é, significa a manutenção de emergência, na qual o equipamento opera sem qualquer monitoramento ou intromissão do funcionamento antes da falha.

Buscando uma definição na literatura, segundo Fernandes (2010) a manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um

equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado.

A manutenção corretiva se divide em duas categorias: planejada e não planejada.

-Manutenção corretiva não planejada: categoriza a intervenção realizada em um equipamento após a ocorrência de uma falha aleatória e inesperada, gerando perda de função do equipamento que acarreta perdas no processo produtivo.

-Manutenção corretiva planejada: nesta categoria adentram as intervenções que ocorrem após falha, porém com uma manutenção preparada para ocorrer quando falhar. O fato de ser uma manutenção previamente preparada indica que houve planejamento, automaticamente se houve planejamento ela representa um custo menor que a corretiva não-planejada.

### *2.2.2 Manutenção Preventiva*

Como o próprio nome já diz, esse método de manutenção se define por ser o método no qual são feitas intervenções nos equipamentos de forma a prevenir futuras falhas, evitando paradas inesperadas no processo.

As ações preventivas seguem um padrão, geralmente definido pelo fabricante do equipamento, de execução e de periodicidade, o que acarreta uma maior eficiência operacional e de planejamento, se comparado com a manutenção corretiva. O fato de possuir um planejamento auxilia também na redução de custos já que não ocorrem perdas de produção e nem compras emergenciais, que se caracterizam por preços mais altos que compras planejadas.

Como falado anteriormente, o padrão das atividades preventivas de manutenção, geralmente, é definido pelo fabricante, para gerar esse padrão as empresas levam em conta dados estatísticos e histórico de equipamentos, que levam a construção da curva do tempo médio para falha – CTMF. Ao analisar a curva, fica estimada a data provável em que o equipamento falhará e planeja-se a intervenção preventiva para ocorrer antes da falha.

Um problema nesse processo é que como o fabricante leva em conta dados estatísticos gerais, acaba que algumas variáveis específicas de funcionamento de cada planta industrial, que afetam a vida operacional do equipamento, acabam perdendo importância. Conseqüentemente são gerados planos preventivos com

periodicidade de intervenções ineficaz, ou são realizados reparos desnecessários e antecipados ou falhas inesperadas ocorrem antes da próxima intervenção no equipamento.

Outro ponto negativo do método de manutenção preventiva é que para o processo de intervenção o equipamento, mesmo que em perfeitas condições, deve ser retirado do processo produtivo, acarretando parada desse mesmo processo o que leva a aumento no custo agregado a manutenção.

### 2.2.3 *Manutenção Preditiva*

Em termos gerais, este é o tipo de manutenção que trabalha baseado na condição que o aparelho apresenta durante o período de operação. Partindo para uma definição literária, é a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (OTANI; MACHADO, 2008).

A manutenção preditiva se baseia na leitura de variáveis críticas cujos limites são previamente definidos, quando as leituras ou a projeção por modelos se aproximam destes limites, uma intervenção de manutenção deve ser planejada, de modo a controlar a falha iminente (GARG; DESHMUKH, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015). A detecção antecipada de uma anomalia permite um diagnóstico precoce da falha, possibilitando a execução de um plano de ações corretivas, no momento e na intensidade adequados ao tipo de falha (TOAZZA; SELLITO, 2015).

Neste tipo de manutenção privilegia-se a disponibilidade, pois os dados e parâmetros, que buscam prever quando será a falha ou parada emergencial do equipamento, são obtidos com o equipamento em funcionamento, ou seja, gera redução nas paradas para manutenção/diagnóstico aumentando produtividade do equipamento.

O objetivo da manutenção preditiva não é eliminar os níveis de manutenção preventiva ou corretiva, mas minimizá-los de forma prática e objetiva, por meio do acompanhamento e monitoramento de parâmetros, com uso de instrumentação adequada.

Dentre os tipos de análise utilizadas na manutenção preditiva estão: termografia; análise de vibrações; análise de lubrificantes; propriedades físico-

químicas; cromatografia gasosa; espectrometria; ferrografia; radiografia; energia acústica (ultra-som); energia eletromagnética (partículas magnéticas, correntes parasíticas); fenômenos de viscosidade (líquidos penetrantes); radiações ionizantes (Raio X ou Gamagrafia); tribologia; monitoria de processos; inspeção visual; outras técnicas de análise não-destrutivas.

Segue a figura 2.2.2 que ilustra a relação entre a atuação manutenção preditiva, a condição do equipamento, o tempo de funcionamento até a falha, os custos de reparo e os sinais emitidos pelo equipamento.

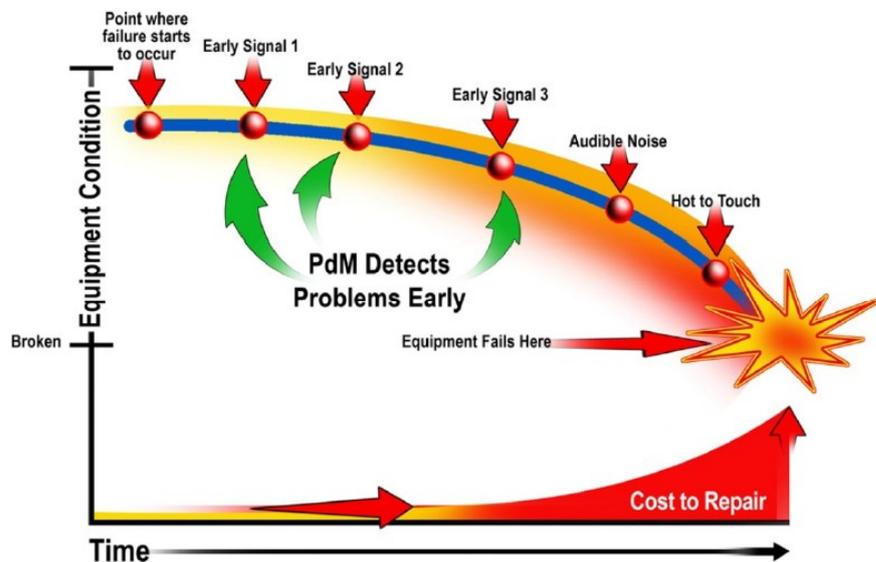


Figura 2.2.2 – Manutenção Preditiva visa detectar a falha antes que ela ocorra (SALOMÃO FILHO, 2013)

Segue tradução dos termos em inglês do gráfico:

- Point where the failure starts to occur*: Ponto onde a falha começa a ocorrer
- Equipment Condition*: Condição do equipamento
- Broken*: Quebrado
- Time*: Tempo
- Cost to Repair*: Custo de reparo
- Early Signal*: Sinal prévio
- Audible Noise*: Sinal audível
- Hot to Touch*: Quente para tocar
- Equipment Fails Here*: Equipamento falha aqui

*-PdM Detects Problems Early*: Manutenção preditiva detecta problemas antes.

#### 2.2.4 *Manutenção Detectiva*

Tipo de manutenção utilizado somente em sistemas ou indústrias com alto nível de automatização, ele consiste em um modelo automatizado que possui acesso ao equipamento e descobre falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação e da manutenção.

O objetivo dessa prática é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, haja vista pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação (SOUZA, 2008).

Enquanto na manutenção preditiva, ocorre o diagnóstico a partir da medição dos parâmetros do equipamento, na detectiva o diagnóstico é obtido de forma direta, a partir do processamento de informações colhidas junto a planta.

Um exemplo de aplicação de manutenção detectiva é em um circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital, se o circuito estiver com falha, e faltar energia, o gerador não é acionado, por isso o circuito é testado e acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade e aumentar a confiabilidade (Ferreira, 2009).

#### 2.2.5 *Engenharia de Manutenção*

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a Engenharia de Manutenção significa “perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Para tanto, visa dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar a gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica.

Sendo assim, a área da Engenharia de Manutenção tem como responsabilidade aplicar, monitorar, colher e interpretar dados dos tipos de manutenção aplicados em uma empresa. Essa nova prática visa consolidar a aplicação de uma mentalidade de melhoria contínua além de dar destaque a área de manutenção dentro de qualquer sistema de produção.

### **2.3 Benefícios da Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva vem sendo cada vez mais reconhecida como uma excelente técnica de gestão da manutenção, tendo seu principal foco na melhoria da confiabilidade dos ativos/equipamentos, gerando por consequência uma melhora na produtividade, qualidade e redução de custos na gestão desses mesmos ativos.

Fica destacado, portanto, que com a aplicação de técnicas preditivas as plantas se tornam mais confiáveis, requerendo recursos menores de manutenção no longo prazo, acrescentamos que o ciclo de vida das máquinas e equipamentos tendem a aumentar além de possibilitarem uma operação com melhoria nos níveis de rendimento e produtividade.

O aumento da confiabilidade se dá por determinar antecipadamente a necessidade de manutenção, evitando assim a ocorrência de falhas que geram paradas não planejadas para a operação. Ou seja, não ocorre a situação de o equipamento trabalhar até a falha, substituindo as corretivas não planejadas por intervenções planejadas.

Além do citado acima, ocorre uma redução no número de intervenções e substituições de peças nos equipamentos, o que evita as chamadas falhas de infância ou falhas na fase de iniciação do ativo.

A melhoria na produtividade e qualidade da produção ocorre com o acompanhamento preditivo, pois esse modelo de manutenção busca obter dados diagnósticos de que o equipamento está operando dentro dos parâmetros ideais de funcionamento e caso não estejam, o acompanhamento demonstra a necessidade de alteração de alguma condição de funcionamento.

No que tange a redução de custos, segundo estudos recentes a manutenção preditiva vem gerando uma redução de 15 a 20% quando comparada com a manutenção clássica. Essa redução se dá por reduzir o custo de operações de manutenção, aumentar a produtividade o que gera mais receita, e ainda por oferecer dados seguros sobre a frequência e modo de falhas dos componentes envolvidos, gera uma otimização na gestão de estoques e compra de peças sobressalentes.

## **2.4 Classificação geral das técnicas de monitoramento**

Haja visto que a manutenção preditiva tem como objetivo prever quando vão ocorrer as falhas em um equipamento baseado no estado de funcionamento do mesmo, gerando assim uma melhor gestão das intervenções necessárias. Para obter os dados que mostram o estado de funcionamento é necessário que haja medições, acompanhamento e monitoramento de parâmetros, as principais técnicas de monitoramento podem ser classificadas como: subjetiva, objetiva e contínua.

### *2.4.1 Monitoração Subjetiva*

A monitoração subjetiva é aquela baseada na sensação e nos sentimentos da equipe de manutenção, são as chamadas inspeções realizadas no equipamento e o resultado do estado equipamento vem dos sentidos humanos: tato, olfato, audição e visão. Os resultados desse monitoramento têm sua confiabilidade centrada na experiência da equipe de manutenção.

### *2.4.2 Monitoração objetiva*

Esse tipo de monitoração é fundamental para determinar o estado de equipamentos, pois este é o acompanhamento feito através de instrumentos. A técnica ganha a denominação de objetiva porque a utilização de instrumentos fornece um valor de medição do parâmetro que independe do operador.

É essencial para que se mantenha a confiabilidade do resultado que as medições sejam realizadas nas mesmas condições, que o operador esteja treinado e habilitado, que os instrumentos estejam aferidos e calibrados, e que haja alguém capaz de interpretar os dados coletados e emitir diagnósticos.

### *2.4.3 Monitoração contínua*

A monitoração contínua na realidade é uma monitoração objetiva, porém ao invés de ter seus resultados obtidos em medições periódicas, a monitoração contínua apresenta o estado do equipamento em tempo real, portanto, essa técnica é aplicada em situações onde o tempo desenvolvimento de defeitos e falhas era muito curto, e em equipamentos críticos para a operação.

Esse modelo de monitoramento se mostra efetivo quando se associa a dispositivos de alarme ou de paralisação do equipamento, assim que o limite estipulado do parâmetro de acompanhamento seja atingido.

Estruturalmente, para realizar as medições são instalados sensores, para captar os sinais, ligados a transdutores, que fazem a decodificação do sinal para que ele possa ser traduzido em valores no indicador que será analisado pela engenharia de manutenção.

## 2.5 Principais técnicas de manutenção preditiva

As principais técnicas de manutenção preditiva podem ser classificadas como END (ensaio não-destrutivo), afinal nada é destruído na máquina para realização das medições. Será apresentada a Tabela 2.5 com as principais técnicas, algumas delas necessitam do equipamento fora de operação para serem realizadas, porém isso não invalida a característica preditiva delas, pois são técnicas de monitoramento que podem ser programadas e ajustadas a necessidade de operação da indústria.

Tabela 2.5 – Principais Técnicas de Manutenção Preditiva (BARONI, 2002)

<b>Radiações Ionizantes</b> Raios X e Gamagrafia	<b>Energia Acústica</b> Ultrassom e Emissão acústica
<b>Energia Eletromagnética</b> Partículas magnéticas Correntes parasíticas	<b>Fenômenos de Viscosidade</b> Líquidos penetrantes
<b>Inspecção Visual</b> Endoscopia ou Boroscopia	<b>Análise de Vibrações</b> Nível global, Espectro de vibrações
<b>Detecção de Vazamentos</b>	Pulso de choque
<b>Análise de óleos lubrificantes ou isolantes</b> Viscosidade, Número de neutralização (acidez ou basicidade), Teor de água, Insolúveis, Contagem de partículas Metais por espectrometria por infravermelho Cromatografia gasosa, Tensão interfacial, Rigidez dielétrica, Ponto de fulgor	<b>Análise de Temperatura – Termometria</b> Termometria convencional Indicadores de temperatura Pirometria de radiação Termografia
<b>Ferrografia</b> Ferrografia quantitativa Ferrografia analítica	<b>Verificações de Geometria</b> Metrologia convencional Alinhamento de máquinas rotativas
<b>Ensaio Elétricos</b> Corrente, Tensão, Isolação, Perdas dielétricas, Rigidez dielétrica, Espectro de corrente ou tensão	<b>Forças</b> Células de carga, Teste de pressão Teste hidrostático, Teste de vácuo, Detecção de trincas

Pode-se classificar as técnicas de manutenção preditiva pela grandeza medida – vibração, temperatura, corrente elétrica, etc., ou pelo defeito – vazamento, pitting,

corrosão, baixo isolamento, etc. Poderia ainda as classificar pela aplicabilidade – caixas de engrenagem, sistemas hidráulicos, máquinas elétricas, etc. Apenas para efeito de estudo, a Tabela 2.5 classifica as técnicas mais importantes em famílias de especialização.

