



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MICHEL LUCAS SOARES DE LIMA

MELHORIA NOS ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS A PARTIR DA CRIAÇÃO DE UM PLANO DE LUBRIFICAÇÃO

JOÃO PESSOA – PB

2024

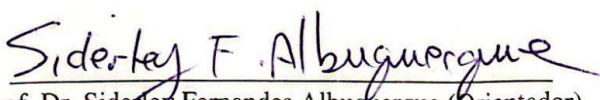
MICHEL LUCAS SOARES DE LIMA

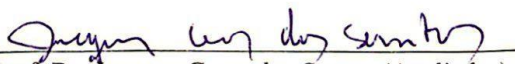
**MELHORIA NOS ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS A PARTIR
DA CRIAÇÃO DE UM PLANO DE LUBRIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado a Universidade Federal da
Paraíba, como parte das exigências para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Mecânica.

João Pessoa, 08 de maio de 2024

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Siderley Fernandes Albuquerque (Orientador)
Professor do Magistério Superior


Prof. Dr. Jacques Cesar dos Santos (Avaliador)
Professor do Magistério Superior


Prof. Dr. Virgílio Mendonça da Costa e Silva (Avaliador)
Professor do Magistério Superior

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732m Lima, Michel Lucas Soares de.

Melhoria nos índices de manutenção de uma indústria de alimentos a partir da criação de um plano de lubrificação / Michel Lucas Soares de Lima. - João Pessoa, 2024.

118 f.

Orientação: Prof Drº Siderley Fernandes Albuquerque Albuquerque.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Lubrificação. 2. Plano de manutenção preventiva.
I. Albuquerque, Prof Drº Siderley Fernandes Albuquerque. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 621(043.2)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e me concebido o discernimento nessa jornada.

Aos meus pais e minha avó, minha base e um dos motivos de não ter desistido, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Aos meus tios Cezar e Irandir que sempre colaboram para que esse momento.

Aos meus colegas de curso em toda jornada que de forma indireta ou indireta colaboraram na minha formação acadêmica e pessoal.

Aos colegas em especial, José Alisson, Débora Silva, Juliana Dantas e Jéssica Galdino pela contribuição direta no desenvolvimento desse trabalhos.

A todos os professores pelas suas contribuições de ensinamentos na minha formação, em especial meu orientador Prof. Dr. Siderley pela sua solicitude.

RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo a criação de um plano de lubrificação de equipamentos, sendo integrado no plano de atividades preventivas de uma indústria de alimentos a fim de aumentar os indicadores de manutenção. O trabalho realizado no âmbito desta dissertação desenvolveu-se ao longo de seis meses, apresentando-se os seus dados no presente relatório. Neste documento serão apresentados dados recolhidos durante a investigação, como os tipos de manutenção existentes, e uma explicação dos processos de lubrificação. É realizada a apresentação e caracterização da empresa de alimentos onde foi desenvolvido este trabalho, assim como as problemáticas que levam à criação de um plano de lubrificação. Os planos de lubrificação são constituídos por duas partes distintas, que se complementam, a saber, as cartas de lubrificação (que procuram fornecer todos os dados necessários para a execução da mesma) e as folhas de registo de execução de tarefas (servindo estas, tal como o nome indica, para o registo das ações de lubrificação). De modo a auxiliar estes processos, foi ainda realizada a proposta de um carro de lubrificação, tendo em vista a agilização das ações de lubrificação e reunião de todos os produtos num só local. Nesta dissertação são identificadas as limitações e vantagens que se encontram ao realizar um plano de lubrificação numa empresa. Com a implementação do plano de lubrificação, é expectável que se verifiquem fatores de melhoria, tais como aumento da confiabilidade e da disponibilidade dos equipamentos. Procura-se ainda reduzir o número de avarias relacionadas com a lubrificação dos equipamentos. Esta dissertação pretende também alertar para a importância que a lubrificação assume num ambiente industrial. Por último espera-se que esta dissertação venha a ser útil para outros trabalhos de dissertação na área de lubrificação e manutenção de equipamentos industriais.

Palavras-Chave: Lubrificação; Plano de Lubrificação; Manutenção Industrial; Manutenção Preventiva

ABSTRACT

The work carried out within the framework of this dissertation developed over four months, and its data are presented in this report. This document presents data collected during the research, such as existing maintenance types, and an explanation of the lubrication processes. The presentation and characterization of the food company where this work was developed, as well as the problems leading to the creation of a lubrication plan, is carried out. The lubrication plans are composed of two separate parts, which complement each other, namely the lubricating plates (which seek to provide all the data necessary for the execution of the same) and the task execution log sheets (serving them, as the name suggests, for the recording of the lubrication actions). In order to facilitate these processes, a lubrication truck was also proposed, with the aim of speeding up the lubricating actions and bringing all the products together in one place. This dissertation identifies the limitations and advantages of implementing a lubrication plan in a company. With the implementation of the lubrication plan, improvement factors are expected, such as increased reliability and availability in the equipment. More efforts are being made to reduce the number of equipment lubrication failures. This dissertation also aims to draw attention to the importance of lubrication in an industrial environment. Finally, this dissertation is expected to be useful for other work in the area of lubrication and maintenance of industrial equipment.

Palavras-Chave: Lubrication; Lubrication Plan; Industrial Maintenance; Preventive Maintenance.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo Geral	10
1.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 Escolha do tema e motivação do projeto.....	10
1.4 Método da investigação e colocação de hipóteses	11
1.5 Percursos da investigação e benefícios derivados da mesma.....	11
1.4 Levantamento dos dados	12
1.5 Estrutura da dissertação.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Manutenção Industrial.....	14
2.2.1 Seleção do tipo de manutenção	14
2.1.2 Indicadores de desempenho.....	15
2.2 Total Productive Maintenance (TPM).....	18
2.2.1 Princípios do TPM	18
2.2.2 Overall Equipment Efficiency.....	21
2.2.3 5S.....	22
2.3 Características e procedimentos da lubrificação industrial	23
2.3.1 Características dos óleos lubrificantes.....	23
2.3.2 Características das graxas lubrificantes.....	25
2.3.3 Lubrificantes de Grau alimentício	26
2.3.4 Lubrificação de equipamentos.....	27
2.3.5 Planejamento e organização da lubrificação	33
3 APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	36
3.1 A Fábrica	36
3.2 Processo produtivo	37
4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL	39
4.1 Departamento de Manutenção.....	39
4.1.1 Tipos de Manutenção praticadas	40
Manutenção corretiva.....	40

Manutenção de 1º Nível	41
4.2 Ferramentas de apoio a manutenção	42
4.2.1 Gestão de documentos	42
4.2.2 XBS Oracle	42
4.2.3 Grupo de Apoio a Produção (GAP)	43
4.2.4 Análise de indicadores de desempenho	43
5. APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÕES DE MELHORIA	46
5.1 Problemas identificados	46
5.2 Dimensão do problema	47
5.3 Análise de dados de parada	48
5.4 Metodologia de trabalho	50
5.5 Criação do Plano de Lubrificação	51
5.5.1 Cartas de Lubrificação	51
5.5.2 Identificação e processos de lubrificação	52
5.5.3 Seleção de lubrificantes	58
5.5.4 Ordens de Serviço	59
5.5.5 Proposta de criação do carro de lubrificação	60
5.5.6 Vantagens Esperadas	61
6. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6.1 Resultados Obtidos	63
6.2 Considerações Finais e Perspectivas Futuras	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICES	68
Apêndice A - Tabela 1.	68
Apêndice B - Tabela 2.	73
Apêndice C - Tabela 3.	78
Apêndice D - Tabela 4.	83
Apêndice E - Tabela 5.	87
Apêndice F - Tabela 6.	92
Apêndice G - Tabela 7.	97
Apêndice H - Tabela 8.	99
Apêndice I - Tabela 9.	102
Apêndice J - Tabela 10.	104
Apêndice K - Tabela 11.	106
Apêndice L - Tabela 12.	108

Apêndice M- Tabela 13. (quinzenal).....	110
Apêndice N - Tabela 14. (mensal).....	114
Apêndice O - Tabela 15. (trimestral).....	116

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Curva da banheira	16
Figura 2.2 - Manutenção Produtiva Total - TPM	15
Figura 2.3 - Percentagem de avarias em equipamentos em rolamentos	25
Figura 3.1 - Estrutura organizacional GMDB unidade 07	33
Figura 3.2 Diagrama de produção de massas unidade 07.....	34
Figura 3.3 Linha de fabricação de massas 05.....	35
Figura 4.1 - Etiquetas TPM	39
Figura 4.2 - Página inicial sistema XBS Oracle.....	40
Figura 4.3 - Análise de indicadores GMDB unidade 07.....	41
Figura 4.4 - Análise de MTBF GMDB unidade 07.....	41
Figura 5.1 - Carro guia com lubrificação em excesso.....	43
Figura 5.2 - Carta de plano de lubrificação.....	48
Figura 5.3 - Exemplo de mancal de Rolamento com nipple de lubrificação.....	49
Figura 5.4 - Exemplo de pinhão e cremalheira.....	50
Figura 5.5 - Exemplo de guia linear com nipple de lubrificação.....	51
Figura 5.6 - Exemplo de um carro guia e respectivo cárter de óleo.....	52
Figura 5.7 - Exemplo de corrente de tração.....	53
Figura 5.8 - Exemplo de moto redutor.....	54
Figura 5.9 - Carro de lubrificação.....	57

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar a importância de um plano de lubrificação normalizado e operacional em uma indústria de alimentos. Propondo-se a incluir esse plano em sua rotina de atividades da equipe de manutenção, a fim de tornar o processo produtivo mais eficiente e rentável. De modo a facilitar os parâmetros em análise, o modelo temático assenta num projeto em duas fases (Início de setembro a dezembro de 2021, e fim de agosto a outubro de 2023).

Neste capítulo procura-se dar-se conhecimento da escolha do tema e a motivação que leva à realização do projeto, o método da investigação e a colocação de hipóteses. Convém sobretudo recordar que qualquer projeto a ser realizado deve levantar questões e consequente procura de respostas, sendo que o espírito inquiridor deve ser parte de qualquer investigador. Descreve-se ainda o percurso de investigação e os seus benefícios, assim como a recolha de dados e procedimentos realizados.

Em último lugar é descrita a estrutura deste trabalho de conclusão de curso, estando essa dividida em quatro capítulos principais, permitindo uma leitura simplificada.

1.1 Objetivo Geral

- Melhorar os índices de manutenção através da implementação de um plano de lubrificação

1.2 Objetivos específicos

- Refletir sobre os principais tópicos da manutenção preventiva no âmbito industrial;
- Compreender a importância da lubrificação nos equipamentos;
- Identificar e analisar os problemas existentes na fábrica de massas;
- Criar os planos de lubrificação e executar sua implementação;
- Acompanhar a eficácia dos planos e constatar as melhorias.

1.3 Escolha do tema e motivação do projeto

A escolha do tema molda-se no fato de ser um tema inovador na empresa em que ela se desenvolve, tornando-se assim um projeto desafiante e estimulante a nível pessoal. Esta oportunidade serviu para adquirir novos conhecimentos e se aprofundar no tema em âmbito industrial, algo que não tinha sido realizado até então.

1.4 Método da investigação e colocação de hipóteses

O método de trabalho foi definido, em primeiro lugar, numa delimitação da dimensão de estudo. Verificando se a existência de quatro linhas de produção e o tempo necessário ao estudo de cada uma se estender a cerca de 25 dias, seria impossível o estudo de todas elas no tempo previsto para este trabalho de conclusão de curso, pelo fato que a investigação foi limitada a uma linha de produção, sendo essa a que se revela mais urgente para uma boa continuidade do processo produtivo da empresa. Convém ainda salientar que esta linha em questão é composta por 187 equipamentos. O principal objetivo, como já citado, visou a elaboração dos planos de lubrificação para a linha de produção.

Como ponto de partida foram colocadas diferentes hipóteses. Num primeiro momento foi equacionado se seria possível elaborar um plano de lubrificação para todas as linhas de produção. Após verificar-se que este estudo não seria possível devido à ausência de um calendário compatível, incidindo também sobre a mesma, a existência ou não de informações sobre os equipamentos, assim como se seria possível implementar os planos de manutenção a ser desenvolvido, na rotina, pela empresa. O percurso da investigação tem o seu início no trabalho realizado na empresa, onde se procedeu à criação de planos de lubrificação, sendo estes constituídos pelas cartas de lubrificação e as folhas de registro de execução de tarefas. Foi procurada uma implementação dos planos na fábrica, de um modo facilmente legível. Salienta-se, ainda, que ao serem seguidos os parâmetros descritos nos planos, será possível evitar gastos desnecessários ao nível de lubrificantes e acima de tudo diminuir os tempos de paradas indesejadas de produção devido a possíveis problemas originados pela falta de lubrificação. Este projeto tem como objetivo final gerar uma maior longevidade dos equipamentos e consequentemente menores gastos financeiros por parte da empresa.

1.5 Percursos da investigação e benefícios derivados da mesma

O percurso da investigação tem o seu início no trabalho realizado na empresa, onde se procedeu à criação de planos de lubrificação, sendo estes constituídos pelas cartas de lubrificação e as folhas de registro de execução de tarefas. Foi procurada uma implementação dos planos na fábrica, de um modo facilmente legível. Salienta-se, ainda, que ao serem seguidos os parâmetros descritos nos planos, será possível evitar gastos desnecessários ao nível de lubrificantes e acima de tudo diminuir os tempos de paradas indesejadas de produção devido a possíveis problemas originados pela falta de lubrificação. Este projeto tem como objetivo final

gerar uma maior longevidade dos equipamentos e consequentemente menores gastos financeiros por parte da empresa.

1.4 Levantamento dos dados

O levantamento de dados para a criação das cartas de lubrificação foi realizado em diferentes etapas, inicialmente realizou-se uma análise de manuais relativos aos equipamentos e sugestão do método de lubrificação que deve ser executado. Entretanto, essa busca se mostrou insuficiente devido a inexistência de manuais ou falta de informação dos mesmos.

Como métodos auxiliares foi elaborado um conjunto de atividades como coletar informações com os técnicos de manutenção mais antigos, busca de instruções e ordens de serviço antigas, contato com fabricantes das máquinas em questão e ainda fornecedores. Estes contatos foram realizados via e-mail, vídeo chamadas e visitas técnicas, quando possível, com os mesmos.

Como produto final foi elaborado um plano de lubrificação constituído pelas cartas de lubrificação e roteiro para ordens de serviço destes planos. As cartas de lubrificação são tabelas relativas aos equipamentos e linhas de produção. Essas incluem a parte de lubrificar (sendo essa acompanhada, quando possível, de uma fotografia ilustrativa do mesmo, o procedimento a ser realizado, o lubrificante se aplicar e sua quantidade (quando possível se quantificar), e sua respectiva periodicidade. Destacando-se a parte da periodicidade pois é ela quem norteia para a realização das ordens de serviço em que deverá ser registrado quando foi a última data de realização e quando será a próxima. Estes modelos foram realizados em tabelas *Excel* de modo a facilitar a sua concretização/consulta.