## 2.6 Qualidade na manutenção

Atualmente, qualquer empresa que queira ter um grau de competitividade no mercado precisa aplicar um processo de gerenciamento criado no Japão na década de 50, esse processo é o TQM (*Total Quality Management*) ou Gestão da Qualidade Total (GQT), uma ferramenta eficaz para se obter a satisfação do cliente e alcançar a competitividade empresarial. Sendo a manutenção uma área suporte em uma planta industrial, qual seria o papel dela mediante essa nova plataforma de gerenciamento?

A manutenção possui papel preponderante quando inserida em um ambiente onde se aplica a TQM, conforme o explicado por Kardec e Nascif (2009). Como a sua missão é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações, de modo a atender as demandas da produção com confiabilidade, segurança e custos adequados, a manutenção fica responsável por fazer a coordenação dos diversos subsistemas fornecedores, aí incluímos a engenharia e o suprimento de materiais, entre outros.

A coordenação desses diversos subsistemas de fornecedores precisa funcionar de forma que o cliente interno (a produção) tenha as instalações em pleno funcionamento para atingir suas metas. A integração destes subsistemas atuando como verdadeiros times é, com certeza, o fator crítico de sucesso mais importante de uma empresa.

Além de responder o papel da manutenção no ambiente da TQM, Kardec e Nascif (2009) ainda enumeram quais são os princípios básicos da TQM que se aplicam a uma manutenção de classe mundial:

- Satisfação Total dos Clientes;
- Gerência participativa;
- Desenvolvimento Humano (Aprendizado Contínuo);

- Constância de Propósitos (visão de futuro e ações coerentes com essa visão);
- Desenvolvimento Contínuo;
- Gerenciamento dos Processos;
- Delegação;
- Disseminação das Informações;
- Garantia da Qualidade – Gerenciamento da Rotina;
- Não-aceitação de erros (repetitivos e por omissão).

## **2.7 Confiabilidade**

A definição mais precisa é dada pela NBR-5462 (2004), na qual confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo. Ou seja, confiabilidade de um equipamento representa a capacidade do mesmo de desempenhar a sua função especificada no projeto, de acordo com as condições de operação especificadas, em um intervalo específico de tempo, é essencial que a confiabilidade esteja atrelada a uma medida de tempo.

É comum que as pessoas confundam os conceitos de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, portanto mais uma vez é necessário recorrer a NBR-5462 (2004) para esclarecer as definições.

-Disponibilidade: é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

- Manutenibilidade: é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Ou melhor dizendo, disponibilidade é um indicador reativo, retrata o que aconteceu no passado. Manutenibilidade é a “facilidade” que uma equipe encontra para executar a manutenção de um determinado equipamento. E confiabilidade está

ligado ao futuro, é uma projeção probabilística que aponta as chances de o equipamento funcionar perfeitamente em um determinado espaço de tempo.

A confiabilidade de um equipamento pode ser medida por indicadores, inclusive o sucesso ou fracasso da hipótese desse trabalho tem como métrica alguns indicadores de confiabilidade, são eles: MTBF e MTTR

### 2.7.1 MTBF

MTBF (*Mean Time Between Failures*) é uma sigla que significa tempo médio entre falhas. Em resumo o MTBF é a média entre o fim de uma falha e o início de outra em equipamentos reparáveis. Este indicador tem o objetivo de determinar a média dos tempos de funcionamento de cada item reparável entre uma falha e outra, auxiliando assim o planejamento de uma intervenção prévia a falha para evitar que a mesma ocorra.

Para o cálculo do MTBF, descrito pela Eq. 2.7.1, é necessário fazer um somatório do tempo que a máquina ficou em operação, subtrair pelo tempo de máquina parada e dividir o resultado dessa subtração pelo número de falhas. (Normalmente as manutenções preventivas não são computadas para esse indicador).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total de operação (TOPT)} - \text{Tempo de Máquina Parada}}{\text{Número de falhas (N)}} \quad (2.7.1)$$

O MTBF por ser utilizado, por exemplo, para criar estratégias de enfrentamento a um problema que ocorre paulatinamente associado ao equipamento.

### 2.7.2 MTTR

O MTTR (*Mean Time To Repair*) é conhecido como tempo médio para o reparo, ele representa a média aritmética dos tempos de reparo de um sistema, de um equipamento ou de um item. Segundo Gil Branco Filho, autor do livro Índice e Indicadores de Manutenção, “é a probabilidade que o item seja colocado de volta a trabalhar ou executar sua função. Isso tem a ver com treinamento igual para todos os executantes, ferramentas iguais, treinamento, instalações, etc.”.

Como dito anteriormente, o MTTR representa uma média, o indicador aponta a média dos tempos que uma equipe de manutenção leva para repor a máquina em condições de operar desde a falha até a conclusão do reparo e aprovação no teste de operação, o que configura a conclusão na ordem de serviço da manutenção. Dito isso, a fórmula de cálculo do MTTR, expressa pela Eq. 2.7.2, é:

$$MTTR = \frac{\text{Total trabalhado nas ordens de serviço (TH)}}{\text{Número de ordens de serviço (NO)}} \quad (2.7.2)$$

O MTTR pode ser utilizado, por exemplo, como indicador para medir a eficiência do time de manutenção, já que constata a rapidez com que a equipe executa a intervenção.

Segundo a literatura, existem 5 fatores chave que influenciam no aumento do MTTR de uma planta industrial, são eles: atraso na comunicação da falha; perda de tempo no almoxarifado ou na busca de ferramentas; deslocamento longo até o local; falta de conhecimento técnico para realizar a manutenção; falta de ferramentas adequadas para atividade.

### 2.7.3 Cálculo de Disponibilidade

Uma das formas de determinar a disponibilidade de um equipamento é através dos indicadores citados acima. Conforme definido anteriormente, disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função quando solicitado pelo time de operação/produção. A fórmula de cálculo da disponibilidade utilizando os indicadores MTBF e MTTR, expressa pela equação 2.7.3, é:

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.7.3)$$

## 2.8 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)

Essa nova visão de forma de gerenciar a manutenção surgiu nos anos 70, nos Estados Unidos, a partir da análise da política de manutenção do setor aéreo americano por Stan Nowlan e Howard Heap.

Existem duas definições simples que se complementam, para Kardec e Nascif (2009) a MCC é uma metodologia que estuda um equipamento ou sistema em detalhes, analisa como ele pode falhar e define a melhor forma de fazer manutenção de modo a prevenir a falha ou minimizar as perdas decorrentes das falhas, desse modo, é uma ferramenta de suporte à decisão gerencial.

Acrescentando a isso, Souza e Lima (2003), dizem que a MCC identifica e mensura a confiabilidade de um sistema (equipamento, máquinas e processos) e, de maneira científica, propõe meios para aumentar essa confiabilidade.

O objetivo dessa nova abordagem é redirecionar a manutenção, seja de um equipamento específico ou da planta industrial como um todo, de forma que a própria empresa determine o grau de complexidade e o nível de serviço que considera aceitável, tendo como parâmetros especificações do projeto, custo *versus* benefício, custo e impacto de falhas, etc. Concluindo, a abordagem visa a utilização máxima dos recursos disponíveis, desde que viáveis, para garantir a confiabilidade de operação.

Segundo Souza e Lima (2003), existem 7 passos para implementação da metodologia MCC, segue as descrições dos mesmos:

-Passo 1: Seleção de equipamento/área onde será realizada a manutenção: onde os investimentos forem justificáveis, deve-se planejar os detalhes da manutenção, como análises (quando e onde), auditorias e treinamento;

-Passo 2: Determinação do desempenho desejado e capacidade real tecnológica do ativo: conciliar a manutenção de maneira que o equipamento tenha sempre condições de executar o que ele foi projetado para executar (“capabilidade intrínseca”) e o que se deseja que ele execute (“desempenho desejado”), da maneira correta;

-Passo 3: Análise das falhas do ativo: realizar registro e análise de falhas funcionais (perda de função) de acordo com as consequências para o desempenho operacional do ativo, classificando-as em falhas parciais e totais, falhas limites inferiores e superiores e falhas contexto operacional. Isso permitirá à função manutenção maior conhecimento e controle sob seus equipamentos;

-Passo 4: Estudar as causas das falhas, seus efeitos e possíveis consequências: usualmente, é utilizado o FMEA - Análise de Modos de Falha e seus Efeitos – para conduzir as investigações sobre as falhas, gerando informações que justifiquem tomada de decisão para eliminar/amenizar a causa/efeito da falha;

-Passo 5: Selecionar o tipo de manutenção mais adequada, de acordo com a seguinte classificação: tempo (preventiva), condição (preditiva) e teste (detectiva). Isso permitirá uma alta confiabilidade operacional do equipamento e, onde for aplicável, alta longevidade do mesmo com a manutenção preditiva, baixando os custos de manutenção;

-Passo 6: Formular e Implementar o Plano de Manutenção: é importante que as recomendações no novo plano de manutenção sejam comparadas às já existentes, de maneira a decidir se devem ser propostas novas atividades, mudar as já existentes ou, até mesmo, eliminar algumas.

-Passo 7: Melhoria Contínua: melhoria contínua baseada no Kaisen, através de constantes revisões, para adaptação às novas tecnologias, aos novos problemas e às novas condições do ambiente. O autor destaca a importância do envolvimento de todos os setores e colaboradores, para que as novas melhorias atinjam a empresa como um todo e apresentem, de fato, resultados significativos.

# CAPÍTULO III

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 A empresa

A empresa selecionada para ocorrência desse estudo de caso é uma Usina de Beneficiamento de Semente (UBS) localizada no município de Cachoeira Dourada, no estado de Minas Gerais. A usina pertence a uma multinacional líder mundial no setor agrícola, sendo uma referência na produção de sementes transgênicas e de herbicidas.

A unidade de Cachoeira Dourada tem o foco no plantio beneficiamento da cultura do milho, configurando assim uma unidade com área de campo e de indústria, e consiste em uma planta chamada de “planta básica”. Em um breve resumo do negócio, existem três tipos de plantas, as pré-básicas, as básicas e as comerciais. A pré básica é responsável pela primeira réplica e multiplicação do material genético recebido pela matriz (Geração 0), a básica responde pelas próximas multiplicações (Geração 1 e 2) do material, que ainda apresenta sementes sexuadas (machos e femeas), por fim, a planta comercial realiza o cruzamento do macho e femea, formando os híbridos que após beneficiados são repassados ao cliente, que após plantio, gera o milho que chega a população.

O negócio de sementes apresenta algumas peculiaridades, como o fato de a semente ser um vivo, gerando necessidade de ser tratada como tal para manter sua qualidade, um exemplo é que as velocidades de processamento dependendo do material pois cada tipo de material reage de um jeito ao impacto na linha de produção. Outra peculiaridade é a sazonalidade do processo, o fornecimento de matéria prima é dado pelo campo que só trabalha quando o clima está propício para o plantio, nas

chamadas “safras”, isso faz com que a indústria tenha sua produção atuando apenas em alguns períodos do ano.

Segue Figura 3.1, que ajuda a ilustrar as dimensões da Usina de Beneficiamento de Sementes.



Figura 3.1 – Imagem aérea da UBS de Cachoeira Dourada-MG (Acervo da Empresa)

### 3.1.1 Fluxo do processo produtivo:

Os principais setores produtivos em uma usina de beneficiamento de sementes de milho, ilustrados na Figura 3.1.1, são:

- Setor de Recebimento: onde as espigas são recebidas e descarregadas; Setor de SDC e Despalha: onde as espigas são descarregadas do caminhão através do Sistema de descarga por correia (SDC) e em seguida passam por uma máquina de despalha, onde a palha é retirada da espiga;
- Secador: processo pelo qual as espigas sem palha são colocadas em um grande secador para atingirem uma umidade mais baixa e entrarem em um estado de dormência. Desta maneira se minimiza as chances de perda de qualidade nos processos subsequentes;
- Debulha e Densimétrica: neste processo as espigas se transformam em sementes, as espigas são atritadas umas contra as outras por uma máquina e assim as sementes se soltam da espiga;

- Torre: é o processo que separa as sementes de acordo com seus diferentes tamanhos, os grãos passam por até 14 peneiras de tamanhos diferentes e os grãos de tamanho semelhante são agrupados juntos;
- Qualidade: ao longo de todo o processo amostras são retiradas periodicamente e é neste setor que são realizadas todas as análises visuais da espiga, para verificar se o lote de sementes está dentro das especificações pré-estabelecidas.



Figura 3.1.1 – Fluxo de produção em uma usina de beneficiamento de sementes

## 3.2 Equipamentos Selecionados

### 3.2.1 Cyclofan

O cyclofan, ilustrado na figura 3.2.1, é um equipamento da fabricante dinamarquesa Cimbria, ele é resultado da combinação de um ventilador e um altamente eficiente separador mecânico de pó. A efetividade da separação das partículas de poeira é baseada na força centrífuga de uma corrente de ar giratória, que é obtida por um impulsor especialmente desenhado e aumentada por pás guias presentes no equipamento.

A combinação de um poderoso exaustor com um mini-ciclone de alta performance resulta na melhor performance de aspiração de pó do mercado, com reduzido consumo de energia.



Figura 3.2.1 – Cycloflan modelo CF 615 (Catálogo CIMBRIA, 2019)

### 3.2.2 Elevador de Canecas

O transportador denominado elevador de canecas, ilustrado na figura 3.2.2, é um equipamento que tem a finalidade de elevar materiais granulados a uma altura suficiente para despejá-los em algum ponto pré-determinado através das calhas ou tubulações (KEPLER WEBER, 2004).

Os elevadores de canecas são considerados os melhores meios de transportes verticais de material a granel, pois, conseguem efetuar esses transportes verticais com eficiência e economia de custo e espaço físico.



Figura 3.2.2 – Modelo de elevador de canecas (SOLUTEC INDUSTRIAL, 2019)

### 3.3 Análise de Vibração

A análise da vibração do equipamento é uma das técnicas mais antigas de manutenção, porém ainda sem mantêm como uma das principais. Ela manteve esse destaque porque durante busca por obter um real diagnóstico do funcionamento de uma máquina é essencial conhecer os parâmetros de vibração da mesma, pois equipamentos emitem vibrações cuja frequência mantém uma constância, e caso haja qualquer alteração na qualidade do funcionamento, por exemplo o início de uma trinca, ocorre uma mudança na distribuição da energia vibratória.