Ressalta assim ainda, a criação de um carrinho de lubrificação que visa a facilitação no manuseio e transporte dos lubrificantes, já que estes requerem um cuidado maior por todos serem de teor alimentício, contribuindo assim para a otimização das atividades.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação será dividida em duas partes, sendo a segunda correspondente ao trabalho executado na fábrica, colocado em anexo devido à sua extensão.

A primeira parte é construída de quatro partes essenciais. A primeira, a *Revisão Bibliográfica*, que expõe conceitos chaves para a compreensão do texto apresentado. Seguindo-se a *Apresentação e Caracterização da Empresa* em que foi realizado o trabalho, respeitando todos os procedimentos no cerne de proteção de dados confidenciais. Após esta apresentação

se busca dar conhecimento da *Descrição e Análise da Situação Atual da Empresa*, que dará norte para a *Apresentação de Soluções de melhorias*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo procura rever e sistematizar conceitos relevantes para a realização do projeto e desenvolvimento deste trabalho. Vão ser analisados temas como manutenção industrial, o *Total Productive Maintenance (TPM)* e por fim uma análise de procedimentos e recomendações para lubrificações de equipamentos.

2.1 Manutenção Industrial

Segundo Ferreira (1998), a Manutenção é definida como “*um conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado*”. De acordo com o mesmo, a manutenção tem como missão a vigilância permanente ou periódica dos equipamentos, sendo estas denominadas ações corretivas e ações preventivas.

Em consequência das evoluções tecnológicas os equipamentos sofreram alterações, tais como (FERREIRA, 1998)

- Maior automatização;
- Tornaram-se cada vez mais caros, levando a investimentos mais elevados;
- Tempos de indisponibilidade dos equipamentos tornaram-se economicamente mais críticos;
- Maior exigência imposta por novos métodos de gestão, tal como *Total Productive Maintenance (TPM)*.

Num ambiente industrial é indispensável a conciliação entre a produção e a manutenção, pois cada vez mais existe simultaneidade na execução destas funções, tendo como objetivo final uma boa produtividade e alta qualidade do produto (FERREIRA, 1998).

2.2.1 Seleção do tipo de manutenção

De acordo com Ferreira (1998) é de extrema importância que a Manutenção tenha em conta diversos aspectos como disponibilidade e segurança dos equipamentos, e realize intervenções com intuito de obter um custo global mínimo, potencializando ganhos globais para a empresa. Deve-se então, ter em conta os custos associados à manutenção e a falta dela, como por exemplo: custo de perda de produção por parada do equipamento, custo de reparo inesperado, custo da perda de produção para manutenção programada e custo do plano de manutenção preventiva.

Manutenção corretiva

A Manutenção corretiva é uma ação realizada pela manutenção com objetivo de identificar, isolar e retificar a causa de avaria de um equipamento de modo a restabelecer a condição operacional como se encontrava anteriormente. Ferreira (1998) defende que a manutenção corretiva tem como funções:

- Análise das causas de avaria;
- Reparação;
- Correção de modo a eliminar as causas da avaria;
- Registro dos dados relativos à intervenção;
- Criação de um plano de manutenção.

Manutenção Preventiva

Segundo Ferreira (1998) a manutenção preventiva “*pressupõe a manutenção do serviço de manutenção num momento devidamente preparado e programado antes da data provável do aparecimento de uma avaria*”. De acordo com o autor, a manutenção preventiva tem diversos objetivos, tais como:

- Aumentar a confiabilidade dos aparelhos com intuito de reduzir as avarias que causem quebras de produção;
- Aumentar o tempo de vida útil de uma máquina;
- Melhorar o planejamento dos trabalhos;
- Facilitar a gestão dos estoques
- Assegurar a segurança das intervenções.

Para além das ações preventivas e corretivas, o serviço de manutenção, deve-se encarregar de diversas atividades, tais como melhoramento e modernização dos equipamentos, gestão de trabalhos subcontratados e ainda integração de novos equipamentos nas instalações. Existem ainda diversos problemas que a manutenção necessita de ter em conta como: a dependência da produção, questões relacionadas com problemas de segurança, provisionamento de peças de reposição e triagem das intervenções (FERREIRA, 1998).

2.1.2 Indicadores de desempenho

Existem diversos indicadores de desempenho, no entanto serão abordados apenas dois que se revelam pertinentes ao estudo. Confiabilidade e Disponibilidade.

Confiabilidade

A confiabilidade pode ser definida como “a característica de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo” (NBR 5462, 1994). A taxa de falhas é definida como o número de falhas por unidade de tempo, usualmente expressa em unidades de falha por milhão de horas (10^6 horas).

A taxa de falhas (λ) é representada por:

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número de horas de operação}}$$

Equação 2.1 (Kardec, Manutenção – Função Estratégica)

Existe outro indicador de confiabilidade, o MTBF (*Mean time before Failure*) que, tal como o nome indica, é o tempo médio estimado para ocorrência de duas falhas consecutivas (NBR 5462, 1994). E pode ser calculado através da equação:

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda}$$

Equação 2.2 (Kardec, Manutenção – Função Estratégica)

A curva da banheira, ilustrada na figura 2.1, é uma representação que descreve a evolução de um equipamento ao longo de sua vida, em função da variação da taxa de falhas em função do tempo.

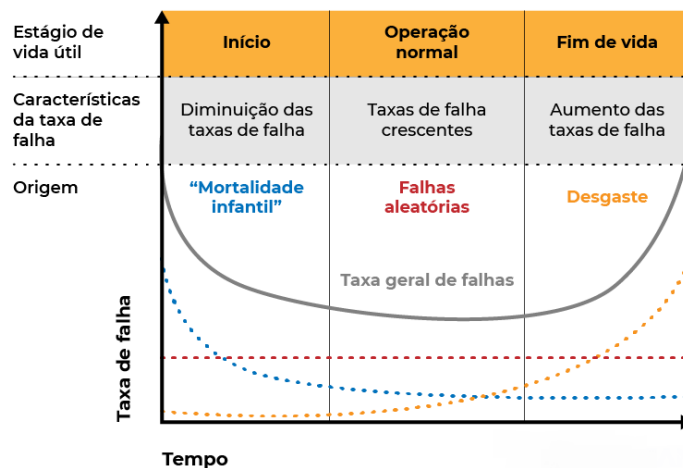


Figura 2.1 - Curva da banheira. Autor: Igor Marinelli/revistamanutencao.com

A curva é dividida em três partes. A primeira é conhecida como infância ou mortalidade infantil que há grande incidência de falhas causadas por componentes com defeitos

de fabricação ou deficiências de projeto, problemas esses que também podem estar relacionados a problemas de instalação. A segunda parte é conhecida como fase adulta ou de vida útil, em que a taxa de falhas é sensivelmente menor e relativamente constante ao longo do tempo e as falhas ocorrem por fatores menos controláveis como fadiga ou corrosão, tendo suas previsões mais difíceis. A terceira parte é a do envelhecimento em que há um aumento na taxa de falhas oriundos do desgaste natural e tende a aumentar com o decorrer do tempo.

Disponibilidade

A disponibilidade, segundo a NBR 5462 (1994), é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados a sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. Tendo esta dependência de diversos fatores como:

- Número de falhas;
- Tempo de reparação;
- Tipo de manutenção;
- Qualidade dos meios à disposição.

A disponibilidade pode ser calculada através da equação:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Equação 2.3 (Kardec, Manutenção – Função Estratégica)

Sendo o MTTR (*Mean time to repair*) o tempo médio esperado de reparação de falha. Um dos principais objetivos da manutenção é aumentar a confiabilidade e a diminuição dos tempos de intervenções (FERREIRA, 1998).

Importância da análise de custos

Cada vez mais os custos de manutenção têm de ser considerados no final da produção, pois atualmente as margens de lucros das empresas são muito baixas, sendo assim necessária uma análise racional e econômica por parte da Manutenção. Esta análise pode ser facilitada

através de várias ações, como o estabelecimento de um orçamento anual/mensal, decidir o recurso ou não a subcontratação, verificar a eficácia das ações de manutenção, entre outros (FERREIRA, 1998).

2.2 Total Productive Maintenance (TPM)

De acordo com Wilmott e McCarthy (2001) a maneira mais eficiente de adicionar valor à cadeia de produção é tendo uma determinação contínua de eliminar desperdícios ao longo da mesma, maximizando o seu valor. Um método de eliminar estes desperdícios é a aplicação do *Total Productive Maintenance* (TPM) na totalidade da empresa.

2.2.1 Princípios do TPM

O TPM tem como base oito princípios fundamentais, denominados pilares (BORRIS, 2006), que podem ser visualizados na figura 2.2.

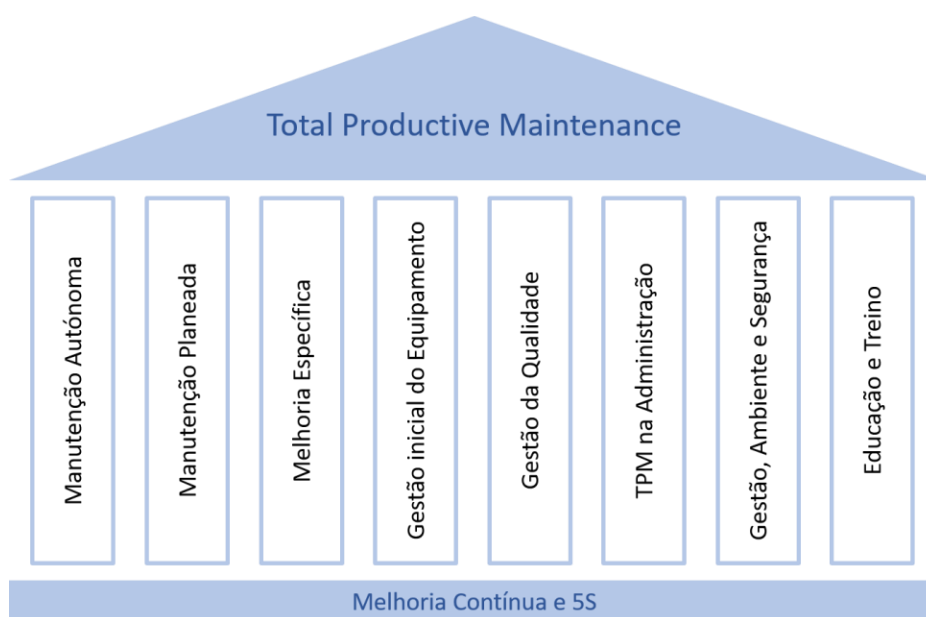


Figura 2.2 - Manutenção Produtiva Total. Fonte: TPM-Voitto

Cada pilar corresponde a uma área diferente, sendo que estes são sempre suportados pela Melhoria Contínua e 5S. Em seguida são apresentados todos os pilares em maior detalhe.

Manutenção autônoma

Este pilar promove o aumento do conhecimento dos operadores para operações de

manutenção, permitindo que os técnicos mais especializados se concentrem em tarefas que requerem maior nível de conhecimento técnico. Numa primeira fase os operadores executam tarefas simples como limpeza e inspeção, evoluindo para tarefas de nível mais complexo, podendo chegar a igualar o conhecimento de um técnico de manutenção (BORRIS, 2006).

Manutenção Planejada

A manutenção planejada tem como principal objetivo a procura de causas para falhas nos equipamentos, identificando-as e eliminando as causas raízes. O principal propósito deste pilar é a eliminação de quebras de produção devido a problemas associados a falhas de manutenção. Este tipo de manutenção é levado a cabo por supervisores e técnicos da manutenção tendo como objetivo avaliar a eficácia do plano de manutenção corrente, eliminar falhas recorrentes e aumentar a eficiência dos equipamentos. *Overall Equipment Efficiency* (OEE) é o método de avaliação usado pelo TPM numa tentativa de obter a melhor eficiência dos equipamentos (BORRIS, 2006).

Melhoria específica

Devido à ocorrência de falhas dos aparelhos ou processos que sejam difíceis de identificar, equipas especializadas são utilizadas com o objetivo de investigar e encontrar soluções permanentes. Estes problemas devem ser avaliados de maneira a justificar se a sua resolução irá trazer um benefício economicamente positivo (BORRIS, 2006).

Gestão inicial do equipamento

Este é o pilar organizacional do TPM. São organizadas equipas para ponderar toda a fase de produção, desenvolvendo métodos de produção eficientes de modo a facilitar a produção nos novos equipamentos e nos existentes. Tem como principal objetivo o aumento da confiabilidade, segurança e flexibilidade do equipamento (BORRIS, 2006).

Gestão da qualidade

Um dos principais objetivos do TPM é o controle de qualidade. É necessário a criação de equipas que tenham como objetivo controlar e minimizar as variações de qualidade nos produtos. Após ter sido descoberta a causa para os defeitos de qualidade, as equipas tentam modificar ou melhorar o equipamento, ou alterar o método de produção de modo a aumentar a qualidade final (BORRIS, 2006).

TPM na administração

Todos os departamentos de uma empresa têm impacto na produção e eficiência, sejam as áreas de compras, vendas, inventários e *marketing*. Este pilar tem como objetivo eliminar as causas de quebra de produção como: perdas por falta de comunicação, perdas de *setup*, perdas de precisão, inventários mal calculados, separação de peças incorretas, entre outros (BORRIS, 2006).

Gestão, ambiente e segurança

Qualquer empresa tem como objetivo minimizar e até eliminar todos os tipos de incidentes e acidentes de trabalho. Sendo este o pilar do TPM que promove o objetivo de zero acidentes, seja através da educação dos operadores seja através da minimização de condições inseguras no local de trabalho (BORRIS, 2006).

Educação e treino

O TPM acredita que, através da educação e formação de técnicos de manutenção e operadores, estes consigam operar de forma eficiente e independente (BORRIS, 2006).

Wilmott e McCarthy (2001) defendem que o TPM, aplicado à totalidade da empresa, começa por “atacar” seis perdas clássicas fabris que comprometem a eficiência dos equipamentos:

- Paradas de produção;
- Tempos de *setup*;
- Produção a velocidades reduzidas;
- Perdas de tempo;
- Defeitos de qualidade;
- Perdas no arranque.

As duas primeiras perdas afetam a Disponibilidade, o segundo par afeta a *Performance*, enquanto que as duas últimas afetam a Qualidade (WILMOTT; MCCARTHY, 2001). Na sequência vão ser introduzidas noções para estes três indicadores.

2.2.2 Overall Equipment Efficiency

De acordo com o TPM, todas as falhas devem ser reparadas, independentemente da sua importância ou custo. No entanto, num caso real, o custo terá sempre de ser tido em conta, pois existirá sempre um *budget*. Algumas falhas existentes serão de menor prioridade desde que não afetem a segurança dos operadores, eficiência de produção e qualidade do produto (BORRIS, 2006).

De modo a aumentar os benefícios do TPM devem ser eliminadas todas as falhas que influenciam diretamente três fatores chave:

- Disponibilidade;
- Performance;
- Qualidade.