As alterações na qualidade de funcionamento muitas vezes começam de forma mínima, se tornando imperceptíveis a inspeções sensoriais, desse modo a análise de vibração vem para detectar as alterações, mesmo que mínimas, no espectro de energia vibratória. Esse diagnóstico precoce permite a realização de intervenções eficientes antes que a máquina venha ter uma falha de fato. Algumas das falhas decorrentes de alterações na vibração de equipamentos são: Desgaste prematuro de componentes; Quebras inesperadas (com paradas repentinas de produção); Aumento do custo de manutenção (consumo excessivo de peças de reposição); Perdas de energia; Fadiga estrutural; Desconexão de partes (instabilidade geométrica); Baixa qualidade dos produtos (acabamento ruim).

A implementação de um regime de análise de vibração consiste na realização de inspeções periódicas que geram dados, coletados por um acelerômetro, a ser analisados por um software com espectro de frequências, que são distinguidas pela amplitude. Após análise do software, o diagnóstico de funcionamento se suporta na norma NBR-10082 (2011).

#### *3.3.1 Método utilizado na análise de vibração dos equipamentos da Usina de Beneficiamento de Sementes de Cachoeira Dourada.*

As medições periódicas realizadas visam acompanhar a qualidade de funcionamento das máquinas, com base na intensidade das vibrações geradas pelo seu funcionamento, identificar e fornecer os diagnósticos e as recomendações para correção das máquinas que ultrapassaram os limites de Alarme e de Falha.

Ocorreram medições em aceleração, velocidade e envelope de aceleração, através de um acelerômetro posicionado junto aos mancais das máquinas. Os dados

registrados serão adquiridos no coletor e transferidos para um computador, sendo emitidos os resultados através do software.

- Os materiais utilizados foram coletor e analisador de vibrações VIB 100 séries, versão profissional, acelerômetro RH 103, software SIGPRED – software de pós-processamento, gerenciamento e banco de dados das análises de vibrações.
- Para determinação dos pontos de medição seguiu-se o seguinte padrão, ilustrado na figura 3.3.1:

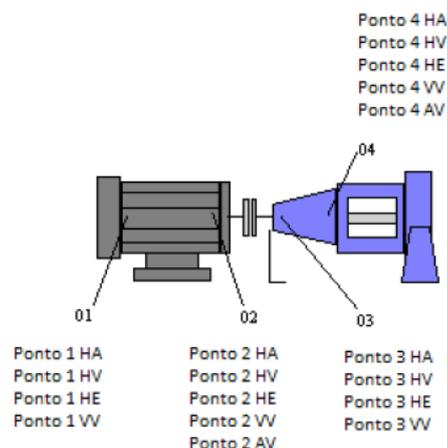


Figura 3.3.1 – Pontos a serem analisados em um motorreductor (Relatório MLB, 2018)

1° Ponto de Medição: - Identificação dos mancais.

- 1 – Mancais do acionador do lado não acoplado;
- 2 – Mancais do acionador do lado acoplado;
- 3 – Mancais do equipamento do lado acoplado;
- 4 – Mancais do equipamento do lado não acoplado;

2° Direção de medição

H – Horizontal.

V – Vertical.

A – Axial.

3° Grandeza medida:

V - Velocidade de vibração- mm/s (rms);

A - Aceleração - Gs (pico);

E - Envelope de Aceleração – Gs (pico a pico).

- Medições de Velocidade de Vibração:

Tem como finalidade detectar problemas rotacionais do equipamento (em baixa e média frequência), tais como: desbalanceamento, desalinhamento, problemas de falta de rigidez da base, pulsação de fluido, turbulência, cavitação, folgas mecânicas, componentes alternativos, etc.

Tendo como configuração básica realizar-se a medição de 10 Hz a 1000 Hz [RMS] para avaliação segundo a norma NBR-10082.

- **Medições de Aceleração:**

É utilizada para detecção de falhas que ocorrem em alta frequência tais como: engrenamento, rolamentos, pulsação de fluidos em alta frequência.

- **Medições de Envelope de Aceleração:**

É utilizada para identificar falhas mecânicas que geram choques, mesmo que de baixa energia. Aplicada em falhas em rolamentos e engrenamentos, possibilita o aumento qualitativo da confiabilidade dos espectros de velocidade de vibração e aceleração culminando em um melhor laudo técnico.

- **Normas técnicas**

Os equipamentos foram avaliados segundo a norma NBR-10082(2011), sendo as máquinas classificadas do seguinte modo:

Tabela 3.3.1 – Parâmetros para avaliação da vibração de equipamentos (NBR-10082, 2011).

Limites das zonas	ZONA	Avaliação	Velocidade [R.M.S] mm/s				STATUS INFRARED
			GRUPO 2 15kW a 300kW	GRUPO 4 acima de 15kW acionamento integrado	GRUPO 1 300kW a 50MW	GRUPO 3 acima de 15kW acionamento separado	
			BASE		BASE		
			RÍGIDO	FLEXÍVEL	RÍGIDO	FLEXÍVEL	
	<b>A</b>	<b>BOM</b>					
A/B			1,4	2,3	2,3	3,5	<b>N</b>
	<b>B</b>	<b>ACEITÁVEL</b>					
B/C			2,8	4,5	4,5	7,1	<b>A1</b>
	<b>C</b>	<b>INSATISFATÓRIO</b>					
C/D			4,5	7,1	7,1	11,0	<b>A2</b>
	<b>D</b>	<b>SEVERO SUFICIENTE</b>					

Classificação das zonas de severidade de vibração para máquinas dos Grupos 1, 2, 3 e 4.

Zona A: Vibração de máquinas em Stat-up devem cair geralmente dentro desta zona;

Zona B: Máquinas com vibração dentro desta zona são consideradas ACEITÁVEIS para operação irrestrita por longos períodos;

Zona C: Máquinas com vibração dentro desta zona são geralmente consideradas INSATISFATÓRIAS para operações contínuas por longos períodos;

Zona D: Valores de vibração dentro desta zona são geralmente considerados SEVEROS SUFICIENTES para causar danos à máquina.

### **3.4 Termografia**

A termografia permite o acompanhamento da temperatura e a formação de imagens térmicas, termogramas, que geram diagnósticos precoces de possíveis falhas em componentes mecânicos e elétricos.

Esse é o tipo de inspeção utilizada por sistemas de infravermelho, que ao detectar a radiação infravermelha emitida naturalmente pelos corpos, gera imagens térmicas que proporcionam informações relativas a condição operacional do equipamento, como medição de temperatura ou padrões diferenciais de distribuição de calor.

O equipamento deve estar em pleno funcionamento para a realização da inspeção termográfica. As medições tornam-se ainda mais efetivas quando ocorrem nos períodos de maior demanda, pois os pontos deficientes se tornam ainda mais evidentes.

As inspeções termográficas se dividem em duas categorias, a ativa e a passiva. Na termografia ativa as tensões térmicas são aplicadas durante o ensaio através de técnicas especiais (geralmente aquecimento por radiação ou condução) para que se possa obter boa detecção dos pontos deficientes. Já na termografia passiva as tensões térmicas são causadas diretamente pelo próprio objeto durante a sua operação.

### 3.4.1 Método utilizado para inspeção termográfica dos equipamentos da Usina de Beneficiamento de Sementes de Cachoeira Dourada

A inspeção termográfica realizada na UBS foi do tipo passiva, essa metodologia consiste na utilização de uma câmera capaz de detectar a radiação eletromagnética, gerada pela temperatura da máquina, e transformá-la em uma imagem térmica que apresenta a distribuição de temperaturas em uma dada superfície. Como não há intervenção e nem inserção deliberada de calor no equipamento, a técnica se caracteriza como uma inspeção não destrutiva e não intrusiva.

A câmera escolhida para realização da inspeção foi a câmera da marca Flir modelo E30, esse modelo apresenta uma resolução de 160 x 120 IR pixel que possibilita 25.600 medições de temperatura por imagem, além de possuir um range de temperatura que vai de -20 °C a 250°C com uma sensibilidade térmica menor que 0,1 °C.



Figura 10 – Câmera termográfica Flir E30 e exemplo de imagem térmica (Merlin Lazer, 2019)

## 3.5 Metodologia

Para a realização do estudo de caso foram selecionados alguns equipamentos como referência da melhoria de confiabilidade da planta como um todo, o critério de

seleção se pautou na quantidade de falhas apresentada pelo equipamento no ano fiscal de 2016 (de setembro a agosto), os equipamentos que formaram o pódio de quebras foram o Cyclofan M4-908 e os elevadores de caneca: elevador de repasse M1-331 e elevador de canecas M4-506.

Primeiramente foram obtidos os dados com a empresa para cálculo da disponibilidade, MTBF e MTTR do FY16 (*Fiscal Year 16 – Ano Fiscal 16*), pois seriam nossos valores iniciais e o padrão de comparação que mostraria se inserção da rotina de preditivas foi efetiva ou não. Os indicadores de confiabilidade foram calculados usando o software Microsoft Excel.

As inspeções preditivas foram realizadas pela empresa MLB Industrial, sediada em Santa Helena de Goiás, de forma periódica durante o período das safras INV17 (inverno 17), VER17 (verão 17), INV18 e VER 18. A MLB ficou responsável pela coleta e análise dos dados de vibração e termografia e por fornecer os relatórios com gráficos, imagens e sugestão de tipo e periodicidade de intervenção. Os relatórios dos equipamentos se encontram em anexo neste trabalho.

O autor deste trabalho em conjunto com a equipe de manutenção da planta, composta por um engenheiro de manutenção e dois especialistas, ficou responsável pela análise dos relatórios, por programar as intervenções nos equipamentos com a equipe de mecânicos e por analisar os dados ao final da safra em busca de comprovar a efetividade.

Os dados obtidos ao longo dos dois anos fiscais (FY17 e FY18) foram obtidos do sistema de gerenciamento SAP e analisados utilizando uma ferramenta construída no Excel, ferramenta esta que compila os dados de cada mês e fornece os indicadores MTBF, MTTR e disponibilidade. O software SAP é utilizado pela equipe para armazenar ordens de serviço, solicitações de manutenção feitas pela produção, além da gestão de compras e reserva de produtos em almoxarifado.

Ao longo da próxima sessão serão apresentados os dados dos equipamentos no FY16, que será a referência para a análise da evolução dos indicadores ao longo dos FY's 17 e 18, as intervenções realizadas e a discussão se a implementação das análises preditivas foi realmente efetiva.

## **CAPÍTULO IV**

### **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

Nesse capítulo serão apresentadas as tabelas com os indicadores de manutenção que servem para os efeitos da introdução das análises preditivas na rotina de manutenção, os dados das ordens de manutenção que serviram de apoio a essas tabelas se encontram na sessão de anexos (Anexo A) deste trabalho.

O MTBF e o MTTR são indicadores calculados em horas e a disponibilidade está em porcentagem.

Além da apresentação, o capítulo contém a discussão a respeito das mudanças nos indicadores de confiabilidade, sobre os relatórios de análise preditiva da empresa MLB e as decisões tomadas pelo time da manutenção frente aos resultados da análise preditiva e dos indicadores de confiabilidade.

#### **4.1 Dados referentes ao ano fiscal de 2016 (*Fiscal Year 16 – FY16*)**

O ano fiscal de 2016, que correu de setembro de 2015 a agosto de 2016, foi selecionado como ponto de partida pois foi um ano com um aumento na quantidade de downtimes (falhas) e de tempo de necessário para recolocar os equipamentos em pleno funcionamento.

Após a análise dos dados do FY16 chegou-se à conclusão que era necessário iniciar uma abordagem preditiva com o objetivo de melhorar a quantidade de horas de produção e a assertividade do trabalho da manutenção.

Pensando na abordagem preditiva e nas paradas do ano fiscal de 2016, foram selecionados para análise equipamentos que possibilitam a análise preditiva, são críticos para o processo e estão entre os que mais falharam no FY16

#### 4.1.1 Cyclofan M4-908

Tabela 4.1.1 – Indicadores de Confiabilidade Cyclofan M4-908.

2016												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	-	1	1	-	1	2	-	1	3	1	3	5
Tempo Downtime	-	8	3	-	13,17	11,33	-	3	12	2	6	10
Tempo Disponivel	416,5	0,0	105,6	408,0	442,0	576,0	440,0	280,0	112,0	392,0	392,0	392,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
215,975	3956,1	68,5	18

MTTR	TH	NO
3,805556	68,5	18

Disponibilidade
98,27%

#### 4.1.2 Elevador de Canecas M4-506

Tabela 4.1.2 – Indicadores de Confiabilidade Elevador de Canecas M4-506.

2016												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	1	-	3	-	-	-	2	1	2	5	-	3
Tempo Downtime	5	-	12	-	-	-	4	2	10	15,5	-	3,5
Tempo Disponivel	416,5	0,0	105,6	408,0	442,0	576,0	440,0	280,0	112,0	392,0	392,0	392,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
229,65	3956,1	52	17

MTTR	TH	NO
3,058824	52	17

Disponibilidade
98,69%

#### 4.1.3 Elevador de Repasse M1-331

Tabela 4.1.3 – Indicadores de Confiabilidade Elevador de Repasse M1-331.

2016												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	2,00	1,00	-	1,00	4,00	6,00	-	1,00	3,00	4,00	3,00	8,00
Tempo Downtime	10,00	4,00	-	1,00	6,00	18,00	-	8,00	5,00	6,50	6,00	12,10
Tempo Disponivel	0,0	0,0	17,6	408,0	392,0	152,0	0,0	0,0	164,0	392,0	392,0	392,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
67,66667	2309,6	76,6	33

MTTR	TH	NO
2,321212	76,6	33

Disponibilidade
96,68%

## 4.2 Dados referentes ao ano fiscal de 2017 (*Fiscal Year 17 – FY17*)

### 4.2.1 Cyclofan M4-908

Tabela 4.2.1 - Indicadores de Confiabilidade Cyclofan M4-908.

2017												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	1,00	-	2,00	-	-	3,00	-	-	3,00	7,00	2,00	-
Tempo Downtime	8,00	-	11,00	-	-	6,00	-	-	15,00	25,60	6,00	-
Tempo Disponível	352,0	540,0	480,0	648,0	624,0	552,0	648,0	552,0	624,0	600,0	673,0	3,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
345,8	6296,0	71,6	18

MTTR	TH	NO
3,977778	71,6	18

Disponibilidade
98,86%

No comparativo entre os FY16 e o FY17 houve um aumento no tempo de máquina parada, porém se olharmos que o tempo total de operação (TOPT) do Cyclofan aumentou em quase 60% e esse aumento foi acompanhado por um (aumento de apenas 4,5% no tempo parado, pode-se ver a efetividade do diagnóstico preditivo.