Estes fatores são componentes do *Overall Equipment Efficiency* (OEE), o indicador chave para a produção. Este indicador reconhece que não só as paradas de produção, mas também a produção abaixo da quantidade normal e produtos de menor qualidade, causam impactos negativos na empresa (BORRIS, 2006).

Disponibilidade

A Disponibilidade é a razão entre o tempo que um aparelho está e o tempo que poderia ter estado em produção (BORRIS, 2006):

$$Disponibilidade(\%) = \frac{total\ de\ tempo\ disponivel - tempo\ de\ downtime}{total\ de\ tempo\ disponivel} \times 100$$

Equação 2.4 (BORRIS, Total Productive Maintenance)

Performance

A Performance é a razão entre o número de produto fabricado e o número de produto possível de ter sido fabricado (BORRIS, 2006):

$$Performance(\%) = \frac{n^{\circ}\ de\ unidades\ fabricadas}{n^{\circ}\ de\ unidades\ possiveis\ de\ fabricar} \times 100$$

Equação 2.5 (BORRIS, Total Productive Maintenance)

Qualidade

A Qualidade é a razão entre a quantidade de produto fabricados sem defeito e a quantidade de produto fabricado (BORRIS, 2006):

$$Qualidade(\%) = \frac{n^{\circ} \text{ de unidades produzidas} - n^{\circ} \text{ de defeitos}}{n^{\circ} \text{ de unidades produzidas}} \times 100$$

Equação 2.6 (BORRIS, Total Productive Maintenance)

O OEE é o produto dos três indicadores (BORRIS, 2006):

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$$

Equação 2.7 (BORRIS, Total Productive Maintenance)

O indicador OEE não se limita a monitorizar a eficiência de um aparelho, mas deve ser aplicado ao negócio como um todo, avaliando a produtividade de toda a cadeia de valor, desde o fornecedor ao cliente (WILMOTT; MCCARTHY, 2001).

2.2.3 5S

Os 5S trata-se de uma metodologia japonesa, e tal como a Melhoria Contínua, esta encontra-se na base do TPM. Esta ferramenta tem como objetivo a organização e redução dos desperdícios na empresa, sendo constituída por cinco práticas (BORRIS, 2006):

- *Seiri* (Organização) – organizar o local de trabalho, começando por separar o útil do inútil, removendo-o;
- *Seiton* (Arrumação) – identificar todo o material necessário e o local em que se encontra;
- *Seiso* (Limpeza) – limpar toda a zona de trabalho;
- *Seiketsu* (Normalização) – desenvolver normas de trabalho de maneira a executar todos os passos anteriores;
- *Shitsuke* (Autodisciplina) – Educar e motivar toda a empresa para o cumprimento de todos os passos.

2.3 Características e procedimentos da lubrificação industrial

Quando um corpo desliza sobre outro existe uma necessidade de ultrapassar uma força resistiva. Esta força denomina-se fricção. Qualquer superfície metálica por mais polida que se encontre nunca vai ser idealmente lisa, existindo sempre irregularidades a nível microscópico (BLOCH, 2000).

Um par de superfícies deslizantes separadas por um fluido resulta de uma diminuição do coeficiente de fricção, este princípio é denominado de lubrificação (Bloch, 2000). Os produtos lubrificantes com base no petróleo são exímios nas tarefas de lubrificação. Estes óleos apresentam diversas características essenciais à lubrificação, como resistência à água, propriedades anticorrosivas, adesão natural, estabilidade térmica e habilidade de dissipar calor das partes lubrificadas (BLOCH, 2000).

2.3.1 Características dos óleos lubrificantes

Segundo Carreteiro e Belmiro (2006) a qualidade de um lubrificante só é comprovada após a sua aplicação e avaliação do desempenho. O desempenho estará ligado à composição química do lubrificante, proveniente do petróleo bruto.

A propriedade mais importante na escolha de um óleo lubrificante é a sua viscosidade, no entanto, existem outras propriedades de extrema importância, tais como (LANDSDOWN, 1982):

- Corrosão;
- Compatibilidade;
- Corrosão;
- Capacidade de dissipar calor;
- Inflamabilidade;
- Toxicidade;
- Preço;
- Estabilidade química;
- Estabilidade térmica.

Todos esses elementos devem ser levados em consideração na escolha de um lubrificante.

2.3.1.1 Viscosidade

O conceito de viscosidade foi estabelecido por Isaac Newton e George Stokes no início do século XIX na Inglaterra. Eles realizaram um estudo matemático do equilíbrio dinâmico dos fluidos viscosos.

A viscosidade de um fluido é a propriedade que determina o valor de sua resistência ao cisalhamento.

A viscosidade é o “corpo” dos lubrificantes. Um óleo viscoso ou de grande viscosidade é “grosso” e flui com dificuldade. Um óleo pouco viscoso é “fino” e escorre facilmente (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.3.1.2 Ponto de Fluidiez

O ponto de fluidez é a propriedade do fluido que se refere à temperatura mais baixa na qual um óleo lubrificante, ainda pode fluir, ou seja, é a temperatura mais fria na qual o lubrificante mantém sua capacidade de fluir e fornecer a lubrificação necessária para os equipamentos. Esta temperatura é determinada, de acordo com o Ensaio Padrão D 97-47 da “ASTM” (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Quando um lubrificante atinge o seu ponto de fluidez, ele pode se tornar espesso e viscoso, o que pode gerar problemas de lubrificação nos equipamentos, especialmente em condições de baixas temperaturas. Com isso, pode resultar em aumento de desgaste de componentes, dificuldades em partidas e até mesmo falhas no equipamento.

Para garantir um bom desempenho dos equipamentos, é necessário escolher lubrificantes com pontos de fluidez adequados, para as condições de operação esperadas.

2.3.1.3 Ponto de Fulgor

O ponto de fulgor é a menor temperatura na qual o vapor desprendido pelo mesmo, em presença de ar, inflama-se momentaneamente ao se lhe aplicar uma chama, formando um lampejo (CARRETEIRO; MOURA, 1987). A determinação de ponto de fulgor mais empregada nos Estados Unidos e no Brasil é preconizada pela norma ASTM D 92-52.

É preciso distinguir o ponto de fulgor e ponto de combustão, que vem a ser a temperatura na qual os vapores queimam de modo contínuo, durante um mínimo de 5 segundos, de acordo com a norma citada acima. Ter o conhecimento do ponto de fulgor permite avaliar as temperaturas de serviços que um óleo lubrificante pode suportar com absoluta segurança.

2.3.1.4 Aditivos em óleos lubrificantes

A Shell defende que *“a margem de segurança que os aditivos proporcionam no funcionamento das máquinas e em todas as operações onde se utilizam os lubrificantes, é uma notável contribuição para a produtividade industrial dos tempos modernos”*.

A estabilidade de um lubrificante é afetada pelo ambiente em que opera, ou seja, os fatores externos influenciam diretamente o comportamento e desempenho do óleo. Entre estes, salientam-se fatores como: temperatura, oxidação, contaminação com água e ácidos corrosivos (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Entretanto, as propriedades dos lubrificantes podem ser alteradas de acordo com a escolha de aditivos. Os aditivos são compostos químicos que, adicionados aos óleos básicos, reforçam algumas das suas qualidades, cedendo novas ou até eliminando propriedades indesejáveis. Existem dois tipos de aditivos: os que modificam características físicas, como ponto de fluidez e índice de viscosidade e aqueles cujo efeito final é de natureza química, como inibidores de oxidação, detergentes, agentes de Extrema Pressão (EP), entre outros (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Os tipos de aditivos mais utilizados são (Shell):

- Detergentes;
- Dispersantes;
- Antioxidantes;
- Agentes Antidesgaste;
- Agentes EP;
- Melhoradores do índice de viscosidade;
- Anticorrosivos;
- Modificadores de Fricção.

2.3.2 Características das graxas lubrificantes

Carreteiro e Moura (1987) definem graxas lubrificantes como uma combinação de um fluido espessante, resultando em um produto homogêneo com qualidades lubrificantes. Sua consistência pode variar desde o estado semifluido até o sólido.

A ASTM, nas suas definições padrão (D-288-61), considera graxa lubrificante um produto de sólido a semi fluido proveniente da dispersão de um agente engrossador em um líquido lubrificante.

$$\textit{Graxa} = \textit{Engrossador} + \textit{líquido lubrificante} + \textit{aditivos}$$

As graxas são usadas nos pontos em que os óleos não seriam eficazes devido a sua tendência natural de escoar, por mais viscoso que sejam. Elas também são usadas quando é conveniente formar um selo protetor no componente, para que se crie uma barreira para a entrada de contaminantes, por exemplo, o caso dos rolamentos (CARRETEIRO; MOURA, 1987).

Existem diversas vantagens na utilização de massas lubrificantes, tais como (CARRETEIRO; MOURA, 1987):

- Boa retenção;
- Periodicidades de aplicação mais alargadas;
- Menor consumo;
- Maior resistência a pressões de carga;
- Requer aplicações menos frequentes;
- Eliminar contaminações;
- Lubrificação instantânea na partida.

2.3.3 Lubrificantes de Grau alimentício

O conceito de grau alimentício é frequentemente usado livremente na indústria, mas para garantir que os produtos que você usa atendam aos requisitos regulamentares, é necessário que eles estejam certificados por organizações especializadas, como a NSF Internacional.

O registro da NSF, ou a certificação da ISO 21469 nos dá a garantia de que embora exista o risco de contato do lubrificante com o alimento, esse contato não leva à sua contaminação. Para que um lubrificante tenha esse tipo de registro, ele deve estar em conformidade e ser formulado de acordo com as disposições da FDA no Título 21 do Código de Regulamentações Federais, conhecido como CFR 21 CFR. Dentro desses requisitos estão as listas de produtos químicos aceitos para uso, bem como os limites em partes por milhão que cada lubrificante pode ter em sua formulação (INTERLUB, 2023).

2.3.3.1 Categorias de lubrificantes de Grau Alimentício

Dentre as categorias de lubrificantes de teor alimentício podemos destacar os três principais, são eles:

- **Lubrificantes H1 - Lubrificantes cuja aplicação é tecnicamente impossível evitar o contato acidental com alimentos:** Estes produtos podem ser usados em locais que existem a possibilidade de um contato acidental com os itens produzidos. O mínimo necessário de material deve ser utilizado no equipamento. O uso desses lubrificantes costuma ser feito em todos os tipos de componentes próximas ao processamento de alimentos como correntes, esteiras transportadoras, fornos e outros.
- **Lubrificantes H2 - Lubrificantes de uso geral na indústria alimentícia e onde não existe a possibilidade de contato com alimentos:** Esses produtos podem ser usados como lubrificantes ao redor e dentro das áreas de processamento de alimentos, onde não há possibilidade de entrarem em contato com itens comestíveis. Os produtos desta categoria não são considerados grau alimentício, mas seu uso é importante, pois eles atendem aos requisitos do FDA CFR 21 e podemos ter certeza de que não terão efeitos adversos em seu uso.
- **Lubrificantes 3H – Registro para lubrificantes e/ou agentes desmoldantes em contato direto com os alimentos:** Esses produtos podem ser usados em esteiras, fornos e outras superfícies duras que estão em contato direto com os alimentos para evitar que grudem durante o processo. Eles podem entrar em contato direto com alimentos. Exemplo de processo em que esses materiais são necessários é na panificação, a fim de evitar que os pães grudem nas formas.

2.3.4 Lubrificação de equipamentos

A lubrificação dos equipamentos é um fator essencial no mundo fabril, visto que ela contribui diretamente para melhorias significativas nos componentes, melhorando assim sua confiabilidade e disponibilidade. Alguns dos métodos e tipos de lubrificação serão assim expostos, quais suas vantagens e desvantagens, bem como os fatores a serem considerados na criação de um plano de lubrificação.

2.3.4.1 Mancais e Rolamentos

Segundo Carreteiro e Moura (1987), os rolamentos são suportes ou guias de partes móveis, sendo dos elementos mais comuns em todas as máquinas. Grande parte da teoria de

lubrificação é realizada com base no estudo destes. Os rolamentos podem comportar diferentes tipos de rolamentos, sendo este o seu suporte.

Existem diversos fatores para a escolha da viscosidade adequada nas chumaceiras, tais como: geometria dos mancais, carga aplicada, temperatura de operação e ainda as condições ambientais (poeira, contaminantes, umidade, entre outros) (CARRETEIRO; MOURA, 1987).

Como se pode verificar na figura 2.3, 50% de falhas nos rolamentos são devidos a práticas de lubrificação incorretas e contaminações, sendo estas relacionadas com o tipo de lubrificante e o procedimento de lubrificação (SKF GROUP, 2011).

Avarias prematuras em rolamentos

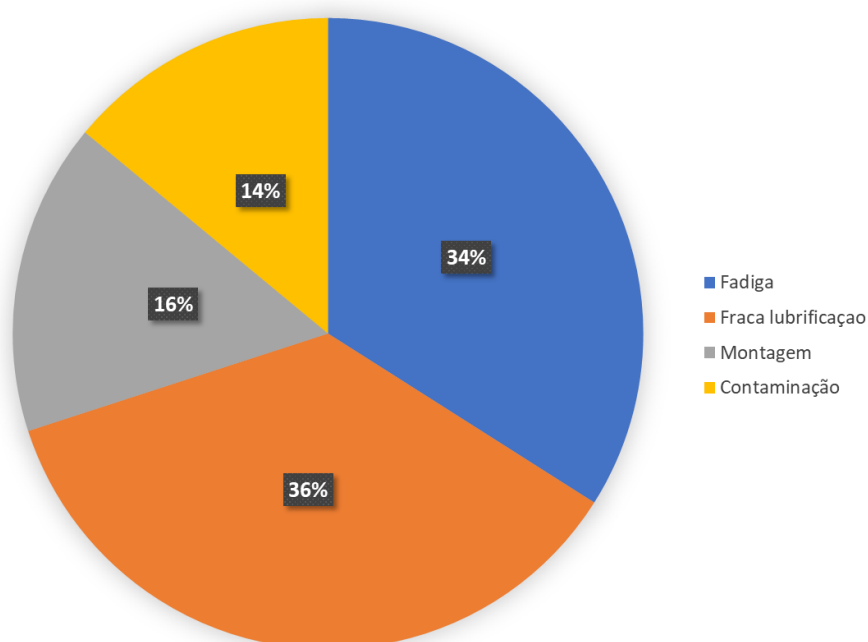


Figura 2.3 - Percentagem de avarias em equipamentos em rolamentos. Fonte: skf.group.

Lubrificação com óleos lubrificantes

O nível de óleo dentro dos mancais de rolamentos deve ser mantido baixo, não excedendo o centro do corpo rolante situado mais abaixo. Sendo conveniente a utilização de um sistema circulatório para o óleo (CARRETEIRO; MOURA, 1987).

A limpeza do rolamento é de extrema importância para o bom funcionamento e longa duração em serviço. Os autores defendem que para os rolamentos com lubrificação a óleo “a vedação adquire maior importância ainda, pois precisa também de reter o óleo na caixa.

Empregam-se, além disso, os anéis de feltro ou de labirinto, ou ainda, vedadores de borracha sintética”.

Lubrificação com graxas lubrificantes

Em mancais de fácil acesso, a tampa pode ser aberta para renovar a graxa, sendo este um processo lento. Pode ainda ser utilizada uma bomba de lubrificação em mancais que apresentem *nipple* ou copo de lubrificação (CARRETEIRO; MOURA, 1987).

Ao contrário dos óleos lubrificantes, as graxas possuem uma boa capacidade de contribuição para a vedação dos rolamentos.

Intervalos de Lubrificação

No caso de rolamentos lubrificados a óleo, o período de troca depende essencialmente da temperatura de funcionamento do rolamento, assim como a possibilidade de contaminação. Não havendo contaminação, e sendo a temperatura de funcionamento inferior a 50°C, o óleo pode ser trocado apenas uma vez por ano. Para temperaturas em torno de 100°C o período intervalo desce para 60 ou 90 dias (CARRETEIRO; MOURA, 2006).

O intervalo de tempo para lubrificar rolamentos com massa depende de fatores como a temperatura, que se encontra intimamente correlacionada com a velocidade de rotação e carga suportada.

Lubrificação automática

Alguns autores defendem o uso de lubrificação automática em detrimento da lubrificação manual dos rolamentos. As principais desvantagens da lubrificação manual são (BLOCH, 1996):

- Longos intervalos de lubrificação - estes permitem que a sujidade e partículas penetrem os vedantes;
- Excesso de quantidade na lubrificação - causando temperaturas excessivas, que podem causar oxidação da porção de óleo da massa;
- Falta de lubrificação - antes do calendário definido para a próxima tarefa de lubrificação.

As principais vantagens da lubrificação automática são (BLOCH, 1996):

- Intervalos de tempo de lubrificação previamente determinados - impedindo a contaminação da massa;
- Quantidade de lubrificação predeterminada - evitando excesso de massa ou óleo dos dispositivos.

2.3.4.2 Engrenagens

As engrenagens são conjuntos de rodas dentadas (um par no mínimo), destinadas à transmissão de movimento e potência. No par de rodas dentadas, a de menor número de dentes é denominada de pinhão e a de maior, coroa (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Estes são órgãos de contato direto e movimento misto: rolamento e escorregamento. A sua finalidade é transmitir movimento de rotação de um eixo para outro, modificando a velocidade e permitindo transmitir potências elevadas.

Existem diversos tipos de engrenagens (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Engrenagens de dentes retos;
- Engrenagens de dentes helicoidais;
- Engrenagens de pinhão e cremalheira;
- Engrenagens de parafuso sem fim e roda coroa;

Lubrificação de Engrenagens Fechadas

No caso das engrenagens se encontrarem numa caixa fechada o óleo é aplicado por meio de salpico ou circulação (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Lubrificação por salpico - *“a engrenagem maior mergulha no óleo, transporta- o e salpica-o no ponto de engrenamento e nos mancais. O nível correto é importante, pois se for baixo, resultará em distribuição deficiente e falta de lubrificação; se for muito alto provocará agitação excessiva, consumindo força e gerando calor, com o consequente aumento da temperatura, que influenciará na viscosidade do óleo”;*
- Lubrificação por circulação - *“são empregados dois sistemas: o sistema centralizado e o sistema individual. Em qualquer um deles o jato de óleo fornecido por uma bomba é aplicado sobre os dentes no ponto de engrenamento. A bomba também fornece óleo aos mancais. Muitas vezes, os sistemas são providos de filtros a fim de*

manter limpo o óleo e remover as impurezas que poderiam causar o desgaste dos dentes e dos mancais”.

É ainda necessário considerar outros fatores na lubrificação das engrenagens em caixas fechadas, tais como (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Tipo de engrenagem;
- Rotação do pinhão;
- Grau de redução;
- Temperatura de serviço;
- Potência;
- Natureza da carga;
- Método de aplicação;
- Contaminação.

Lubrificação de Engrenagens Abertas

Em alguns tipos de engrenagens não é prático nem econômico o seu fecho, sendo estas chamadas de engrenagens abertas. A maioria não possui cobertura ou são parcialmente cobertas de modo a prevenir e proteger contra o pó e impurezas. Carreteiro e Belmiro (2006) defendem que *“as engrenagens abertas só podem ser lubrificadas intermitentemente, e muitas vezes, só a intervalos regulares, proporcionando películas lubrificantes de espessuras mínimas entre os dentes. Uma película aderente é necessária para que não seja desalojada nem pelo engrenamento dos dentes nem pela força centrífuga”*.

É ainda necessário considerar outros fatores na lubrificação das engrenagens em caixas abertas, tais como (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Temperatura;
- Método de aplicação;
- Condições ambientais;
- Material da engrenagem.

Os autores referem ainda que “*quando aplicado por meio de pincel, espátula ou bomba de lubrificação, o lubrificante, no momento da aplicação, deve ser suficientemente fluido para correr facilmente*”.

Classificação ISO para Lubrificantes Industriais

A partir de 01/01/78, a ISO (*International Organization for Standardization*) estabeleceu um sistema de classificação de viscosidade aplicável aos óleos lubrificantes industriais. O sistema ISO está baseado na viscosidade cinemática (centistokes) a 40°C. Os números que indicam cada grau ISO representam o ponto médio de uma faixa de viscosidades compreendida entre 10% abaixo e acima desses valores. Por exemplo, um lubrificante designado pelo grau ISO 100 tem uma viscosidade cinemática a 40°C na faixa de 90 cSt a 110 cSt (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.3.4.3 Correntes acionadoras

A razão mais comum do mau funcionamento das correntes é a lubrificação deficiente ou manutenção precária (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Este equipamento oferece dificuldades, pois está exposto a partículas abrasivas que aderem ao filme de lubrificação. É possível, no entanto, obter um bom resultado por meio de aplicação direta de um pequeno excesso de lubrificação à corrente com pincel ou lubrificante em *spray*.

Carreteiro e Belmiro defendem que “*em condições extremas de impurezas ou de areia, é conveniente operar o sistema sem lubrificação. Neste caso, a corrente deve ser removida periodicamente, o máximo a cada 60 dias, e totalmente limpa. Antes de reinstalada, deverá ser colocada em banho por 24 horas em óleo fino. Após o banho, deixar escorrer o excesso e limpar a parte externa da corrente*”.

2.3.4.4 Moto redutores

Quando a rotação de um motor elétrico é baixa para uma dada potência torna-se mais económico o uso de um motor de alta rotação ligado a um sistema de engrenagens. Quando o conjunto redutor é construído junto ao motor é denominado de moto-redutor, sendo este compacto e eficiente (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Lubrificação de Moto-Redutores

Para a lubrificação das engrenagens do redutor e chumaceiras é usado o mesmo tipo de óleo. O óleo deve ser selecionado tendo em conta diversos parâmetros, como (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Tipo de engrenagens;
- Rotação do motor;
- Temperatura de operação;
- Carga.

De acordo com Carreteiro e Belmiro “*durante a operação, o calor gerado pelo atrito e pela agitação do óleo aumenta a temperatura do óleo. Esse aumento de temperatura depende do tipo de engrenagens, da carga e da redução. Em conjuntos redutores de engrenagens retas ou helicoidais o acréscimo de temperatura será aproximadamente de 30°C e em conjuntos redutores com engrenagem de parafuso sem fim/roda coroa, 50°C*”. Na escolha da viscosidade deve-se ter em consideração a pressão nos dentes. Quanto maior for este, mais viscoso deverá ser o óleo. Existem fatores que provocam oxidação, sendo estes comuns a todos os moto-redutores, e requerem a aplicação de óleos quimicamente estáveis com alta resistência à oxidação (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.3.5 Planejamento e organização da lubrificação

A lubrificação ideal é a conjugação de cinco fatores: tipo *certo*, quantidade *certa*, condição *certa*, local *certo* e ocasião *certa* (SKF GROUP, 2011). A coordenação desses fatores mediante um correto controlo necessita dos seguintes princípios fundamentais (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006):

- Número mínimo e adequado de lubrificantes, atendendo à exigência dos equipamentos;
- Correto armazenamento e distribuição;
- Controlo dos serviços de lubrificação;
- Controlo do consumo de lubrificantes;
- Codificação e identificação dos lubrificantes.

2.3.5.1 Planejamento das tarefas

O SKF Group (2011) defende que investir num bom plano de lubrificação pode

produzir um retorno de 400%, em termos financeiros.

Um plano de lubrificação pode aumentar a confiabilidade, produtividade, disponibilidade e durabilidade dos equipamentos. Reduzindo o consumo de energia e desgaste devido a fricção, manutenção e custo de reparação (SKF GROUP, 2011).

Para um correto planejamento das tarefas de lubrificação, deve existir uma ficha própria de todos os equipamentos com: nome do equipamento, número de inventário, localização, partes a lubrificar, métodos de aplicação, frequência de aplicação, períodos de troca, serviços a serem executados, lubrificantes recomendados e os seus códigos (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Após esta recolha deve ser realizada uma análise de verificação dos lubrificantes recomendados, estudo dos métodos de aplicação e os seus dispositivos, bem como a recolha de especificações dos lubrificantes e a racionalização do número de lubrificantes (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

É de extrema importância conhecer o passado dos equipamentos e compreender os efeitos do plano de lubrificação na medida de avaliar decisões relativas às ações de lubrificação. Existem diversos indicadores que auxiliam a evolução do plano de lubrificação, tais como (BLOCH, 2000):

- Gastos de manutenção e percentagem gasta em lubrificantes;
- Número de falhas derivadas da lubrificação;
- Consumo de lubrificantes.

Programação

As ações de lubrificação requerem uma programação para que se possa retirar o maior benefício das mesmas.

Em primeiro lugar é necessário determinar: as tarefas, os pontos a lubrificar e as suas periodicidades, pois ao longo do tempo, o lubrificante vai perdendo as suas propriedades como resultado do trabalho mecânico, envelhecimento e contaminação (IYER *et al.*, 2007).

Após esta primeira análise deverá ser criado um roteiro de tarefas de lubrificação, este deve ter em conta a distribuição dos equipamentos, distâncias a percorrer, tempos de deslocamentos, tempo de lubrificação e tentar obter o máximo de produtividade homem/hora (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Resultados

Como resultados finais, Carreteiro e Moura (1987) defendem que a correta implementação trará de benefícios:

- Melhor organização do histórico de manutenção e lubrificação nos mecanismos;
- Maior controle da reposição de lubrificantes;
- Aumento da confiabilidade nos equipamentos;
- Racionalização do consumo, levando a redução de custos.

3 APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.1 A Fábrica

A Empresa GMDB foi criada em 1956 a partir de um sonho e se tornou referência na produção de massas, com a missão de alimentar e inspirar pessoas, realizando sonhos e os fazendo se tornar realidade.

A missão é oferecer alimentos de qualidade, inovadores, saudáveis, nutritivos e com preços justos, gerando bem estar das famílias do país. Visando sempre a simplicidade na relação com as pessoas e na busca por boas práticas, com a Colaboração para o crescimento do negócio, Respeito às pessoas e ao bem comum, buscando Excelência em tudo que é feito.

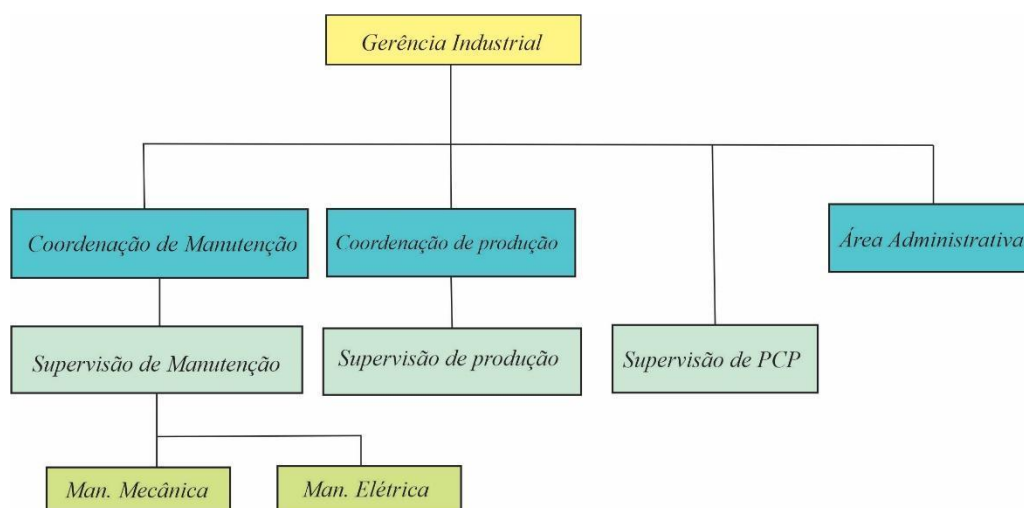


Figura 3.1 - Estrutura organizacional GMDB unidade 07. Fonte: Autoria própria.

Na figura 3.1 encontra-se uma representação da fábrica GMDB unidade 7. Tal unidade trabalha unicamente na produção de massas, especificamente macarrão, sendo elas distribuídas em 4 linhas de produção:

- LM 01 – Linha de Massas 01 Braibanti 2500Kg/h – Massa Longa
- LM 02 – Linha de Massas 02 Braibanti 2500Kg/h – Massa Longa
- LM 05 – Linha de Massas 05 Ninho Mapa 1100Kg/h – Massa Curta

- LM 06 – Linha de Massas 06 Mapa 630Kg/h – Massa Curta

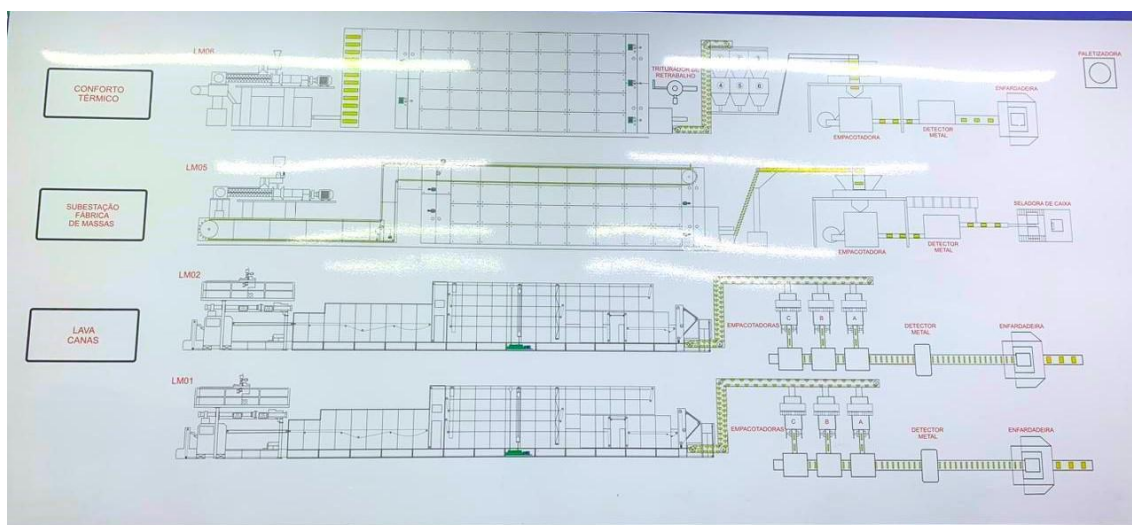


Figura 3.2 Diagrama de produção de massas unidade 07. Fonte: Autoria própria.