No que reflete aos indicadores de confiabilidade, houve um enorme aumento no tempo médio entre as falhas (mais de 100 horas), uma melhora na disponibilidade, considerando que existia pouco espaço para crescimento, e quanto ao tempo médio de reparo podemos acrescentar de apenas 4,5%, mas já era esperado pois ocorreu um crescimento considerável do tempo de operação.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY17, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas de janeiro/17, junho/17 e agosto/17, dessas medições saíram os seguintes problemas:

- Desbalanceamento do rotor do cyclofan (jan/17)

Segue ilustrado pela figura 4.2.1.1 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

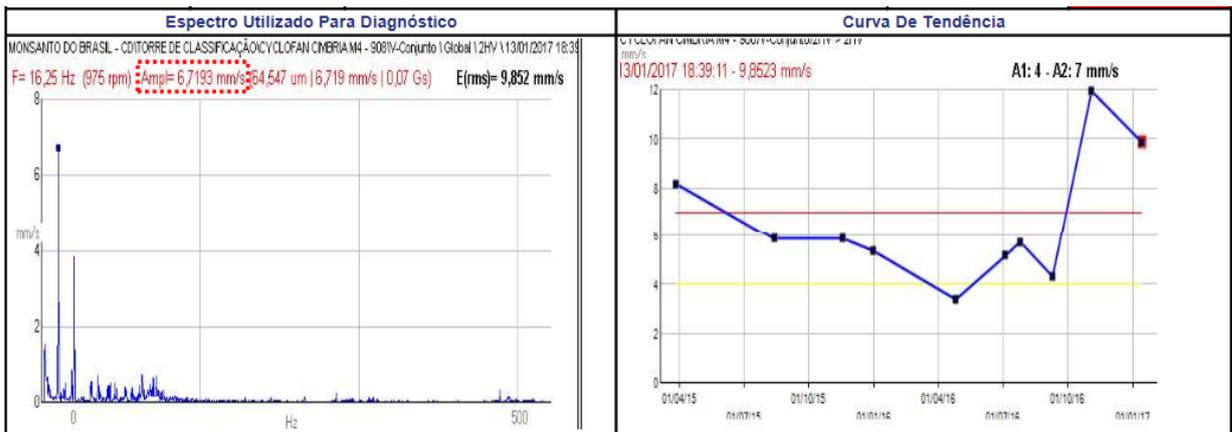


Figura 4.2.1.1 – Espectro de análise de vibração.

Rotor do cyclofan apresentou amplitude de 6,7193 mm/s e velocidade de vibração de 9,852 mm/s, passando a amplitude superior de 7 mm/s, o que o coloca na zona D, zona caracterizada por possuir vibrações o suficiente para causar danos severos a máquina, portanto apresentou alarme vermelho no relatório com um diagnóstico de desbalanceamento.

- Desalinhamento entre polias do motor (ago/17)

Segue ilustrado pela figura 4.2.1.2 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

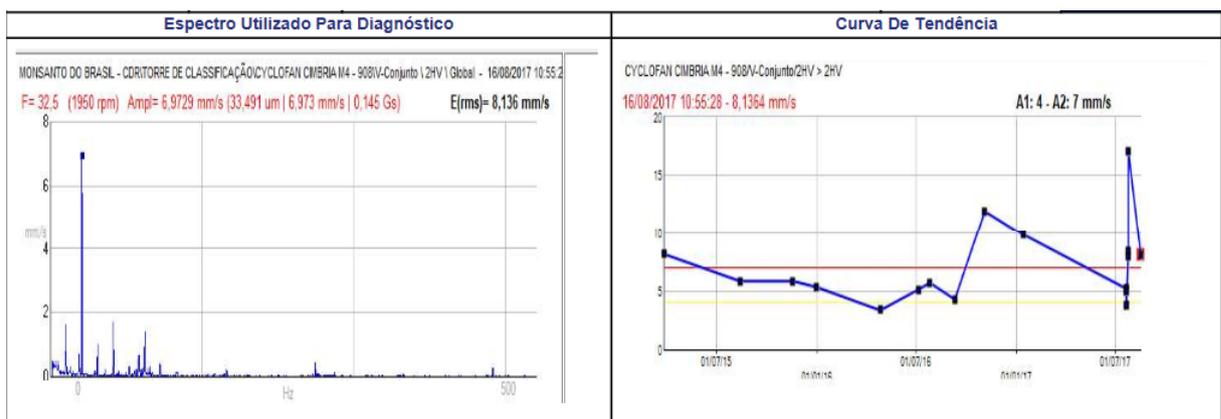


Figura 4.2.1.2 – Espectro de análise de vibração.

Ao analisar os pontos do motor, foi constada amplitude de 6,9729 mm/s com velocidade de vibração de 8,1354 mm/s, passando a amplitude superior de 7 mm/s, o que o coloca na zona D, zona caracterizada por possuir vibrações

o suficiente para causar danos severos a máquina, portanto apresentou alarme vermelho no relatório com um diagnóstico de desalinhamento entre as polias.

Para correção dos problemas diagnosticados foram realizadas as seguintes ações:

- Correção do desbalanceamento (jan/17)
- Verificação do estado das polias e das correias e depois corrigido o desalinhamento (ago/17)

Os relatórios da empresa MLB encontram-se em anexo nesse trabalho.

#### 4.2.2 Elevador de Canecas M4-506

Tabela 4.2.2 – Indicadores de Confiabilidade Elevador de Canecas M4-506.

2017												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	-	2,00	2,00	1,00	-	1,00
Tempo Downtime	5,00	2,70	16,00	4,00	3,00	4,80	-	9,00	10,00	3,00	-	1,17
Tempo Disponível	352,0	540,0	480,0	648,0	624,0	552,0	648,0	552,0	624,0	600,0	673,0	3,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N	MTTR	TH	NO	Disponibilidade
366,9018	6296,0	58,67	17	3,451176	58,67	17	99,07%

O elevador M4-506 se situa na área da torre de classificação, a mesma do Cyclofan, portanto houve o mesmo aumento do tempo total de operação, porém com um aumento maior no tempo parado que o equipamento M4-908 (quase 13%).

Quanto aos indicadores de confiabilidade, a situação foi semelhante à do Cyclofan, crescimento do MTBF, da disponibilidade e do MTTR.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY17, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas de janeiro/17, junho/17 e agosto/17, dessas medições saiu o seguinte problema:

Vazamento no retentor do redutor em janeiro de 2017, diagnóstico que só foi possível com o auxílio do espectro de análise de vibração ilustrado pela figura 4.2.2.

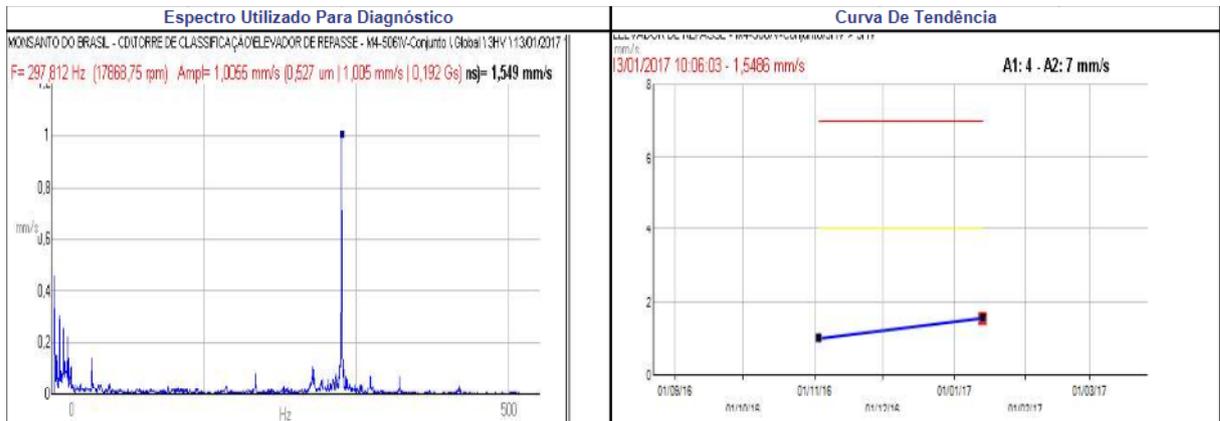


Figura 4.2.2 – Espectro de análise de vibração.

Durante a análise de vibração do redutor a velocidade de vibração ficou abaixo da amplitude mínima de 4 mm/s, o que a coloca na zona B em que as vibrações são aceitáveis para a operação irrestrita, porém durante a inspeção o engenheiro da empresa MLB constatou vazamento de óleo que elevou a temperatura do motor e poderia a causar futuras falhas.

Para solucionar o problema diagnosticado durante a inspeção preditiva foi realizada a troca dos retentores e correção do vazamento.

Os relatórios da empresa MLB encontram-se em anexo nesse trabalho.

#### 4.2.3 Elevador de Repasse M1-331

Tabela 4.2.3 - Indicadores de Confiabilidade Elevador de Repasse M1-331.

2017												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	3,00	3,00	-	2,00	3,00	-	4,00	-	-	1,00	-	2,00
Tempo Downtime	22,00	18,00	-	3,50	6,00	-	20,70	-	-	1,00	-	2,00
Tempo Disponível	352,00	0,00	0,00	648,00	624,00	0,00	0,00	0,00	288,00	648,00	528,00	432,00

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
191,4889	3520,0	73,2	18

MTTR	TH	NO
4,066667	73,2	18

Disponibilidade
97,92%

O Elevador de Repasse está situado na área de recebimento, esta área também apresentou um aumento na demanda operacional, sendo assim, aconteceu

um aumento de tempo de operação total de 52%. Porém nesse caso, podemos enxergar que houve uma redução no tempo de máquina parada.

Olhando agora para os indicadores de confiabilidade, houve um aumento gigantes no tempo médio entre falhas (282%), melhora da disponibilidade de mais de 1%. O tempo médio de reparo aumentou, mas isso se justifica devido a assertividade das análises preditivas, que gerou uma menor quantidade de paradas elevando a média, e as ordens de fabricação de melhorias que exigem um certo tempo do equipamento parado.

Ficou como oportunidade para o FY18 focar na prevenção e diagnóstico de futuros downtimes, além de ações para aumentar a eficiência operacional do time da manutenção durante a execução de reparos e melhorias nos equipamentos.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY17, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas janeiro/17, junho/17 e agosto/17, dessas medições não foram encontrados alarmes, mas ainda assim foi mantida a rotina de inspeções.

### 4.3 Dados referentes ao ano fiscal de 2018 (*Fiscal Year 18 – FY18*)

#### 4.3.1 Cyclofan M4-408

Tabela 4.3.1 - Indicadores de Confiabilidade Cyclofan M4-908.

2018												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	2,00	2,00	10,00	2,00	2,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	-	2,00
Tempo Downtime	2,50	11,00	20,00	4,00	4,00	2,00	2,00	7,00	6,00	2,00	-	9,00
Tempo Disponível	0,0	144,0	408,0	600,0	648,0	552,0	624	288,0	570,0	624,0	624,0	600,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
207,8704	5682,0	69,5	27

MTTR	TH	NO
2,574074	69,5	27

Disponibilidade
98,78%

Chegando nos resultados do ano fiscal 2018, podemos observar que houve uma redução no MTBF e, conseqüentemente, um pouco a disponibilidade (0,08%).

Isso pode ser explicado com o fato de que após um ano de alta veio uma queda na demanda do equipamento pelo time da produção, resultando em um TOPT menor, que veio acompanhada de uma mudança de rotina na manutenção do Cyclofan, a inserção de uma rotina de inspeções com uma frequência maior que os anos anteriores.

O aumento no número de ordens de inspeções acabou por gerar um maior número de paradas na máquina, mesmo sendo paradas programadas com o time de produção elas precisam ser consideradas na disponibilidade, porém é necessário notar que o maior número de paradas não foi acompanhado de um tempo maior de paradas, indicando uma maior eficiência da equipe.

A mudança na rotina de inspeções foi uma ação gerada pelo time da manutenção ao analisar que o Cyclofan aparecia constantemente em alerta durante as análises realizadas pela MLB, sendo assim para evitar que futuras falhas passassem despercebidas pelo processo, ficou decidido que haveriam inspeções periódicas mais frequentes.

Como resultado as inspeções mais frequentes, quando olhamos para os indicadores de confiabilidade é notável que houve uma redução imensa no MTTR (acima de 30%), mesmo com aumento do número de paradas.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY18, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas dezembro/17, abril/18 e agosto/18, dessas medições saíram os seguintes problemas:

- Desalinhamento entre as polias do motor devido à falta de rigidez da base (abr/18)

Segue ilustrado pela figura 4.3.1.1 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

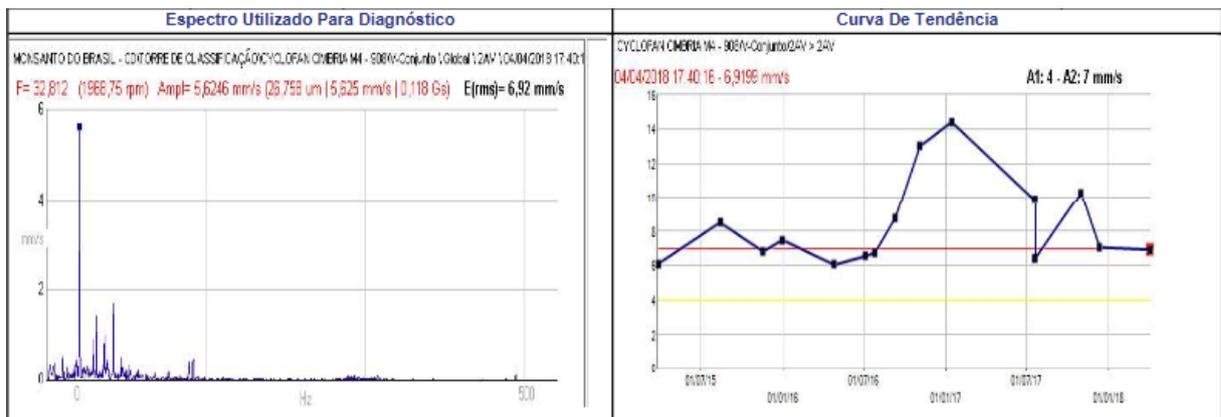


Figura 4.3.1.1 – Espectro de análise de vibração.

Ao analisar os pontos do motor, foi constada amplitude de 5,6246 mm/s com velocidade de vibração de 6,9199 mm/s, ficando bem próxima a amplitude superior de 7 mm/s, o que o coloca na zona C, zona caracterizada por possuir vibrações indesejadas e que podem danificar a máquina em operações contínuas por longos períodos, portanto apresentou alarme amarelo no relatório com um diagnóstico de desalinhamento na base do motor.

- Desalinhamento das polias movida e motora (ago/18)

Segue ilustrado pela figura 4.3.1.2 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

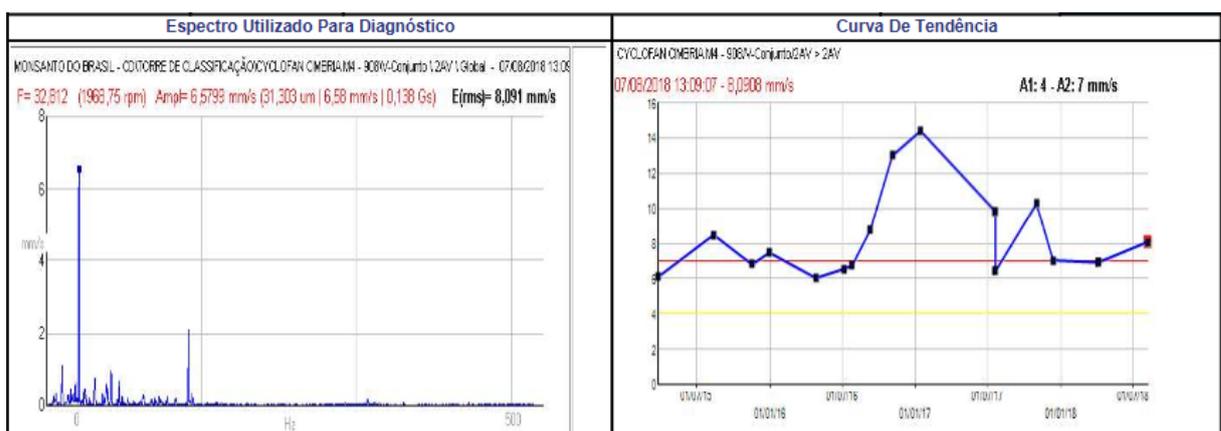


Figura 4.3.1.2- Espectro de análise de vibração.

Ao analisar os pontos do motor, foi constada amplitude de 6,5799 mm/s com velocidade de vibração de 8,0908 mm/s, ficando bem próxima a amplitude superior de 7 mm/s, o que o coloca na zona C, zona caracterizada por possuir

vibrações indesejadas e que podem danificar a máquina em operações contínuas por longos períodos, portanto apresentou alarme amarelo no relatório com um diagnóstico de desalinhamento entre a polia movida e polia motora.

Para correção dos problemas diagnosticados foram realizadas as seguintes ações:

- Realizado travamento da base e depois o alinhamento a laser das polias. (abr/18)
- Realização do alinhamento a laser do motor (ago/18)

Os relatórios da empresa MLB encontram-se em anexo nesse trabalho.

#### 4.3.2 Elevador de Canecas M4-506

Tabela 4.3.2 – Indicadores de Confiabilidade Elevador de Canecas M4-506.

2018												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	-	3	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1
Tempo Downtime	-	12	-	-	-	-	-	1	17	-	-	2,25
Tempo Disponível	0,0	144,0	408,0	600,0	648,0	552,0	624	288,0	570,0	624,0	624,0	600,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N	MTTR	TH	NO	Disponibilidade
807,1071	5682,0	32,25	7	4,607143	32,25	7	99,43%

No caso do elevador de canecas M4-506, mesmo com o aumento no tempo de operação, ocorreu um crescimento enorme no MTBF (aproximadamente 120%) devido à redução no número de falhas, esse crescimento do MTBF impulsionou o aumento da disponibilidade.

É possível enxergar uma redução no tempo de máquina parada (aproximadamente 45%) que vem como resultado dos diagnósticos preditivos e intervenções do time de manutenção antes de possíveis downtimes. No entanto é preciso ficar atento que apesar da redução no número de falhas, mostrou-se com o acréscimo no MTTR que ocorreram paradas com um tempo maior de atendimento.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY18, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas dezembro/17, abril/18 e agosto/18, dessas medições saíram os seguintes problemas:

- Vazamento no retentor do redutor (dez/17)

Segue ilustrado pela figura 4.3.2.1 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

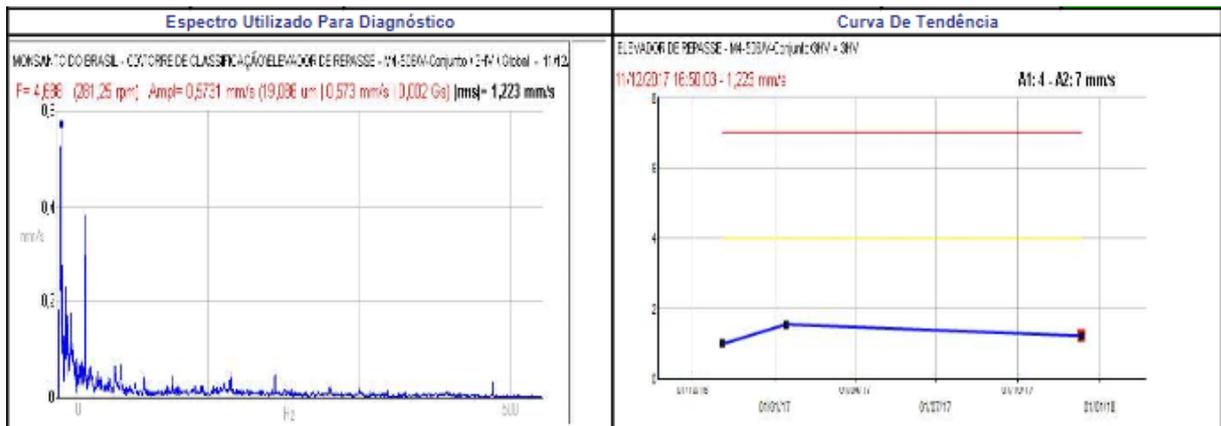


Figura 4.3.2.1 – Espectro de análise de vibração.

Durante a análise de vibração do redutor a velocidade de vibração ficou abaixo da amplitude mínima de 4 mm/s, o que a coloca na zona B em que as vibrações são aceitáveis para a operação irrestrita, porém durante a inspeção o engenheiro da empresa MLB constatou vazamento de óleo que elevou a temperatura do motor e poderia a causar futuras falhas.

- Vazamento de óleo no eixo de saída do lado acoplado, defeito nos rolamentos e harmônicos de rotação com característica de folga mecânica (abr/18)

Segue ilustrado pela figura 4.3.2.2 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

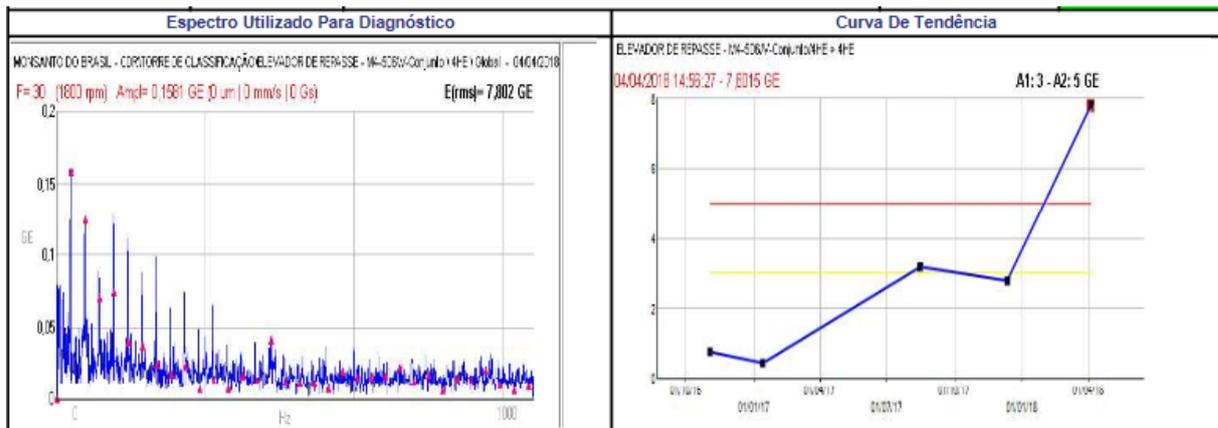


Figura 4.3.2.2 – Espectro de análise de vibração.

Ao analisar os pontos do motor, foi constada velocidade de vibração de 7,6015 mm/s, ficando acima da faixa de cima da amplitude que é 7 mm/s, que colocaria o equipamento na zona C, porém devido apresentar um harmônico com característica de folga mecânica e vazamento no redutor, o equipamento foi colocado na zona D, alarme vermelho, que é a zona na qual a vibração é considerada severa o suficiente para causar danos a máquina caso não seja feita uma intervenção.

Para correção dos problemas diagnosticados foram realizadas as seguintes ações:

- Troca dos retentores e correção do vazamento (dez/17)
- Substituição dos retentores e dos rolamentos, correção das folgas nos alojamentos dos rolamentos, nas chavetas dos eixos e no ajuste dos engrenamentos (abr/18)

Os relatórios da empresa MLB encontram-se em anexo nesse trabalho.

### 4.3.3 Elevador de Repasse M1-331

Tabela 4.3.3 - Indicadores de Confiabilidade Elevador de Repasse M1-331.

2018												
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Numero Downtime	1	1	-	2	2	-	-	1	2	1	-	-
Tempo Downtime	2	8	-	4	9	-	-	0,5	2	3	-	-
Tempo Disponível	72,5	600,0	576,0	600,0	288,0	0,0	0,0	0,0	570,0	624,0	624,0	340,0

MTBF	TOPT	Tempo de Máquina Parada	N
426,6	4294,5	28,5	10

MTTR	TH	NO
2,85	28,5	10

Disponibilidade
99,34%

No cenário do recebimento de material (área de Sistema de Descarga por Correia e Despalha), onde se localiza o elevador de repasse M1-331, houve um aumento no tempo de operação, diferente da Torre onde se localizam os outros dois equipamentos analisados nesse trabalho.

Mesmo com o aumento da exigência de operação, os indicadores do elevador de repasse obtiveram uma ótima performance, apresentando uma melhoria de 122% no MTBF, de quase 1,5% na disponibilidade e uma redução de 30% no MTTR.

O que esses indicadores dizem é que no FY18, após realização de melhorias durante o FY17 e continuidade da rotina de análises de vibração e termografia, finalmente são refletidos os resultados das ações tomadas após o diagnóstico resultando em uma melhoria de confiabilidade do equipamento.

Na busca de melhorar os indicadores durante o FY18, foram realizadas medições e avaliações preditivas nas datas dezembro/17, abril/18 e agosto/18, dessas medições saíram os seguintes problemas:

- Retentor do redutor apresentou vazamento de óleo (dez/17)  
Segue ilustrado pela figura 4.3.3.1 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

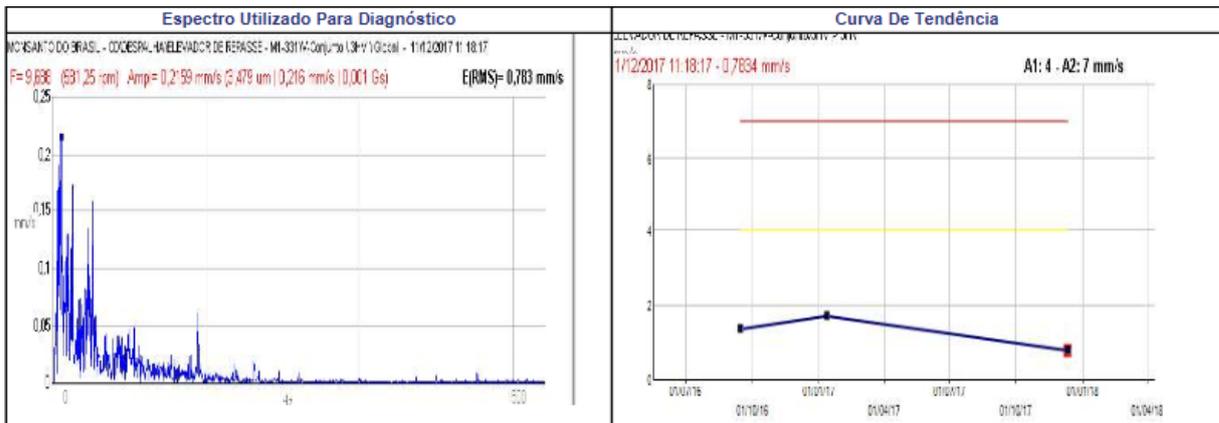


Figura 4.3.3.1 – Espectro de análise de vibração.

Durante a análise de vibração do redutor a velocidade de vibração ficou abaixo da amplitude mínima de 4 mm/s, o que a coloca na zona B em que as vibrações são aceitáveis para a operação irrestrita, porém durante a inspeção o engenheiro da empresa MLB constatou vazamento de óleo que elevou a temperatura do motor e poderia a causar futuras falhas.

- Redutor apresenta defeito nos rolamentos do eixo de entrada e eixo de saída (ago/18)

Segue ilustrado pela figura 4.3.3.2 o espectro de análise de vibração que auxiliou no diagnóstico do problema.