3.2 Processo produtivo

O estudo desse trabalho estará concentrado na produção de massas curta da linha 05. O processo que se refere a produção, inicia-se no recebimento da farinha, sendo realizado o direcionamento para a zona de mixagem entre a farinha do respectivo produto com a água. A mistura da massa é realizada no setor conhecido como prensa, composto por uma masseira (onde é realizado o processo de mistura da massa através de palhetas metálicas rotativas de aço inox), uma rosca extrusora (onde a massa após sair da masseira é direcionada, para que se possa ser extrusada por trefilamento e tomar a forma desejada) e uma faca (onde é realizado o corte da massa no tamanho desejado após extrusado).

Logo após a massa passar pela prensa, ela toma forma em uma canaleta de 18 copos, denominados contenedores em que segue em direção a um elevador encaminhando os estes ao túnel de secagem, a parte do maquinário em que está localizado esse elevador é denominado como pré secagem.

O túnel de secagem é composto por 3 andares de piso em que os contenedores percorrem toda a extensão do mesmo durante 5 horas, no sentido de cima para baixo, até completar seu caminho indo para a fase final.



Figura 3.3 Linha de fabricação de massas 05. Fonte: Autoria própria.

Logo após a saída do túnel de secagem, os contenedores realizam o movimento de descarga do produto já finalizado numa espécie de pulmão de armazenagem. Pulmão este composto por uma área de acúmulo e uma pequena mesa vibratória, que a medida que os macarrões vão sendo despejados pelos contenedores, eles são direcionados ao elevador de transporte de produto acabado.

O elevador recebe o produto acabado do pulmão e faz o transporte do mesmo para a balança multicabeçote, composta por 18 balanças que realizam a pesagem e encaminham para a empacotadora, que finaliza a embalagem e direciona a uma esteira de transporte, esteira essa que tem um detector de metais em seu caminho para garantir a integridade do produto.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

O presente capítulo apresenta o departamento de manutenção, bem como o seu modelo organizacional, identifica os tipos de manutenção realizados na fábrica e ferramentas de apoio à manutenção.

4.1 Departamento de Manutenção

A equipe de manutenção da GMDB unidade 7 é referência para outras unidades do grupo, devido à importância de toda sua equipe que vai desde o planejamento e execução de atividades de reparo, até a alocação de pessoal a outras unidades que precisem de uma mão de obra extra quando necessário.

A equipe é subdividida em dois grupos:

- Planejamento e estratégia: Coordenador, supervisor, planejador, líder de atividades elétrica e automação, líder de atividades mecânicas.
- Operacional: Técnicos em mecânica, técnicos em eletrotécnica, eletrônica e automação, Operadores de caldeira e utilidades.

Este é um departamento de elevada importância, pois garante o bom funcionamento das máquinas e impede falhas que causem paradas de produção. Quando ocorrem as falhas, a equipe tem como objetivo reparar as mesmas, o mais rapidamente possível, de modo restabelecer a produção.

Ao supervisor da manutenção compete as funções de gerir todas as atividades de manutenção, assim como a de delinear estratégias de implementação de medidas de manutenção de todos os equipamentos. Ele é auxiliado nas funções de gestão com o planejador, que executa o planejamento das atividades diante das necessidades, mão de obra e recursos disponíveis, sendo o elo entre a gestão e a parte operacional.

No campo de apoio ainda existem as lideranças que além de designar a divisão da equipe para a execução das tarefas, faz o levantamento de dados de materiais e peças perante a alguns fornecedores e executa alguns trabalhos quando é necessário um contingente maior.

A equipe é dividida em turnos durante a semana, alternando seus plantões em 12x36 e seus líderes trabalham em horário comercial. É realizada entre segunda a sexta uma reunião às 11h da manhã entre as lideranças da manutenção e produção para debater e entender o que

ocorreu no setor produtivo, desde o resultado esperado de produtos a paradas indesejadas. Essas reuniões são muito importantes no processo, pois são nelas que são alinhadas algumas paradas pontuais na linha de produção para a execução de algum serviço, sem que afete o processo como um todo.

4.1.1 Tipos de Manutenção praticadas

Na fábrica são realizados três tipos de manutenção, correspondendo estes a: manutenção preventiva, manutenção corretiva e manutenção de 1º nível, sendo que os mesmos serão apresentados *a posteriori*, de um modo detalhado.

O departamento de manutenção tem dado cada vez mais importância às manutenções preventivas devido às inúmeras paradas de equipamentos por falta de manutenção, diminuindo assim as manutenções corretivas, de caráter urgente, o que leva a que os tempos de paragens não previstas sejam reduzidos, aumentando assim a produtividade da fábrica.

Manutenção preventiva

As atividades preventivas dos equipamentos da fábrica são de responsabilidade dos técnicos e todo o departamento de manutenção, que quando necessário tem auxílio de colaboradores terceiros para o complemento das atividades.

Visto que o processo fabril ocorre de forma perene no decorrer do ano, a parada das linhas acontece de forma cíclica e sistemática. Tendo em vista os 12 meses do ano e as linhas de produção da unidade em questão tem 4 linhas de massas, o ciclo de preventivas é dividido em 3, tendo cada linha sua parada a cada 4 meses, paradas essas com 5 dias de tempo para a execução das atividades.

Entretanto, esse tempo se torna insuficiente para garantir a disponibilidade desejada dos equipamentos. Devido à alta carga horária de produção acumulada no decorrer dos dias, problemas vão surgindo de maneira inesperadas, fracionando o processo produtivo, gerando perdas inesperadas.

Manutenção corretiva

No caso de ocorrer uma avaria num equipamento, o operador da máquina em questão terá de abrir uma Solicitação de Serviço (SS) no *software XBS Oracle*. Após a obtenção da informação, os técnicos associados à respectiva linha devem realizar todas as operações corretivas necessárias.

As ações corretivas podem ser de caráter urgente, parando a produção para poder atuar ou então poderão ser adiadas para uma altura mais conveniente, caso não altere a qualidade dos produtos ou ponha em risco a segurança dos operadores.

Após realizar as operações corretivas, o técnico tem que seguir os passos para fechar a Ordem de serviço correspondente, no *XBS Oracle*. Caso o técnico não consiga identificar a avaria ou não tenha conhecimento sobre como atuar, o departamento de manutenção pode subcontratar técnicos especializados da marca da máquina em questão para resolução do problema.

Manutenção de 1º Nível

As manutenções de 1º nível são da total responsabilidade dos operadores, numa tentativa de aplicar um sistema de manutenção autônoma. Estas tarefas incluem limpeza das máquinas, e inspeções. Estas tarefas são simples, não exigindo desmontagens ou uso de ferramentas pesadas.

Estão programadas paradas de produção diárias para manutenção de 1º nível. Estas ações estão bem definidas no plano de manutenção de 1º nível que inclui tudo o que os operadores necessitam de realizar, desde o equipamento a intervir, a periodicidade de intervenção e duração expectável.

Na eventualidade de existirem casos que não sejam possíveis de resolver pelos próprios operadores, estes devem comunicar ao responsável da linha para que seja aberta uma Solicitação de trabalho via etiqueta de TPM, onde a etiqueta é fixada no local mais próximo da anomalia e fica indicado de forma visual e descritiva que ali é um ponto de atenção a ser resolvido, podendo ser essa desde uma reposição de parafuso no equipamento ou até uma indicação de motor queimado e afins.

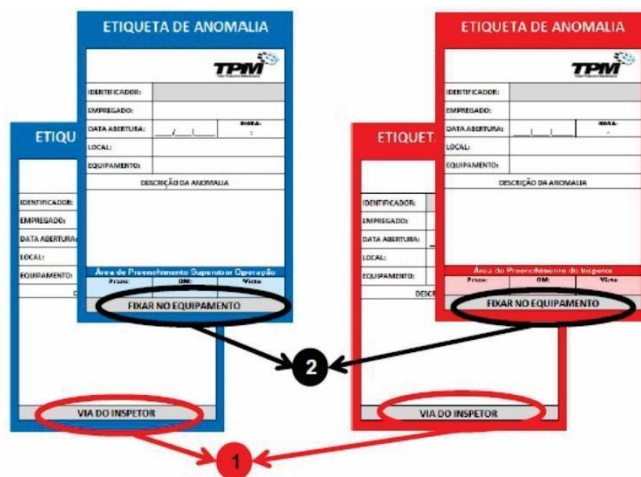


Figura 4.1 - Etiquetas TPM. Fonte: Acervo GMDB.

4.2 Ferramentas de apoio a manutenção

Nesta seção serão apresentadas as ferramentas de apoio à manutenção como as ferramentas de gestão documental e o *software* utilizado pelo departamento de manutenção: o *XBS Oracle*.

4.2.1 Gestão de documentos

O RBGED é um programa utilizado pelo GMDB para manter de forma organizada e centralizada todos os documentos essenciais à atividade da fábrica, as várias instruções de trabalho e formulários são colocadas nesse programa por um colaborador responsável, após a aprovação do gestor.

As instruções podem ainda ser expostas nas estações de trabalho e locais de circulação ao longo da linha de produção, contendo capas com todo tipo de procedimento a ser seguido pelos colaboradores, que estes sejam técnicos ou operadores. Entre estas capas, contam-se instruções de trabalho para a produção, manutenção, qualidade, higiene e segurança, entre outros.

4.2.2 XBS Oracle

O departamento de manutenção tem como apoio à gestão um *software* que permite planejar e controlar todas as atividades de manutenção, designado por *XBS Oracle*. Este *software* tem um registo de todos os equipamentos da fábrica, assim como todas as peças de reserva, o que permite ainda delinear o plano de manutenções preventivas, reportar novas ocorrências de avarias ou falhas nos equipamentos, fazer um registo do histórico de paradas e avarias, bem como a extração de relatórios.

Conforme referido no subcapítulo anterior, no caso das manutenções corretivas são abertas SS's no *XBS Oracle* pelos operadores. É necessário preencher vários campos, como por exemplo a máquina e o nível de urgência da intervenção, sendo também necessário mencionar se esta pode ser executada durante a produção ou se é necessário haver parada da linha de produção. Quando finda a intervenção, o técnico responsável fecha a OS que foi gerada a partir da SS no *software*, reportando a possível causa de avaria e ainda a quantidade de peças de reserva usadas na sua resolução.

A partir do registro de manutenções realizadas, o *XBS Oracle* registra o histórico de cada equipamento permitindo a monitorização do desempenho das tarefas de manutenção através do cálculo de indicadores de desempenho.

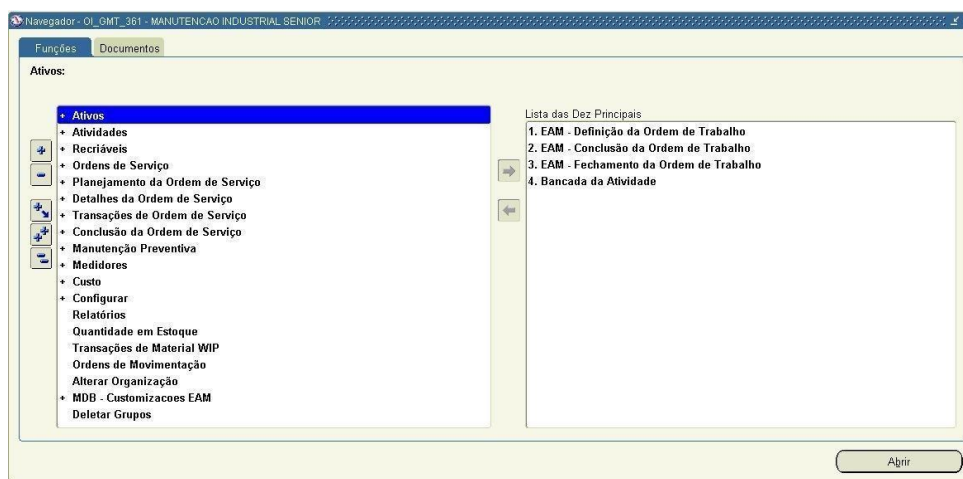


Figura 4.2 - Página inicial sistema XBS Oracle. Fonte: Sistema GMDB.

4.2.3 Grupo de Apoio a Produção (GAP)

O GAP é um setor da fábrica que trabalha fazendo a colheita dos dados da produção. Todos os supervisores de produção ao fim de seu turno devem entregar uma carta de produção e processo que contém informações de todos os dados produtivos incluindo os tempos de paradas, sejam eles planejados ou imprevistos. Com isso, o GAP junta essas informações e realiza as reuniões diárias entre as equipes para entender o que aconteceu no dia anterior e formalizar esse registro da carta para que não ocorram desvios de nenhum dos lados.

4.2.4 Análise de indicadores de desempenho

A figura 4.3 ilustra a disponibilidade (real e meta a cumprir) da fábrica em relação à linha 05, respetivamente. Estes gráficos foram retirados de um arquivo disponível no sistema de informação da fábrica, sendo da responsabilidade do departamento de processos.

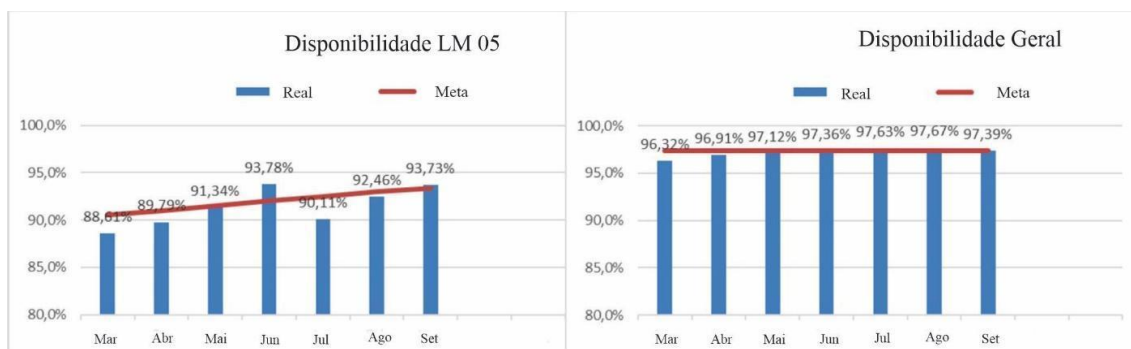


Figura 4.3 - Análise de indicadores GMDB unidade 07. Fonte: Acervo GMDB.