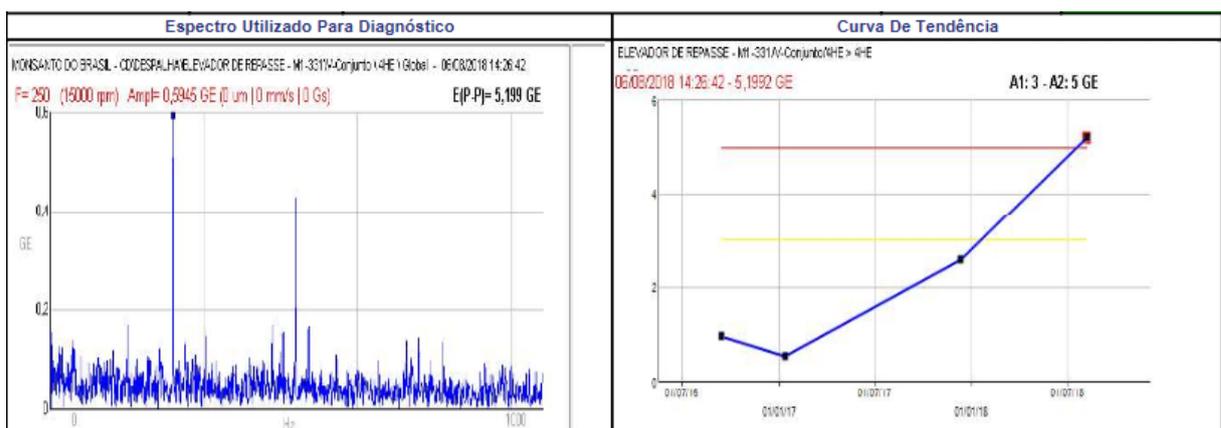


Figura 4.3.3.2 – Espectro de análise de vibração.

Ao analisar os pontos do motor, foi constatada velocidade de vibração de 5,1992 mm/s, ficando acima da amplitude superior de 5 mm/s, o que o coloca na zona C, zona caracterizada por possuir vibrações indesejadas e que podem

danificar a máquina em operações contínuas por longos períodos, portanto apresentou alarme amarelo no relatório com um diagnóstico de defeito nos rolamentos no eixo de entrada e no eixo de saída.

Para correção dos problemas diagnosticados foram realizadas as seguintes ações:

- Troca dos retentores e correção do vazamento (dez/17)
- Realizada verificação e troca dos rolamentos do redutor (ago/18)

Os relatórios da empresa MLB encontram-se em anexo nesse trabalho.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSÃO

Com o fechamento desse trabalho, foi possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A importância da implementação de uma rotina análises preditivas, auxiliando a Manutenção a atingir seus objetivos e atuar de forma eficiente, como área suporte a Produção, gerando evolução na confiabilidade, eficiência e controle de custos do processo produtivo.
- Apresentar e entender melhor sobre duas das ferramentas mais comuns utilizadas nas análises preditivas, a análise de vibração e a inspeção termográfica, as normas aplicadas a elas, os equipamentos necessários, a forma com que são realizadas e os resultados gerados por elas.
- Avaliar, utilizando alguns equipamentos como amostragem, que ao aplicar a rotina de análises preditivas, foram diagnosticadas futuras falhas e as intervenções sobre elas contribuíram para, mesmo com um aumento na demanda de operação dos equipamentos, uma maior porcentagem de tempo disponível e com reduções nos tempos de reparos sobre as causas raiz das falhas e na frequência de situação de parada de processos ou equipamentos, o que implica em melhorias na assertividade da manutenção e na confiabilidade.
- Enxergar oportunidades no processo, pois após a conclusão da análise dos indicadores foi percebido um aumento no MTTR do elevador de canecas M4-506 e uma redução no MTBF do Cyclofan, esta causada por um acréscimo no número de inspeções planejadas pela equipe de manutenção. Para seguir no conceito de melhoria contínua, fica como

recomendação a realização de análises de falhas (utilizando métodos como o Diagrama de Ishikawa, FMEA, etc.) e análise dos 5 fatores que geram aumento no MTTR apresentados na revisão teórica.

## **5.1 Oportunidades**

### *5.1.1 Para o processo produtivo*

Para solucionar os problemas citados no tópico acima, fica como recomendação para melhoria no indicador MTBF a realização de análises de falhas (utilizando métodos como o Diagrama de Ishikawa, FMEA, etc.) e análise dos 5 fatores que geram aumento no MTTR, apresentados na revisão teórica, e implementação de um plano de ação para solucionar os problemas encontrados nos 5 fatores.

No que tange as análises preditivas fica como oportunidade a análise de uma amostra maior de equipamentos e a realização de mais estudos como este, com certa periodicidade, tendo em vista de maior visibilidade e destaque para ferramentas, como a análise de vibração e a termografia, que geram grandes impactos positivos na atuação da manutenção como parte importante do processo produtivo.

Ainda referente ao processo preditivo podem ser implementadas novas técnicas como a análise de óleo periódica para equipamentos críticos e a análise de ruído com uso de estetoscópio, para que possa ser feita um diagnóstico ainda mais profundo e preciso do funcionamento do equipamento.

Já para melhorar o monitoramento do processo produtivo fica como oportunidade a implementação do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), indicador que varia de 0 a 1 ou 0% a 100%, e é o produto de 3 fatores: Produtividade, Qualidade e Disponibilidade.

### *5.1.2 Para trabalhos futuros*

A partir das oportunidades levantadas no último tópico, como oportunidade para trabalhos futuros na área de manutenção e da confiabilidade avaliar como são realizados e a efetividade dos métodos de análise de falha, além do estudo das ações de controle e redução dos fatores que aumentam o MTBF, tendo como foco a melhoria da produtividade, qualidade e disponibilidade dos equipamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A importância da indústria no Brasil. 2019. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10082**: Ensaio não destrutivo — Análise de vibrações. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BARONI, Tarcísio et al. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**, Editora Qualitymark. Rio de Janeiro, 2002.

Catálogo CIMBRIA, Cyclofan Modelo CF 615; Disponível em <[cimbria.espresso.dw.webtester.dk/Files/Images/Brochurer\\_filer/Fan\\_Range\\_GB\\_web.pdf](http://cimbria.espresso.dw.webtester.dk/Files/Images/Brochurer_filer/Fan_Range_GB_web.pdf)> Acessado em 14 de março de 2019.

Catálogo SOLUTEC INDUSTRIAL, Elevadores de Canecas; Disponível em <<https://www.solutecindustrial.com.br/informacoes/elevador-de-canecas/>> Acessado em 14 de março de 2019.

Ebook: **Indicadores (MTTR e MTBR)**; Central Sigma; Disponível em : <<http://www.centrsigma.com.br/arquivos/marketing/ebook-indicadores-mttr-e-mtbf.pdf>>. Acessado em 10 de março de 2019.

FERNANDES, J. C. – Manutenção Corretiva – UNESP Universidade Estadual Paulista, 02 de Setembro de 2010

FERREIRA, L. L. **Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção**: um estudo de caso Votorantim Metais. 2009. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

SALOMÃO FILHO, L. F. **Manutenção por Análise de Vibrações**: uma valiosa ferramenta para gestão de ativos. 2013. 57 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Naval e Oceânica). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **Métodos de Pesquisa**. 1 edição. Porto Alegre: Editora Universitária Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 120p

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção**: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

KEPLER WEBER, Manual de Utilização de Transportadores, 2004.

MONCHY, F. **A Função Manutenção**: Formação para a gerência da Manutenção Industrial. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP)**: Uma abordagem analítica. 2008 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

SOUZA, S. S.; LIMA, C. R. C. **Manutenção Centrada em Confiabilidade como ferramenta estratégica**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003, Ouro Preto – MG.

TOAZZA, G. F.; SELLITO, M. A. **Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro**. *Revista Produção Online*. V.15, n.3, 2015. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1623/1298> > Acesso em 12 dez. 2015.

TORINO SOLUZIONI AMBIENTALI. A importância da manutenção em máquinas industriais e qual o custo de não fazê-la? 2018. Disponível em: <<http://www.tsambientali.com.br/a-importancia-da-manutencao-em-maquinas-industriais-e-qual-o-custo-de-nao-faze-la/>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2019

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

# ANEXOS

## Anexo A – Ordens de Serviço dos Equipamentos

### A.1 – Cyclofan M4-908

#### Ordens de Serviço Cyclofan Fiscal Year 16

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CentTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo atividad	PM	Duração normal
54149873	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	23/10/2015	5	PM		8,0
54149873	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	09/11/2015	5	PM		3,0
54277986	Desarme cyclofan small	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	12/01/2016	1	BRK		13,17
54270403	Parada Cyclofan Small	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	05/02/2016	1	BRK		6,33
54334415	fazer manutenção no cyclofan	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	18/02/2016	1	BRK		5,0
54404517	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	19/04/2016	5	PM		3,0
54404517	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	02/05/2016	5	PM		8,0
54369974	REALIZAR PINTURA NAS MONOVIAS INSTALADAS	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLACV3	17/05/2016	3	FAC		2,0
54474095	Cyclofan 4-909-M1	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	18/05/2016	3	REP		2,0
54562666	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	22/06/2016	4	PM		2,0
54559044	manutenção na Small.	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	13/07/2016	2	REP		2,0
54562789	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	19/07/2016	5	PM		2,0
54562786	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	25/07/2016	4	PM		2,0
54585601	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	02/08/2016	4	PM		2,0
54578245	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	16/08/2016	4	PM		2,0
54598038	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	16/08/2016	4	PM		2,0
54605166	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	16/08/2016	4	PM		2,0
54623677	fazer manutenção no cyclofan da small	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	26/08/2016	3	REP		2,0

### Ordens de Serviço Cyclofan Fiscal Year 17

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CentTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
54592504	ANALISE PREDITIVA VIBRACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	14/09/2016	5	PM	8,0
54701010	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	22/11/2016	5	PM	8,0
54701010	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	26/11/2016	5	PM	3,0
54861973	fazer manutenção no cyclofan tratamento	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	09/02/2017	2	REP	4,0
54861746	Cyclofan do tratamento soltou as correia	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	09/02/2017	1	BRK	1,0
54857721	RELATORIO ANALISE TERMOGRAFIA TAG M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	15/02/2017	3	PMR	1,0
55010603	Realizar limpeza na tubulação do ciclofa	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	17/05/2017	3	REP	3,0
55019109	Religar motores Cyclofan M4-909 e M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	19/05/2017	3	REP	8,0
55017204	Acompanhar teste funcionamento do cyclof	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	22/05/2017	3	REP	4,0
55046883	ANALISE DE VIBRAÇÃO CYCLOFAN CMBRIA CS9	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	07/06/2017	3	PD	4,0
55046883	ANALISE DE VIBRAÇÃO CYCLOFAN CMBRIA CS9	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	07/06/2017	3	PD	4,0
55045171	Manutenção no cyclofan M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	05/06/2017	1	BRK	2,0
55045172	Cyclofan M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	06/06/2017	1	BRK	10,0
55063956	Proteção no cyclofan	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	20/06/2017	3	REP	4,0
55110492	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	28/07/2017	4	PM	2,0
55122732	INSTALAR REFLETOR NA ÁREA DO CYCLOFAN CI	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	26/07/2017	3	REP	4,0
55071603	Manutenção no acionamento Cyclofan M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	21/06/2017	1	REP	0,25
55058444	Manutenção no cyclofan M4-909	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	13/06/2017	1	BRK	1,33

### Ordens de Serviço Cyclofan Fiscal Year 18

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CentTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
55211158	Cyclofan	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	18/09/2017 2		REP	0,5
55134670	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	23/08/2017 5		PM	2,0
55246818	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	20/10/2017 5		PM	8,0
55246818	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	23/10/2017 5		PM	3,0
55182762	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	06/11/2017 5		PM	2,0
55276443	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	03/11/2017 5		PM	2,0
55300332	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	13/11/2017 4		PM	2,0
55300333	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	20/11/2017 4		PM	2,0
55300335	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	22/11/2017 4		PM	2,0
55300336	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	22/11/2017 4		PM	2,0
55300337	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	22/11/2017 4		PM	2,0
55300338	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	22/11/2017 4		PM	2,0
55300334	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	28/11/2017 4		PM	2,0
55324926	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	05/12/2017 4		PM	2,0
55230256	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	08/12/2017 5		PM	2,0
55296945	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	21/11/2017 5		PM	2,0
55331613	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	04/01/2018 5		PM	2,0
55375691	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	10/01/2018 5		PM	2,0
55450942	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	23/02/2018 4		PM	2,0
55453598	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	04/03/2018 5		PM	2,0
55544128	LIGAR O MOTOR DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	03/04/2018 3		REP	4,0
55546753	ROTA VERIFICACAO LUBRIFICACAO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	12/04/2018 5		PM	2,0
55570770	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	10/05/2018 5		PM	6,0
55570770	MANUTENÇÃO PREVENTIVA CYCLOFAN M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	24/04/2018 5		PM	1,0
55667763	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	13/06/2018 4		PM	2,0
55761505	ROTA VERIFICACAO ELETRICA DO CYCLOFAN	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAEL3	09/08/2018 4		PM	2,0
55778884	MANUTENÇÃO EM CYCLOFAN M4-908	CD-PLA-TRET-FI4908	CYCLOFAN CIMBRIA CS930-2152	M-PLAMC3	08/08/2018 3		REP	7,0

## A.2 – Elevador de Canecas M4-506

## Ordens de Serviço Elevador de Canecas Fiscal Year 16

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CentTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
54109339	Caneca do elevador M4-506 soltou	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	09/09/2015	1	REP	5,0
54177436	MANUTENÇÃO PREVENTIVA ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	03/11/2015	5	PM	2,0
54177436	MANUTENÇÃO PREVENTIVA ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	03/11/2015	5	PM	2,0
54217605	pintura na saída do registro do elevador	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLACV3	30/11/2015	4	FAC	8,0
54460267	manutenção elevador da collar	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	10/05/2016	2	REP	2,0
54404584	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	02/05/2016	5	PM	8,0
54404584	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	25/04/2016	5	PM	2,0
54513838	efetuar troca de canecas	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	14/06/2016	2	REP	1,0
54486921	Instalar tubulação nos desviador da colo	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	23/06/2016	4	REP	8,0
54368925	Elevador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	11/03/2016	2	REP	2,0
54502419	Elevador de repasse color	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	07/06/2016	1	BRK	2,5
54503897	manutenção elevador da color	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAEL3	07/06/2016	1	BRK	2,0
54588371	Elevador de canecar M4-049 esta faltando	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	01/08/2016	2	REP	0,5
54593518	LEV TORRE INSTALAR PROTEÇÕES M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	15/08/2016	4	REP	2,0
54618074	Elevador de repasse M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	22/08/2016	3	REP	1,0
54520254	trocar canecas do elevador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	17/06/2016	1	BRK	2,00
54360164	VERIFICAR CANECAS DO ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	04/03/2016	1	BRK	1,99