Como se pode verificar, durante o período em análise a disponibilidade geral das linhas está próxima a meta pretendida, entretanto o mau funcionamento da linha 05 está afetando o resultado geral. A empresa tem como objetivo alcançar uma disponibilidade geral de 97,4% para a fábrica, tendo este sido cumprido na maior parte dos meses durante o período em análise. Todos os valores de metas para as unidades e linhas de produção são definidas pela alta gestão do grupo, aplicando para cada unidade uma meta específica para se atingir o objetivo final. No caso da linha 05 a empresa tem como objetivo aumentar a disponibilidade ao longo dos meses, constatando-se que a meta apenas foi cumprida em alguns meses, ficando assim abaixo do objetivo.

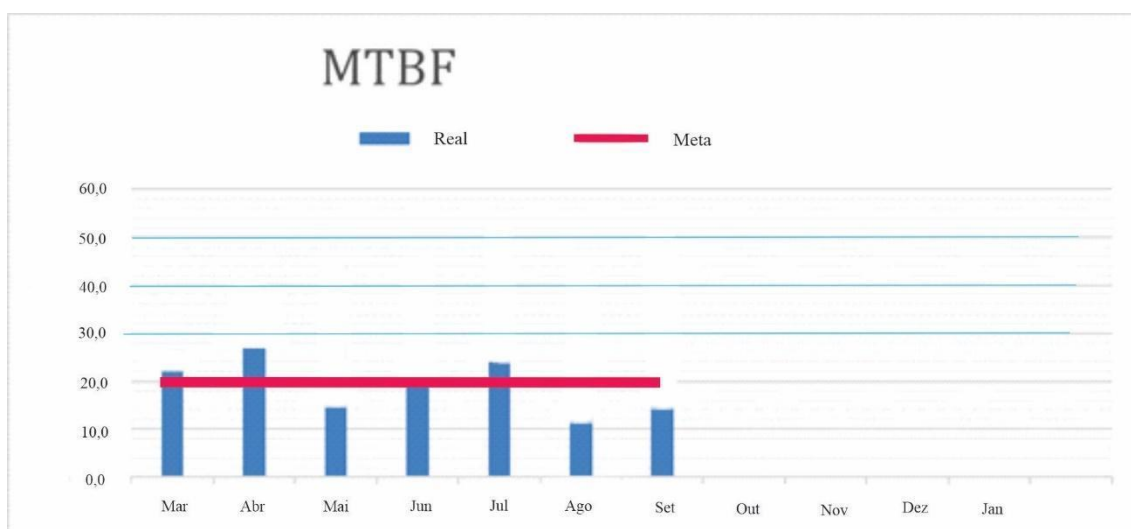


Figura 4.4 - Análise de MTBF GMDB unidade 07. Fonte: Acervo GMDB.

Como se pode verificar, para a fábrica, a meta a cumprir seria de 20h, objetivo que foi cumprido em apenas 2 dos meses, figura 4.4. Além da meta a cumprir ser razoavelmente mais

baixa, contando apenas os 7 meses, é perceptível que esta não foi cumprida em todos os meses durante o período em estudo.

5. APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÕES DE MELHORIA

O presente capítulo apresenta o Plano de Lubrificação, realizado no âmbito da dissertação. Conforme mencionado anteriormente, este projeto foi realizado na fábrica GMDB unidade 07.

Nesta secção vão ser identificados os problemas na área da manutenção que levaram à realização desta dissertação, bem como a dimensão dos mesmos e ainda a metodologia utilizada na sua resolução, explorando e demonstrando o processo de criação do plano de lubrificação, cartas e folhas de registro. Encontrar-se-á ainda a proposta de implementação de um carro que visa auxiliar e agilizar as tarefas de lubrificação. Em último lugar serão abordadas as principais dificuldades encontradas e vantagens esperadas pela implementação do plano na rotina de atividades preventivas.

5.1 Problemas identificados

Os problemas e necessidades, que levam à realização deste projeto, foram apresentados pelo departamento de manutenção, a saber:

- A inexistência de procedimentos normalizados para a lubrificação da maior parte dos equipamentos, colocando em causa o correto funcionamento da produção;
- Alguns procedimentos existentes estão desatualizados, não se sabendo qual o tipo de lubrificante a usar, método de lubrificação e periodicidade dela;
- Uso incorreto de lubrificantes desadequados à função;
- Desconhecimento de zonas de lubrificação;
- Falta de controle nas ações de lubrificação por parte dos técnicos e operadores, havendo equipamentos com falta de lubrificação e outros com excesso, como se pode verificar na figura 5.1.



Figura 5.1 - Carro guia com lubrificação em excesso. Fonte: Autoria própria.

Tendo sido identificados os problemas, existiu uma necessidade de normalizar as tarefas de manutenção preventiva relativas à lubrificação do setor, tornando-se essencial rever todas as instruções antigas e propor um método de resolução do problema.

5.2 Dimensão do problema

Numa primeira fase da análise foi necessário perceber se seria possível a criação do plano de lubrificação para todas as linhas da fábrica, pois a unidade 7 da GMDB é constituída por uma de elevada importância para atendimento das demandas da região, e sendo composto por apenas quatro meses de trabalho na empresa, poderia revelar-se insuficiente.

Após esta análise concluiu-se que realizar os procedimentos para todas as linhas era excessivo, podendo pôr em causa a qualidade do plano de lubrificação em detrimento da quantidade, sendo decidido pelo responsável da manutenção a realização dos planos de manutenção preventiva para as áreas/linhas em que as paradas mais prejudicassem o processo produtivo da empresa.

Sendo assim, a linha estudada foi então:

- LM 05 – Linha de Massas 05 Ninho Mapa 1100Kg/h – Massa Curta

Perfazendo um total de 187 componentes, ao longo da linha de produção, fazendo parte dessa listagem rolamentos, engrenagens, redutores e afins.

5.3 Análise de dados de parada

Visto que os dados dos indicadores do setor de manutenção estavam bem abaixo no decorrer dos meses, foi se adotado uma metodologia alternativa ao que o setor de GAP utiliza para calcular os indicadores.

De acordo com os dados coletados e gerados pelo GAP, foi-se retirando apenas os itens de paradas não planejadas dos equipamentos. De forma investigativa, o estudo foi realizado a partir do ano de 2020, foram contabilizadas 209 paradas de formas imprevistas, com seus respectivos tempos de parada, e montado a tabela 1 (Apêndice A).

Em posse dos dados de paradas e quais tempos foram gastos para se retomar a produção, foi elaborada a tabela com os tempos entre falhas e reparos em ordem crescente já com os valores convertidos para hora Tabela 2 (Apêndice B).

Em seguida, foi utilizado o indicador de Rank mediano de Bernard para definir empiricamente os indicadores de confiabilidade (R), Função cumulativa de falhas (F), função densidade de probabilidade (f) e função de taxa de falhas (λ). A função cumulativa de falhas pode ser calculada através da equação:

$$F(t) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \text{ para } i = 0,1,2,3, \dots, n$$

Equação 3.1 - Função cumulativa de falhas.

A confiabilidade é complemento da função cumulativa de falha, sendo representada pela seguinte expressão:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Equação 3.2 - Indicadores de confiabilidade.

A Função densidade é expressa por:

$$f(t) = \frac{F_{t+1} - F_1}{t_{t+1} - t_1}$$

Equação 3.3 - Função densidade de probabilidade.

Por fim, a função taxa de falhas pode ser representada por:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Equação 3.4 Função taxa de falhas.

A partir destas equações, montou-se uma nova tabela com todos os valores no tempo dos parâmetros mencionados, como mostrado na Tabela 3 (Apêndice C).

Por fim foi calculado os dados de falhas e reparo:

O Tempo médio Entre Falhas (TMEF), pode ser obtido da seguinte maneira:

$$TMEF = \sum_{i=1}^n \frac{TMEF_i}{n}$$

Equação 3.5 Função Tempo Médio entre falhas.

$$TMEF = 40,0327$$

Analogamente, obtemos o Tempo Médio Para Reparo (TMPR).

$$TMPR = \sum_{i=1}^n \frac{TMPR_i}{n}$$

Equação 3.5 Função Tempo Médio para Reparo.

$$TMPR = 2,251692$$

Por fim, estimamos a disponibilidade da linha de produção 05 no ano de 2020:

$$Disp = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

Equação 3.6 Função Disponibilidade.

$$Disp = 0,9467$$

De maneira análoga, o mesmo estudo foi realizado no ano de 2021 e foi contabilizado 202 paradas indesejadas, gerando assim os seguintes resultados: Os detalhes dos dados de paradas e falhas do ano de 2021 estarão em anexo devido a sua extensão.

Para **TMEF (2021)** = 41,77447, **TMPR (2021)** = 2,203344; **Disp**= 0,9498

Números esses muito abaixo da meta estipulada para atender as demandas da linha, visto que a meta de disponibilidade é que a linha trabalhe em torno de 98%.

5.4 Metodologia de trabalho

A metodologia utilizada neste trabalho assentou nas seguintes etapas:

- Análise das linhas de produção numa tentativa de perceber todo o processo produtivo, desde a entrada de matéria prima até a fase de embalagem do produto;
- Coleta de informação relativamente aos planos de lubrificação dos equipamentos. A coleta se concentrou, em primeiro lugar, na análise dos manuais dos fabricantes das máquinas, quer em suporte digital, quer em suporte físico. Nestes manuais foram encontrados alguns aspectos relativos à lubrificação: tipo de lubrificante a usar, método de lubrificação, quantidade de lubrificação e periodicidade. No entanto, em alguns manuais não existiam normas para a lubrificação ou estavam incompletos, como por exemplo: poderiam indicar apenas o lubrificante e não referir o método de aplicação ou periodicidade. Para além desta limitação foi encontrado um outro problema, a inexistência de manuais. Foram encontrados diversos equipamentos para os quais não existia manual do fabricante o que tornou esta recolha insuficiente para a realização do projeto. Ao todo foram analisados e contabilizados quarenta e cinco manuais de diversas marcas;
- Pesquisa e análise de instruções de trabalho antigas, através do *software XBS Oracle*, que contemplassem normas para a lubrificação. Estas instruções acabariam por se revelar bastante incompletas, não referindo diversos pontos de lubrificação dos equipamentos, existindo também diversas instruções em que o lubrificante não era mencionado ou, no caso de esta descrição acontecer, seria de uma maneira geral, como por exemplo: graxa SKF sem qualquer outra informação;
- Diálogo com técnicos da manutenção, no sentido de obter o maior número de informações relativamente aos lubrificantes usados nos equipamentos e periodicidade da sua realização, salientando-se que alguns lubrificantes utilizados eram usados por opção pessoal dos técnicos e nem sempre os mais indicados para função.

Devido à falta de manuais de algumas das máquinas foram contatadas diversas

empresas fabricantes das mesmas na tentativa de obter mais informações sobre a sua manutenção. Nem sempre foi obtida resposta por parte do fabricante, dificultando assim o processo de coleta.

Antes da realização das cartas de lubrificação foi necessária outra visita a linha de produção, assim como a entrada na zona dos equipamentos, de modo a inspecionar os mesmos e obtenção dos diversos pontos de lubrificação. Durante esta pesquisa, foram fotografados todos os pontos considerados pertinentes para posterior inclusão nos planos de lubrificação, perfazendo um total de mais de 300 fotografias.

Após todo o processo de recolha de dados, foram realizadas as instruções em planilha *Excel*, descritas na seção seguinte.

5.5 Criação do Plano de Lubrificação

Através do problema exposto anteriormente tornou-se então necessário criar um modelo de instruções normalizadas para a lubrificação dos equipamentos. Estas instruções devem ser apresentadas de um modo simples e de fácil compreensão para os técnicos e operadores.

O plano de lubrificação é constituído pelas cartas de lubrificação e as ordens de serviço de execução de tarefas. Nas cartas de lubrificação encontram-se todas as informações necessárias para a execução das tarefas de manutenção, e nas ordens de serviço de execução de tarefas é criado um método de registro para os dados demonstrando quando foi realizada a última ação e descrevendo informações para a próxima atividade.

5.5.1 Cartas de Lubrificação

Para a realização das cartas de lubrificação foi necessário, em primeiro lugar, definir um *template*, de modo acessível e que fizesse com que esta replicação tenha sentido para todas as máquinas. Neste *template* constam diversas informações, tais como: área, linha e máquina. Para além das informações gerais de identificação, e após reunião com o responsável de manutenção, foi decidido que as cartas deveriam conter os seguintes pontos:

- Referência – sendo usada na identificação da tarefa de lubrificação e para controle de registro posterior

- Parte a lubrificar – zona ou acessório a lubrificar;
- Lubrificante – óleo ou graxa proposto para a tarefa;
- Procedimento – indicação do procedimento a seguir;
- Observações – informações essenciais, mais detalhadas do que o procedimento, para a correta execução da tarefa;
- Periodicidade – informação do intervalo de tempo que a tarefa deve ser realizada;
- Imagem/esquema – contém uma imagem explicativa do local onde se realiza a tarefa
- Tempo previsto – duração prevista da tarefa de lubrificação.

1.	GNDS		TABELA PLANO DE LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS - LM 05														MAN.TAB.002-F02																	
2.																																		
3.																																		
4.	NOME DO DOCUMENTO: LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS										ÁREA: INGLAIS										LINHA / SUB-ÁREA: INGLAIS NINHO: INGLAIS													
5.																																		
6.	Equipamento e TAG		Subconjunto		Componente		Quantidade de componentes		Lubrificante		Código (por)		Foto do Local		Atividade cod. EBI		Descrição da Atividade		Ferramentas		Quantidade de lubrificante		PERÍODO						M.O.		LPP Nº		EPI's	
7.	▼		▼		▼		▼		▼		▼				▼		▼		▼		▼		▼		▼		▼		▼		▼			
8.																																		
9.																																		

Figura 5.2 - Carta de plano de lubrificação. Fonte: Autoria própria.

A figura 5.2 ilustra o *template* da carta de lubrificação.

No total foram realizadas 4 cartas de lubrificação, correspondente a linha 05 de produção. Pelo grande número de equipamentos da linha estudada, as cartas seguem o padrão de rota de lubrificação, contemplando assim os equipamentos que necessitam de atenção. Os Planos de lubrificação encontram-se em documento próprio anexado a este trabalho.

5.5.2 Identificação e processos de lubrificação

Ao longo da coleta, foram detectados diferentes tipos de pontos de lubrificação, sendo muitos deles semelhantes, adotando-se deste modo um modelo padrão para estes pontos, no

sentido de diminuir o grau de complexidade das instruções.

Durante o projeto foram encontrados diversos pontos de lubrificação, tais como: rolamentos, pinhões e cremalheiras, guias lineares, correntes de tração, fusos de ajuste, redutores, cabeços de perfuração, sistemas de engrenagens, freios hidráulicos, pré redutores, entre outros. Apresentam-se assim, neste momento, os tipos de parte a lubrificar, que se demonstraram mais relevantes e o respectivo procedimento, bem como as observações padronizadas.

5.5.2.1 Rolamentos e Mancais

Os rolamentos servem como suporte de meios rotativos, e são dos elementos mais comuns encontrados na fábrica, apesar de também serem dos mais negligenciados relativamente à sua manutenção. A situação atual da fábrica demonstra pouco cuidado perante estes elementos, sendo que a sua troca só é realizada quando estes se deterioram a um ponto extremo, bem como as ações de lubrificação que só se realizam se forem detectados ruídos anormais no funcionamento.

Foi necessário pesquisar quais os diferentes tipos de rolamentos usados nos equipamentos através dos desenhos técnicos dos fabricantes das máquinas, quando existentes. Encontrando-se dois tipos de rolamentos: rolamentos de esferas e rolamentos de rolos.

Todos os rolamentos têm como suporte um mancal, sendo através deste dispositivo que se realiza a lubrificação. Todas as chumaceiras existentes nas fábricas estavam equipadas com *nipple* de lubrificação. O *nipple* é uma espécie de bico onde se pode injetar graxa lubrificante com recurso a uma bomba de lubrificação. A figura 5.3 ilustra um mancal e o respetivo *nipple* de lubrificação.

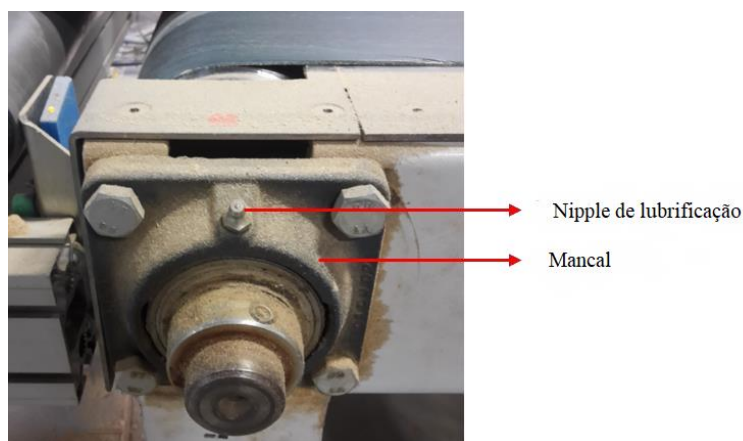


Figura 5.3 - Exemplo de mancal de Rolamento com nipple de lubrificação. Fonte: Autoria

própria.

Nas cartas de lubrificação é sempre indicada a zona do *nipple* de lubrificação de modo a auxiliar o técnico/operador.

Existem diversos cuidados que se devem ter em atenção na lubrificação destes equipamentos, estando estes mencionados no campo de Observações das cartas de lubrificação. Destaca-se a limpeza do *nipple* antes da ação de lubrificação para evitar a entrada de sujeiras no rolamento e o número de bombadas de massa necessárias, pois lubrificante em excesso causa sobreaquecimento do rolamento acabando por este sofrer maior desgaste.

A periodicidade para a lubrificação destes equipamentos varia conforme o fabricante, podendo ir de mensal a trimestral, sendo que esta vai depender fortemente do tipo de lubrificante usado.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – lubrificar *nipples* de todos os rolamentos;
- Observações – limpar bem o *nipple* antes da lubrificação. Número de bombadas por *nipple*.

5.5.2.2 Pinhões e cremalheiras

Os pinhões e cremalheiras são responsáveis pelos movimentos lineares dos equipamentos. São dispositivos sujeitos a cargas elevadas sendo necessário aplicar uma graxa que consiga suportar as mesmas.

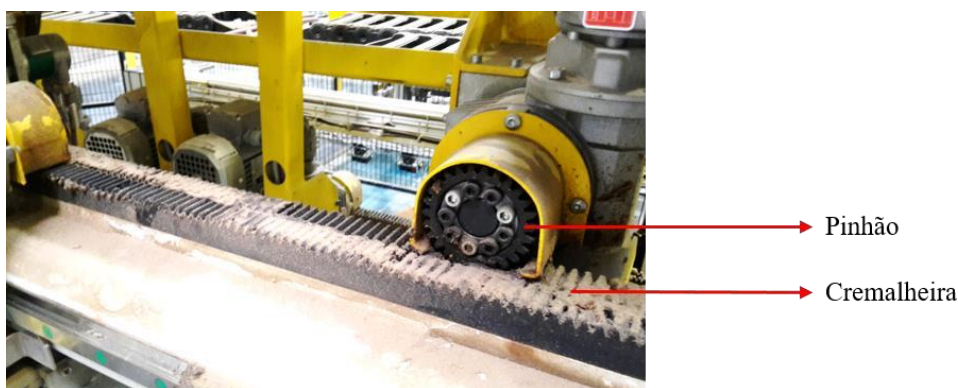


Figura 5.4 - Exemplo de pinhão e cremalheira. Fonte: Autoria própria.

Como se pode verificar através da figura 5.4, estes dispositivos podem estar em áreas em que exista muita sujeira devido ao pó disperso proveniente da produção. A limpeza deve

ser realizada com uma escova, preferencialmente uma escova de fios de bronze, pois não risca o metal nem provoca faísca, o que é de extrema importância numa fábrica como a que se encontra em estudo, que conta com depósitos de pó em diversas zonas das máquinas.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – lubrificar todas cremalheiras e pinhões;
- Observações – limpar cremalheira e pinhão com escova e em seguida aplicar graxa. Fazer todo o curso do pinhão para uniformizar a graxa.

A aplicação de graxa nestes equipamentos pode ser realizada através de pincel ou espátula. A periodicidade de lubrificação, escolhida para estes equipamentos, é trimestral devido ao aconselhamento dos técnicos de manutenção.

5.5.2.3 Guias lineares de esferas

Para o correto movimento dos pinhões e para que não existam desvios de trajetória, estes têm associados um sistema de carros e guias lineares, também designados guias lineares de esferas.

Estes carros guias têm associados um *nipple* de lubrificação pelo qual deve ser aplicada graxa através de uma bomba de lubrificação. Tal como os *nipples* de lubrificação dos mancais, estes devem ser bem limpos antes de ser acoplada a bomba de lubrificação, de modo a não existir entrada de impurezas para o interior do carro. As guias também devem ser limpas devido ao constante contacto com pó existente em algumas áreas.

Na figura 5.5 é possível ver os principais componentes destes dispositivos.

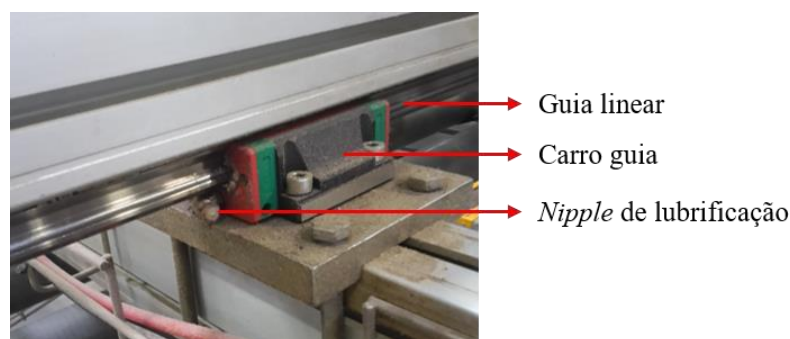


Figura 5.5 - Exemplo de guia linear com nipple de lubrificação. Fonte: Autoria própria.

Nas instruções de lubrificação, todos os *nipples* estão devidamente identificados de maneira a auxiliar as tarefas de lubrificação.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – limpar guias lineares e lubrificar carros guia através dos *nipples* de lubrificação;
- Observações – limpar bem o *nipple* antes da lubrificação. Número de bombadas por *nipple*. Limpar as calhas guia e lubrificar ligeiramente com um pano.

A quantidade de graxa a aplicar depende da indicação do fabricante, sendo que alguns só indicam que a graxa deve ser bombeada até que a massa antiga saia pelas aberturas. A periodicidade de lubrificação indicada pelos manuais dos fabricantes é trimestral, mas tal como referido anteriormente, esta vai depender do lubrificante utilizado.

Existe um acessório presente em alguns carros guias que permite a auto lubrificação do mesmo, designado cárter de óleo. Neste acessório é utilizado óleo em detrimento de massa lubrificante devido à baixa viscosidade necessária para que o lubrificante saia do cárter para o carro. A figura 5.6 ilustra um carro guia equipado com este dispositivo.

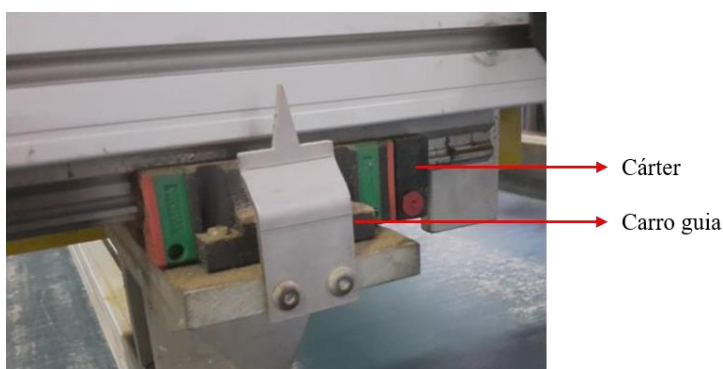


Figura 5.6 - Exemplo de um carro guia e respectivo cárter de óleo. Fonte: Autoria própria.

O cárter pode voltar a ser reutilizado, sendo preenchido novamente com óleo. As instruções para lubrificação destes dispositivos são diferentes dos anteriores.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – encher os cartuchos;
- Observações – encher todos os cartuchos existentes em todas as guias.

Limpar as calhas guia e lubrificar ligeiramente com um pano.

A periodicidade para o enchimento dos cartuchos vai variar consoante a velocidade e distância percorrida, sendo que o fabricante aconselha a uma inspeção anual do nível de óleo.

5.5.2.4 Correntes de tração

Na fábrica da unidade existem diversas aplicações para correntes tais como elevação de produtos, acionamento de tapetes de rolos, e acionamento de elementos de máquina. Estas correntes são acionadas por rodas dentadas que por sua vez são acionadas por redutores.

A lubrificação destas correntes pode ser executada através da aplicação com pincel ou através de *spray*, podendo ser usados os dois em simultâneo.

Na figura 5.7 pode ser visualizada uma corrente e respectiva roda dentada de um acionamento.



Figura 5.7 - Exemplo de corrente de tração/ Autoria própria.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – lubrificar corrente com pincel;
- Observações – limpar e em seguida lubrificar parte superior, inferior e interior da corrente.

A periodicidade de limpeza e lubrificação das correntes vai desde quinzenal e mensal, dependendo do indicado pelo fabricante.

5.5.2.5 Redutores

Os redutores são responsáveis pelo acionamento de todos os movimentos executados

nos equipamentos, como rotação de eixos, acionamento de correntes, acionamento de serras e acionamento de tapetes transportadores.

O acionamento dos redutores executa-se através de um motor elétrico. Os redutores podem ser constituídos por um par de rodas dentadas ou por um parafuso sem fim e roda coroa, encontrando-se dentro de um cárter submerso em óleo. A figura 5.8 ilustra um exemplo de um redutor.



Figura 5.8 - Exemplo de moto redutor/ Autoria própria.

Em alguns redutores é possível verificar o nível de óleo através de um visor, sendo necessário ter atenção às fugas que podem ocorrer.

As instruções normalizadas para este equipamento são:

- Procedimento – analisar óleo. Se necessário, substituir;
- Observações – Verificar se o óleo se encontra ao nível da marca, caso contrário, fazer o complemento.

5.5.3 Seleção de lubrificantes

A escolha do lubrificante assume, em todos os equipamentos, uma maior importância, pois uma má seleção poderá levar a danos irreversíveis nos equipamentos ou acessórios da máquina.

Numa primeira fase, as graxas e óleos escolhidos para os equipamentos foram os

recomendados pelos fabricantes e os indicados em instruções de trabalho antigas, quando possíveis de identificar. Contudo, devido ao elevado número de fabricantes e sendo aconselhados diferentes lubrificantes para cada equipamento, foi necessário realizar um sistema de equivalências de modo a que o número de lubrificantes fosse reduzido ao máximo. Esta redução tem como um dos seus objetivos o de impedir que certos lubrificantes não sejam utilizados ou sejam substituídos por outros, menos próprios para a função, por não se encontrarem em estoque.

Outro fator que foi considerado, além dos requisitos técnicos na escolha, também entrou na equação o fator de todos os óleos e graxas serem de teor alimentício, tornando a escolha mais criteriosa, para que não só os componentes tenham um bom funcionamento como também os produtos tenham a qualidade esperada, sem contaminação.

Após a recolha do tipo de lubrificantes a utilizar, com base nas recomendações do fabricante, foram encontrados mais de 40 tipos de graxas e óleos de diferentes empresas, como: Clarus, Klüber e Interlub – sendo o último o escolhido para atender a demanda da fábrica.

Assim os lubrificantes indicados nas cartas de lubrificação serão:

- Óleo de grau alimentício Gear Synt FGL 220
- Óleo de grau alimentício Gear Synt FGL 460
- Óleo de grau alimentício Gear Synt FGL 680
- Graxa de grau alimentício Aliplex S 2
- Intersolv Bio Plus Spray
- Óleo de grau alimentício CAD P TF Spray
- Óleo de grau alimentício CAD P 220
- Óleo lubrificante Gear 320

5.5.4 Ordens de Serviço

Para um melhor controle das tarefas de lubrificação foi elaborado um roteiro para cada respectivo tipo de ordem dos planos. Tal como as cartas tem função de documentar e uniformizar o procedimento, as ordens de serviço além de servir como registro de realização de atividades, serve como uma trilha para o responsável pela tarefa, de modo que tem todas as informações listada na ordem para que ele siga a execução de maneira prática e eficiente (Tabela 13 Plano quinzenal– Apêndice M)

Esse documento é entregue na mão do responsável e logo após a atividade ele faz o preenchimento da ordem, assina e faz suas observações, logo após realiza a conclusão no

sistema *XBS Oracle*.

5.5.5 Proposta de criação do carro de lubrificação

De modo a auxiliar os técnicos de manutenção nas tarefas de lubrificação foi proposta a criação de um carrinho de lubrificação. Este carro deve conter tudo o que seja necessário à realização das tarefas de lubrificação. Assim, todos os tipos de lubrificantes utilizados devem-se encontrar no carrinho impedindo que os técnicos tenham que se deslocar às oficinas, otimizando o seu trabalho. No carrinho devem também encontrar-se diversos itens de auxílio às ações de lubrificação, tais como:

- Luvras – pois alguns lubrificantes causam irritações, podendo causar problemas de pele;
- Óculos de proteção – sendo que durante as tarefas de lubrificação podem saltar partículas nocivas à visão;
- Escovas – para limpeza de equipamentos como rodas dentadas e correntes, de preferência escovas com fios de cobre;
- Rolos de papel – para limpeza de possíveis restos de lubrificante;
- Panos – para remoção de lubrificante em excesso dos equipamentos;
- Pincéis e espátulas – para aplicação de lubrificantes em alguns dispositivos como cremalheiras e fusos;
- *Spray* de limpeza;
- Todos os tipos de bombas de lubrificação – pois existem diversos tamanhos de *nipples* de lubrificação.