### Ordens de Serviço Elevador de Canecas Fiscal Year 17

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CenTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid.	PM	Duração normal
54611119	Fabricar proteção para o elevador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	01/09/2016	5	REP		5,0
54604168	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	25/10/2016	5	PM		2,0
54706473	TROCA DE CANECA ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	26/10/2016	1	BRK		0,67
54728969	Quebra do tombador de canecas	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	10/11/2016	1	BRK		6,0
54738742	Manutenção levador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	17/11/2016	1	REP		2,00
54604168	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	29/11/2016	5	PM		8,0
54775386	ACOMPANHAR EQUIPE CWA E FAZER AJUSTES NO	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	13/12/2016	3	REP		4,0
54804326	Instalar raspador de sementes M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	16/01/2017	3	REP		2,0
54831197	Elevador de caneca M4-506 soltou caneca	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	20/01/2017	1	BRK		1,0
54867896	Divisoria da caneca do elevador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	10/02/2017	2	REP		0,8
54874083	TROCAR CANECA M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	16/02/2017	1	REP		4,00
54944468	RECOLOCAR DIVISÓRIA DAS CANECAS.	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	03/04/2017	3	REP		3,0
54961252	Quebra caneca Manutenção elevador M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	13/04/2017	1	REP		6,00
54957894	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	18/05/2017	5	PM		2,0
54957894	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	23/05/2017	5	PM		8,0
55063963	excesso de po no elevador	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	22/06/2017	3	REP		3,0
55186445	VERIFICAR CANECAS QUEBRADAS ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	30/08/2017	1	BRK		1,17

### Ordens de Serviço Elevador de Canecas Fiscal Year 18

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CenTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
55255100	REALIZAR PINTURA NAS PROTECOES	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLACV3	10/10/2017	3	FAC	2,0
55244573	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	10/10/2017	5	PM	8,0
55244573	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	13/10/2017	5	PM	2,0
55487884	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	07/05/2018	5	PM	8,0
55487884	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR TORRE M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	24/04/2018	5	PM	1,0
55787230	RETIRADA DE PROTEÇÕES TROCA DE CANECAS	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	10/08/2018	1	REP	2,25
55639069	QUEBRA DE CANECAS ELEVADOR M4-506	CD-PLA-TRET-LE4506	ELEVADOR DE CANECAS	M-PLAMC3	25/05/2018	1	BRK	9,00

## A.3 – Elevador de Repasse M1-331

## Ordens de Serviço Elevador de Repasse Fiscal Year 16

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	Cent.Trab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
54091529	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	03/09/2015	5	PM	8,0
54091529	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	15/09/2015	5	PM	2,0
54151155	BBS - Botoeira acionamento M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAEL3	21/10/2015	3	REP	4,0
54256191	BBS - CORTAR PROTEÇÃO ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	28/12/2015	3	REP	1,0
54263173	Manutenção no elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	04/01/2016	2	REP	2,0
54272935	Troca de canecas no elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/01/2016	1	BRK	1,5
54272940	troca de caneca no elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/01/2016	1	BRK	1,50
54289976	Condulete quebrado transportador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAEL3	22/01/2016	3	REP	1,0
54311221	trocar canecas do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	03/02/2016	1	BRK	4,0
54312897	verificar elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	04/02/2016	1	REP	0,50
54312457	MANUTENÇÃO NO ELEVADOR DE REPASSE M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	04/02/2016	1	BRK	0,50
54320588	Confeccionar proteção na lateral do elev	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	13/02/2016	5	REP	8,0
54325379	Troca de Caneca M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	13/02/2016	1	BRK	3,0
54328348	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	23/02/2016	5	PM	2,0
54328348	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	06/04/2016	5	PM	8,0
54469915	Elevador M1-331. quebrou as canecas	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	14/05/2016	1	REP	2,00
54486621	Manutenção elevador de repasse M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	26/05/2016	1	BRK	1,0
54487136	Manutenção no elevador parou funcionar	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	27/05/2016	1	BRK	2,0
54520465	consertar elevador M1-331.	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	17/06/2016	1	BRK	1,0
54522599	Substituição de canecas M1-331.	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	20/06/2016	2	REP	4,0
54530653	verificar elevador M1-331. solicitado po	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	24/06/2016	1	BRK	1,0
54539131	Manutenção elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	29/06/2016	1	BRK	0,50
54573225	Reparo no elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	23/07/2016	3	REP	2,0
54575790	manutenção condulete elevador	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAEL3	25/07/2016	3	REP	3,0
54586039	Manutenção elevador M2-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	30/07/2016	2	REP	1,0
54590749	manutenção no elevador Repasse	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	03/08/2016	3	REP	2,0
54595679	elevador de repasse soltou canecas	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/08/2016	1	REP	2,0
54607011	Manutenção elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	15/08/2016	1	BRK	1,50
54606210	Elevador parou de funcionar	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	16/08/2016	1	REP	1,0
54607981	trocar canecas do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	16/08/2016	1	REP	1,5
54610731	Elevador M1-331 soltou canecas	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	18/08/2016	2	REP	2,0
54622851	manutenção elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	26/08/2016	1	REP	1,1
54622954	Quebra de canecas do elevador	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	26/08/2016	2	REP	1,0

### Ordens de Serviço Elevador de Repasse Fiscal Year 17

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CentTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
54641381	PINTAR PROTEÇÃO ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLACV3	13/09/2016	3	FAC	4,0
54621869	Confeccionar proteção elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/09/2016	4	REP	16,0
54651798	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	04/10/2016	5	PM	8,0
54651798	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	16/09/2016	5	PM	2,0
54682083	Emborrachar bicas do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	08/10/2016	3	REP	8,0
54683987	Modificação das bicas e proteções	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	11/10/2016	3	REP	2,0
54765342	caneca soltas no elevador retorno linha	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	07/12/2016	1	BRK	1,0
54810824	recolocar canecas do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAEXT	10/01/2017	1	BRK	1,5
54831196	Troca de canecas quebradas	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	21/01/2017	1	BRK	0,5
54827510	CONFECCIONAR PROTEÇÃO ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	20/01/2017	3	SAF	4,0
54882006	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/03/2017	5	PM	8,0
54882006	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	08/03/2017	5	PM	2,0
54930013	fazer tampa de acrílico	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	30/03/2017	3	REP	2,0
55087977	Funcionamento do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	29/06/2017	1	REP	1,0
55149930	troca de canecas Elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	07/08/2017	1	BRK	1,0
55150850	Manutenção do elevador M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	09/08/2017	1	BRK	1,00
54914831	elevador de retorno soltou canecas	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	14/03/2017	1	REP	8,67
54770584	REALIZAR TROCA DE CANECAS	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	12/12/2016	1	BRK	2,50

### Ordens de Serviço Elevador de Repasse Fiscal Year 18

Ordem	Texto breve	Loc. instalação	Denominação	CenTrab respon.	Data fim real	Prioridade	Tipo ativid. PM	Duração normal
55171466	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	02/10/2017	5	PM	8,0
55171466	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	27/09/2017	5	PM	2,0
55354797	EMBUCHAMENTO ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	16/12/2017	3	REP	2,0
55356712	EMBUCHAMENTO ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	19/12/2017	2	REP	2,0
55398942	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	23/01/2018	5	PM	6,0
55398942	MANUT PREVENTIVA ELEVADOR ESPIGAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	20/01/2018	5	PM	3,0
55619732	VERIFICAÇÃO DE QUEBRA DE CANECAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	15/05/2018	1	REP	1,0
55634909	MANUTENÇÃO EM ELEVADOR DE CANECAS M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	22/05/2018	2	REP	1,0
55761987	MANUTENÇÃO EM ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	28/07/2018	1	REP	3,00
55554107	TROCA DE CANECAS ELEVADOR M1-331	CD-PLA-HUSK-LE1331	ELEVADOR DE REPASSE	M-PLAMC3	06/04/2018	1	REP	0,50

## Anexo B – Relatório MLB

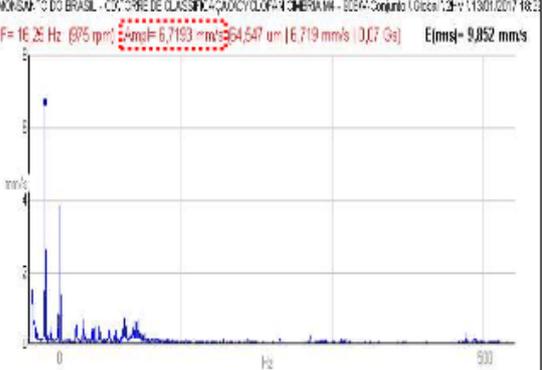
### B.1 – Cyclofan M4-908

MLB FABRILADA MECÂNICA		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)			
Data de Emissão:		17/01/2017	Medição:		janeiro/2017
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG					RDP N° <b>00118</b>
Área	Sector	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento	
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	CYCLOFAN CIMBRIA	M4-908	MOTOR	

#### Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR	ROLAMENTO		LA/LOA	NORMAL
CYCLOFAN	ROTOR	DESBALANCEAMENTO	LA/LOA	ALERTA

Espectro Utilizado Para Diagnóstico	Curva De Tendência
<p>MONSANTO DO BRASIL - TORRE DE CLASSIFICAÇÃO - CYCLOFAN - CIMBRIA - 0094 - Conjunto 1 (Data: 17/01/2017 18:30:11)</p> <p>F= 16.25 Hz (975 rpm) - A= 6,7193 mm/s (64,547 um (6,719 mm/s (0,07 Gs) E (rms)= 9,952 mm/s</p> 	<p>MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO - 3000 - 3000 - 3000 - 3000 - 3000</p> <p>13/01/2017 18:30:11 - 9,9523 mm/s</p> <p>A1: 4 - A2: 7 mm/s</p> 

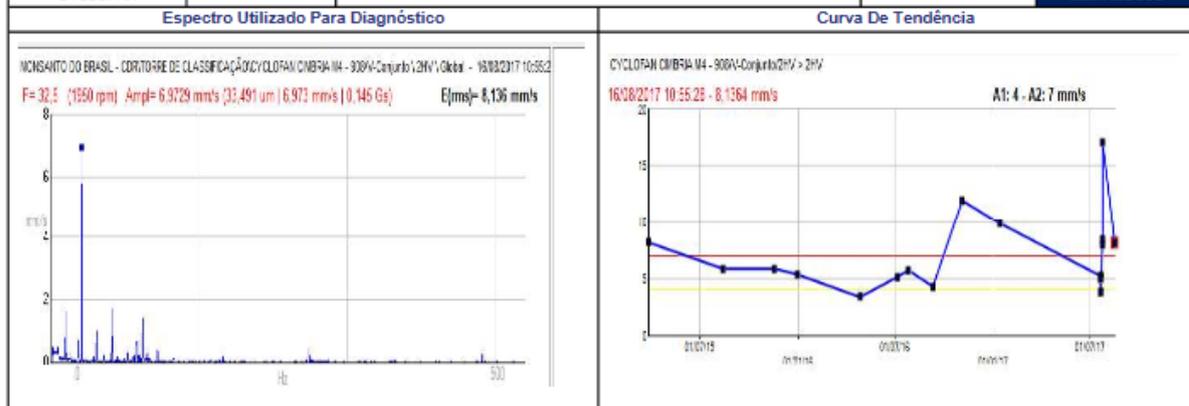
#### Recomendação

Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
Cyclofan apresenta desbalanceamento 1 X a rotação com 6,7mm/s. Programar e corrigir desbalanceamento.	3-Semanas
Analista: Vinícius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Luiz Borges

MLB MONTANA LUBRIFICANTES		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)			
Data de Emissão:		16/08/2017	Medição:	agosto/2017	RDP Nº
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG					00118
Área	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento	
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	CYCLOFAN CIMBRIA	M4-908	MOTOR	

#### Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR	POLIAS	DESALINHAMENTO ENTRE POLIAS	LA/LOA	ALERTA
CYCLOFAN				SEM ACESSO



#### Recomendação

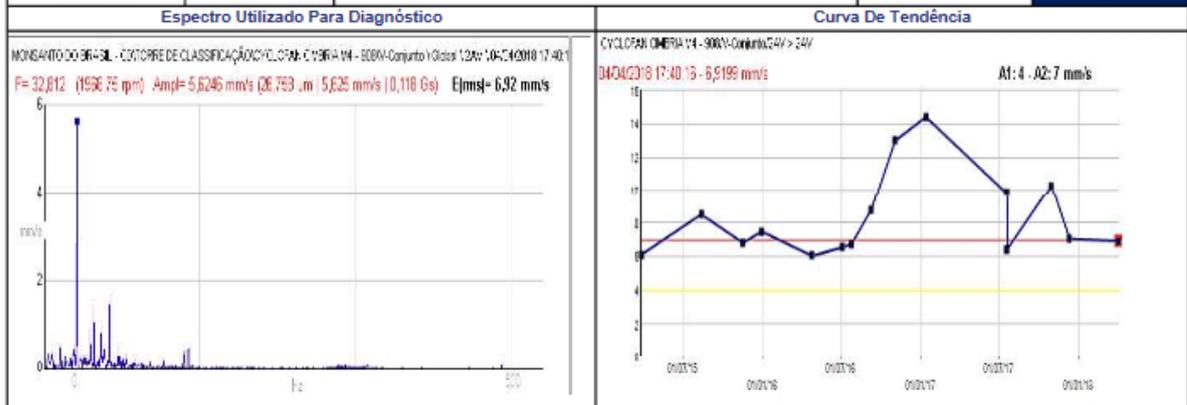
Ação Recomendada	Prazo recomendado para Intervenção
Motor elétrico apresenta desalinhamento entre polias. Programar, verificar o estado de desgaste das polias, corréias e corrigir desalinhamento.	15 - Dias
Analista: Vinicius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Luiz Borges

MLB ENGENHARIA MECÂNICA		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)		
Data de Emissão:		04/04/2018	Medição:	abril/2018
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				RDP N° 00118
Área	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	CYCLOFAN CIMBRIA	M4-908	MOTOR



#### Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR		DESALINHAMENTO - BASE	LA/LOA	ALARME
CYCLOFAN				SEM ACESSO



#### Recomendação

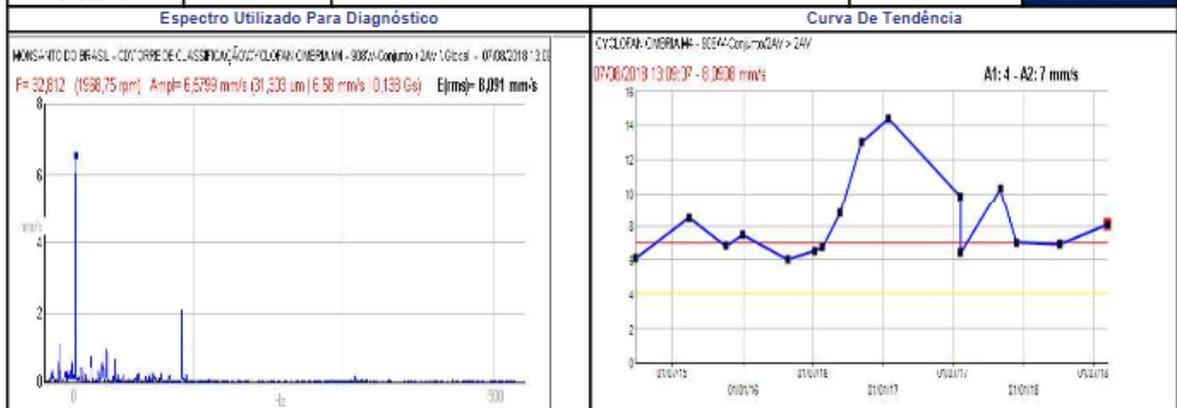
Ação Recomendada	Prazo recomendado para Intervenção
Motor elétrico apresenta desalinhamento entre polia movida e polia motriz e falta de rigidez na base. Programar, realizar travamento da base e realizar alinhamento a laser.	30 - Dias
Analista: Vinicius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Luiz Borges

MLB MANTENIMENTO MECÂNICO		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)		
Data de Emissão:		07/08/2018	Medição:	agosto/2018
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				RDP Nº
				00118
Área	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	CYCLOFAN CIMBRIA	M4-908	MOTOR



### Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR		DESALINHAMENTO	LA/LOA	ALARME
CYCLOFAN				SEM ACESSO



### Recomendação

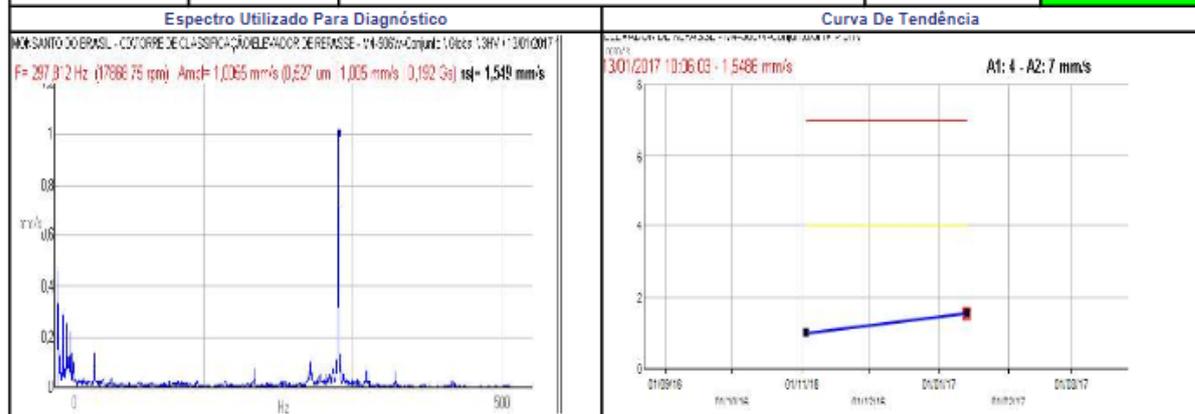
Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
Motor elétrico apresenta desalinhamento entre polia movida e polia motriz. Programar, realizar alinhamento a laser.	30 - Dias
Analista: Vinícius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Luiz Borges

## B.2 – Elevador de Canecas M4-506

MLB PROFESSORAL MECÂNICA		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)		
Data de Emissão:		17/01/2017	janeiro/2017	RDP Nº
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				00098
Area	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	ELEVADOR	M4-506	MOTOR/ REDUTOR

## Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR			LA/LOA	NORMAL
REDUTOR	RETENTOR	VAZAMENTO	LA/LOA	ALARME
MANCAL			LA/LOA	NORMAL



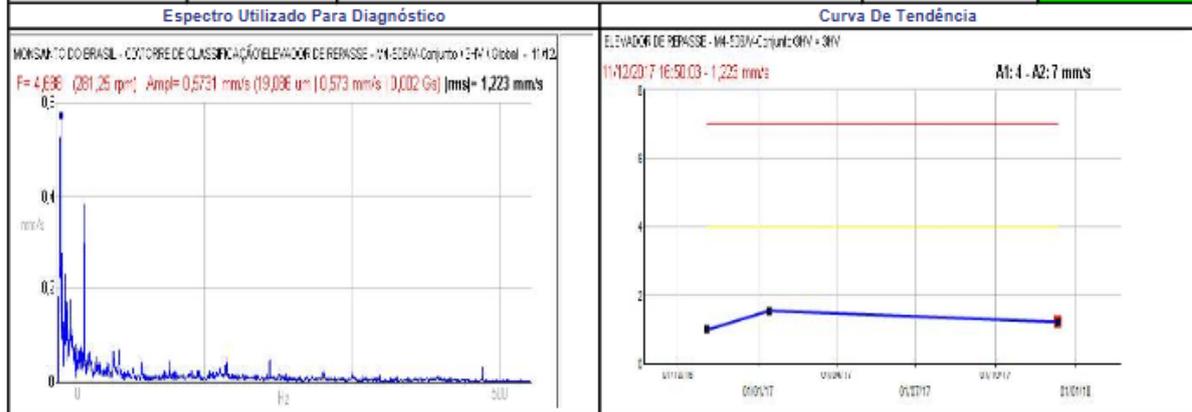
## Recomendação

Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
Redutor apresenta vazamento de óleo. Programar e substituir os retentores.	3 - Semanas
Analista: Vinícius Alves Ribeiro	
Aprovado por: Marcelo Luiz Borges	

MLB MACHINERY SOLUTIONS		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)		
Data de Emissão:		11/12/2017	dezembro/2017	RDP Nº
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				00098
Área	Betor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	ELEVADOR	M4-506	MOTOR/ REDUTOR

### Diagnóstico

Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR			LA/LOA	NORMAL
REDUTOR		VAZAMENTO	LA/LOA	ALARME
MANCAL			LA/LOA	NORMAL



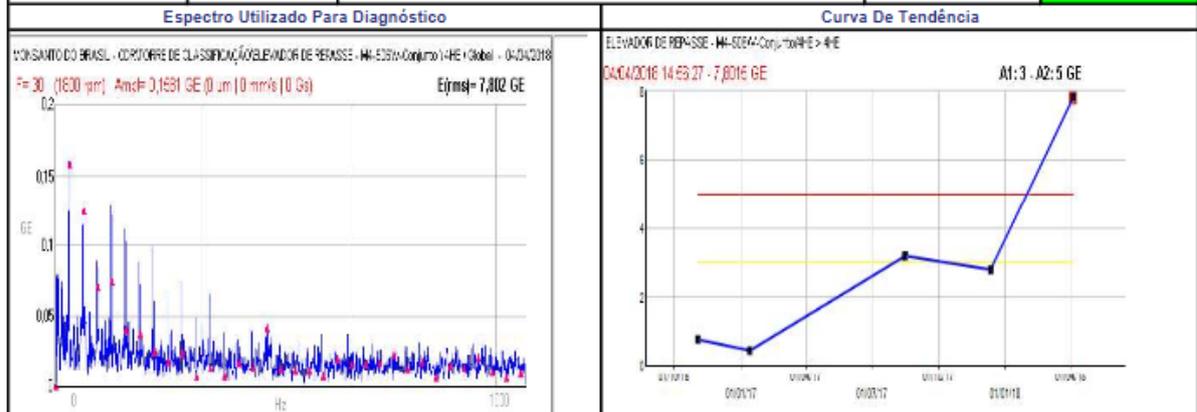
### Recomendação

Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
Redutor apresenta vazamento de óleo. Programar, substituir os retentores.	30 - Dias
Analista: Vinícius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Luiz Borges

MLB MANTOBRAS MECÂNICAS		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)			
Data de Emissão:		04/04/2018	abril/2018		RDP Nº
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG					00098
Área	Setor	Conjunto Relativo	TAG	Equipamento	
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	TORRE DE CLASSIFICAÇÃO	ELEVADOR	M4-506	MOTOR/ REDUTOR	

### Diagnóstico

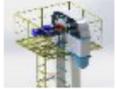
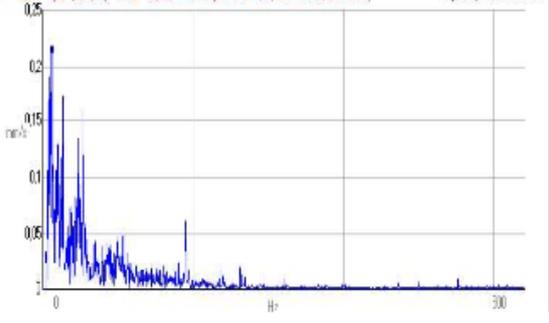
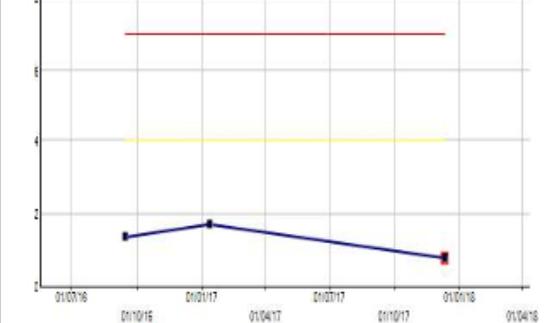
Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status
MOTOR			LA/LOA	NORMAL
REDUTOR		FOLGA MECÂNICA / ROLAMENTO / VAZAMENTO	LA/LOA	ALERTA
MANCAL			LA/LOA	NORMAL

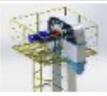
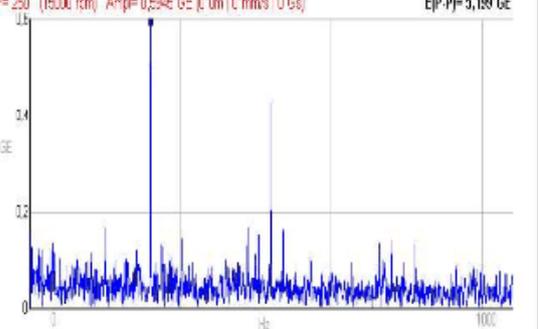


### Recomendação

Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
Redutor apresenta vazamento de óleo no eixo de saída do lado acoplado, defeito nos rolamentos e harmônicos de rotação com característica de folga mecânica. Programar, substituir os retentores, os rolamentos e verificar a folga nos alojamentos dos rolamento, folga nas chavetas dos eixos, verificar o ajuste dos engrenamentos.	20 - Dias
Analista: Vinícius Alves Ribeiro	Aprovado por : Marcelo Lutz Borges

## B.3 – Elevador de Repasse M1-331

		Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)			
		Data de Emissão:	11/12/2017	Medição:	dezembro/2017
Planta: Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				RDP Nº	00033
Área	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento	
DESPALHA	DESPALHA	ELEVADOR	M1-331	MOTOR / REDUTOR / MANCAL	
<b>Diagnóstico</b>					
Equipamento	Elemento	Defeito Encontrado	Posição	Status	
MOTOR			LA/LOA	NORMAL	
REDUTOR	RETENTOR	VAZAMENTO	LA/LOA	ALARME	
MANCAL			LA/LOA	NORMAL	
<b>Espectro Utilizado Para Diagnóstico</b>			<b>Curva De Tendência</b>		
<p>MONSANTO DO BRASIL - ODESPALHA - ELEVADOR DE REPASSE - M1-331 - Conjunto Rotativo - 11/12/2017 11:00:17</p> <p>F=9.688 (581,25 rpm) Amplitude=0,2159 mm/s (0,479 um) (0,216 mm/s) (0,001 Gs) E(RMS)=0,783 mm/s</p> 			<p>MONSANTO DO BRASIL - ODESPALHA - ELEVADOR DE REPASSE - M1-331 - Conjunto Rotativo - 11/12/2017 11:18:17</p> <p>At: 4 - A2: 7 mm/s</p> 		
<b>Recomendação</b>					
Ação Recomendada				Prazo recomendado para Intervenção	
Redutor apresenta vazamento de óleo. Programar, substituir o retentor.				20 - Dias	
Analista: Vinicius Alves Ribeiro			Aprovado por : Marcelo Luiz Borges		

		<b>Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)</b>		
<b>Data de Emissão:</b> 06/08/2018		<b>Medição:</b> agosto/2018		<b>RDP N°</b> 00033
<b>Planta:</b> Monsanto do Brasil - Cachoeira Dourada - MG				
<b>Área</b> DESPALHA	<b>Sector</b> DESPALHA	<b>Conjunto Rotativo</b> ELEVADOR	<b>TAG</b> M1-331	<b>Equipamento</b> MOTOR / REDUTOR / MANCAL
				
<b>Diagnóstico</b>				
<b>Equipamento</b> MOTOR	<b>Elemento</b>	<b>Defeito Encontrado</b>	<b>Posição</b> LA/LOA	<b>Status</b> NORMAL
<b>REDUTOR</b>		<b>ROLAMENTO</b>	<b>LA/LOA</b>	<b>ALARME</b>
<b>MANCAL</b>			<b>LA/LOA</b>	<b>NORMAL</b>
<b>Espectro Utilizado Para Diagnóstico</b>		<b>Curva De Tendência</b>		
MONSANTO DO BRASIL - COOPESALVA-ELEVADOR DE REBASSE - M1-331/4-Conjunt. (MHE) Vibral - 06/08/2018 14:26:42 <b>F=250 (16000 rpm) Amplitude=0,6346 GE (0 um   0 mm/s   0 Ge) EIP-PI=5,189 GE</b>		ELEVADOR DE REBASSE - M1-331/4-Conjunt. (MHE) > 4Hz <b>06/08/2018 14:26:42 - 5.1992 GE At: 3 - Az: 5 GE</b>		
				
<b>Recomendação</b>				
<b>Ação Recomendada</b>				<b>Prazo recomendado para intervenção</b>
Redutor apresenta defeito nos rolamentos do eixo de entrada e eixo de saída. Programar, substituir os rolamentos.				20 - Dias
<b>Analista:</b> Vinicius Alves Ribeiro		<b>Aprovado por :</b> Marcelo Luiz Borges		