O carro deve possuir algumas características essenciais, tais como uma tina de retenção, para garantir que os lubrificantes fiquem contidos num recipiente para posterior descarga em recipientes próprios e um suporte para rolos de papel.



Figura 5.9 - Carro de lubrificação/ Autoria própria.

Este carro já apresentava uma tina de retenção e suporte para rolos de papel, no entanto foram discutidas, com os técnicos de manutenção, algumas propostas de melhoria. Estas propostas passavam pela inclusão de gavetas para melhor organização dos utensílios, como pincéis, escovas e panos. Verificando que todas as bombas de lubrificação possuíam uma argola na parte traseira, foi proposta a implementação de um sistema de ganchos que permitisse a sua sustentação no carro.

5.5.6 Vantagens Esperadas

Resumidamente, com a criação e implementação do plano de lubrificação existem diversas vantagens esperadas, umas com impacto imediato e outras a longo prazo, tais como:

- Redução do número de lubrificantes, impedindo que haja lubrificantes “esquecidos” sem serem utilizados, que se verificava anteriormente;
- Normalização das instruções para facilitar a compreensão da leitura das cartas de lubrificação, assim como a sua presença numa capa e em formato digital no departamento da manutenção, para que seja acessível a todos os técnicos;
- Redução do número de falhas ou paradas relacionadas com falta de lubrificação dos equipamentos;
- Com as folhas de registro existe um maior controle das ações de lubrificação, impedindo falta de lubrificação ou pelo contrário, excesso;
- Com todos os rolamentos, guias lineares, engrenagens, correntes e redutores

devidamente lubrificados, a empresa poderá poupar nos gastos energéticos.

6. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo, serão apresentadas as considerações finais a partir dos resultados obtidos e as perspectivas futuras.

6.1 Resultados Obtidos

Tendo em vista todos os problemas identificados, o plano de lubrificação foi implementado na rotina de manutenções preventivas da fábrica a partir do ano de 2022. De modo, que as atividades seguiram o seu curso como planejado de atividades em variações quinzenais, mensais e trimestrais.

Como esperado no planejamento inicial, o objetivo em diminuir o número de paradas foi atingido, em consonância a essa redução, o Tempo médio entre falhas aumentou, e o Tempo médio de reparo diminuiu, resultando em um aumento na disponibilidade da linha de massas 05.

Desse modo, no ano de 2022, ano de implementação dos planos de lubrificação, foram contabilizadas 107 paradas não planejadas na linha 05, uma redução de 48,8%. (Tabela 9 – Apêndice I)

Em relação ao Tempo médio entre falhas tivemos um aumento em torno de 49,3%

$$TMEF = \sum_{i=1}^n \frac{TMEF_i}{n}$$

$$TMEF = 79,3101$$

O Tempo Médio para Reparo também teve uma redução considerável, na faixa de 24%, aumentando assim a disponibilidade total da linha de produção.

$$TMPR = \sum_{i=1}^n \frac{TMPR_i}{n}$$

$$TMPR = 1,6676$$

$$Disp = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

$$Disp = 0,9794$$

Visto que os resultados foram positivos no ano de sua implementação, o plano continuou para o ano seguinte e apesar do acompanhamento dos dados ter sido efetuado até o mês de setembro, os resultados se mantiveram positivos em relação ao ano anterior.

Haja vista que no ano de 2023 toda a equipe já estava mais habituada com a nova atividade na rotina de preventivas, o número de paradas indesejadas na linha 05, até o fim de setembro, foram de 81, e que apesar de não ter sido considerado todos os meses do ano, os índices se mantiveram em números positivos,

Com aumento de Tempo médio entre Falhas, redução no Tempo médio para reparo e aumento de disponibilidade. (Tabela 12 – Apêndice L).

$$TMEF = \sum_{i=1}^n \frac{TMEF_i}{n}$$

$$TMEF = 80,7488$$

$$TMPR = \sum_{i=1}^n \frac{TMPR_i}{n}$$

$$TMPR = 1,1029$$

$$Disp = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

$$Disp = 0,9865$$

6.2 Considerações Finais e Perspectivas Futuras

Podemos assim concluir que a implementação correta do plano de lubrificação, irá contribuir para fatores como melhor organização do histórico de manutenção, criação de um sistema uniforme de lubrificação e maior controle na reposição dos mesmos. Entre os benefícios que advém desta criação, encontra-se ainda o aumento da confiabilidade nos equipamentos e racionalização do consumo, levando a uma redução de custos e prolongamento da vida útil dos componentes.

São muitas e variadas as perspectivas que os diversos autores na área da manutenção e lubrificação industrial apresentam, fruto da definição e evolução de lubrificação, a par de

temáticas especificamente identificadas, sobre temas e expressões que se relacionam intimamente com evolução técnica desta área de conhecimento.

Centrando-se esta dissertação de Conclusão de curso na lubrificação de equipamentos industriais, através da criação de um plano de manutenção preventiva numa indústria de alimentos, foram adquiridos novos conhecimentos, nomeadamente a noção de trabalho em contexto fabril, com aprofundamento em temas como: manutenção industrial, manutenção preventiva, tipos e métodos de lubrificação de equipamentos.

O trabalho realizado no âmbito desta dissertação cujo objetivo principal consistia na criação de um plano de manutenção na área da lubrificação dos equipamentos industriais iniciou-se com a definição do número de linhas de produção a analisar. Após definição dos métodos de coleta apropriados, foi realizada a consulta de manuais dos fabricantes, estabelecidos contatos com os mesmos, estudadas instruções de trabalhos anteriores sobre lubrificação, efetuados contatos com os técnicos e realização de um inventário fotográfico. A criação das cartas de lubrificação e folhas de registo tornou-se possível através desta recolha

sistemática de informação, normalizando as tarefas a executar relativamente às ações de lubrificação de equipamentos.

Como qualquer trabalho de desenvolvimento e investigação, este também encontrou dificuldades e limitações. Salienta-se, por exemplo, que ao realizar o plano de lubrificação foi necessário ter em conta fatores como a dificuldade de implementação do plano devido às exigências de produção pretendidas, impossibilitando a realização de tarefas de manutenção preventiva recomendáveis. Contudo as vantagens da implementação do plano de lubrificação suplantam as dificuldades, contribuindo para melhorias com impacto imediato e a longo prazo. De impacto imediato será, por exemplo, a redução do número de lubrificantes em estoque na fábrica e eliminação da possibilidade de lubrificantes substituírem outros menos indicados para a tarefa. A longo prazo espera-se a redução do número de avarias e paradas relacionadas com falta de lubrificação dos equipamentos, através das linhas orientadoras estabelecidas.

Cremos que este estudo proporcionou um enriquecimento a nível pessoal e profissional, sendo este um constante processo de aprendizagem que alargou a visão sobre o campo e meio técnico, estimulando a vontade de realizar novos projetos.

Gostaríamos ainda de ter conseguido uma análise mais vasta realizando o plano de lubrificação para todas as linhas de produção existentes na fábrica. Contudo, e tal como

referimos na Introdução, o espaço temporal deste trabalho não permitiu esta análise, tendo sido analisadas as definidas como áreas prioritárias a intervir.

Como mencionado, este foi um processo enriquecedor que suscitou o maior interesse a nível pessoal. Verificando que este trabalho não se estendeu a todas as linhas de produção, surge assim uma necessidade de dar continuidade ao trabalho iniciado nesta dissertação.

Propõe-se uma continuidade do estudo já elaborado, realizando-se planos de manutenção e lubrificação das linhas e equipamentos não analisados.

As instruções de lubrificação, apesar de possuírem as informações consideradas necessárias, devem ser alvo de melhoria contínua, devendo por isso ser sujeitas a revisão periódica.

Não tendo sido possível preencher o campo de Tempo Previsto no plano de lubrificação torna-se necessário a realização destas tarefas, sendo estas cronometradas, de modo a obter o tempo de execução previsto.

Deve procurar-se completar cada vez mais os planos de lubrificação e se possível registar se foi obtida uma otimização na produção e aumento da fiabilidade nos equipamentos.

Este será um processo a analisar a longo prazo, tornando-se o seu registo fundamental neste estudo.

Após toda a implementação do plano na empresa, além da diminuição de avarias relativas à lubrificação, espera-se que haja uma diminuição dos gastos energéticos em todas as linhas de produção, sendo esta possível melhoria um aspecto a analisar futuramente.

Em último lugar, salienta-se que é de elevada importância a criação de um plano de otimização do percurso de lubrificação, de modo a que as tarefas de lubrificação sejam executadas o mais rapidamente possível e com menor desgaste físico por parte dos técnicos de manutenção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOCH, Heinz P. Automatic lubrication as a modern maintenance strategy. World Pumps (Elsevier Science Ltd.), 1996: 39-40.

BLOCH, Heinz P. Practical Lubrication for Industrial Facilities. Lilburn: The Fairmont Press, Inc., 2000.

BORRIS, Steven. Total Productive Maintenance. New York: McGraw-Hill, 2006.

CARRETEIRO, Ronald P; .BELMIRO, Pedro Nelson A. Lubrificantes & lubrificação industrial. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 2006.

CARRETEIRO, Ronald.; MOURA, Carlos R. S. Lubrificantes e lubrificação. São Paulo: Makron Books, 1998

FERREIRA, Luís Andrade. Introdução à Manutenção Industrial. Porto: Publindústria, Edições Técnicas, 1998.

IYER, Naresh S. et al. Early detection of lubrication anomalies in oil-lubricated bearings. ASME Turbo Expo 2007: Power for Land, Sea and Air. Montreal, Canada: General Electric Company, 2007. 1-2.

LANDSDOWN, A. R. Lubrication: A Practical Guide to Lubricant Selection. Grã Bretanha: Pergamon Press, 1982.

NBR-5462, Confiabilidade e manutenibilidade. ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: NBR 5462 Confiabilidade e manutenibilidade. Acesso em: 03 de março de 2024.

SHELL. Lubrificação: Informação geral sobre Lubrificação e Lubrificantes. Shell Portuguesa, S.A.R.L., s.d.

SKF GROUP. SKF Lubrication Management. 2011: 2-3.

WILMOTT, Peter, MCCARTHY, Dennis. TPM: A Route to World-Class Performance. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.

INTERLUB, Interlub Group. Folhas de informações Técnicas de Produtos. São Paulo, 2020

APÊNDICES

Apêndice A - Tabela 1.

Equipamento posto em funcionamento em 05/01/2020 às 08:00 horas			
Datas das Falhas	Hora da Falha	Tempo de Reparo	Local de falha
06/01/20	08:15:00	1,63	
07/01/20	05:26:00	2,43	PRÉ-SECAGEM
07/01/20	15:25:00	0,97	
07/01/20	17:18:00	7,28	PRENSA
10/01/20	13:23:00	6,65	SECAGEM
14/01/20	10:50:00	1,92	
15/01/20	17:40:00	3,08	PRÉ-SECAGEM
17/01/20	01:59:00	1,35	
18/01/20	02:30:00	3,50	PRENSA
20/01/20	06:00:00	2,50	SECAGEM
22/01/20	09:40:00	4,15	
25/01/20	17:50:00	0,87	PRÉ-SECAGEM
31/01/20	17:36:00	2,35	
05/02/20	03:50:00	3,42	PRENSA
07/02/20	13:00:00	1,92	SECAGEM
08/02/20	22:00:00	1,88	
10/02/20	22:35:00	1,40	PRÉ-SECAGEM
12/02/20	00:00:00	5,60	
13/02/20	06:00:00	1,00	PRENSA
14/02/20	06:00:00	0,75	SECAGEM
15/02/20	08:50:00	3,50	
17/02/20	23:51:00	4,13	PRÉ-SECAGEM
18/02/20	17:00:00	0,50	
22/02/20	11:15:00	0,48	PRENSA
22/02/20	23:45:00	0,23	SECAGEM
24/02/20	16:27:00	8,10	
03/03/20	10:10:00	7,25	PRÉ-SECAGEM
05/03/20	20:33:00	4,50	
06/03/20	18:20:00	2,28	PRENSA
10/03/20	23:14:00	8,17	SECAGEM
12/03/20	23:00:00	1,50	
14/03/20	07:09:00	1,18	PRÉ-SECAGEM
18/03/20	03:34:00	2,43	
21/03/20	06:00:00	8,33	PRENSA
23/03/20	14:20:00	5,50	SECAGEM
25/03/20	19:50:00	2,97	

29/03/20	01:00:00	1,42	PRÉ-SECAGEM
01/04/20	03:05:00	2,50	
03/04/20	05:35:00	0,42	PRENSA
04/04/20	15:05:00	0,78	SECAGEM
08/04/20	08:44:00	0,27	
09/04/20	09:30:00	2,50	PRÉ-SECAGEM
10/04/20	03:00:00	3,59	
11/04/20	06:00:00	4,53	PRENSA
13/04/20	09:00:00	1,33	SECAGEM
14/04/20	01:55:00	1,60	
14/04/20	23:25:00	0,57	PRÉ-SECAGEM
15/04/20	12:15:00	0,73	
16/04/20	14:51:00	1,52	PRENSA
16/04/20	20:17:00	0,75	SECAGEM
17/04/20	00:20:00	3,25	
17/04/20	22:35:00	4,42	PRÉ-SECAGEM
18/04/20	16:53:00	5,33	
19/04/20	01:35:00	1,57	PRENSA
20/04/20	05:00:00	1,75	SECAGEM
21/04/20	17:50:00	0,35	
23/04/20	01:51:00	3,22	PRÉ-SECAGEM
23/04/20	04:14:00	1,18	
23/04/20	10:46:00	6,20	PRENSA
01/05/20	14:40:00	3,83	SECAGEM
04/05/20	16:40:00	5,67	
06/05/20	21:53:00	0,70	PRÉ-SECAGEM
08/05/20	22:35:00	1,25	
09/05/20	16:05:00	0,33	PRENSA
13/05/20	20:56:00	1,79	SECAGEM
15/05/20	21:50:00	4,58	
16/05/20	17:28:00	2,18	PRÉ-SECAGEM
16/05/20	22:11:00	0,70	
21/05/20	22:35:00	0,64	PRENSA
24/05/20	01:30:00	1,12	SECAGEM
25/05/20	03:39:00	1,14	
27/05/20	05:27:00	6,12	PRÉ-SECAGEM
28/05/20	19:50:00	0,13	
30/05/20	22:09:00	0,27	PRENSA
01/06/20	22:31:00	0,82	SECAGEM
02/06/20	00:30:00	0,92	
03/06/20	04:52:00	1,46	PRÉ-SECAGEM
03/06/20	23:46:00	2,23	
04/06/20	07:09:00	0,77	PRENSA
05/06/20	11:40:00	0,25	SECAGEM

05/06/20	18:27:00	0,60	
05/06/20	19:54:00	0,90	PRÉ-SECAGEM
05/06/20	21:13:00	0,03	
05/06/20	22:15:00	0,08	PRENSA
06/06/20	14:38:00	3,03	SECAGEM
07/06/20	00:21:00	2,08	
08/06/20	07:41:00	1,15	PRÉ-SECAGEM
08/06/20	14:09:00	3,12	
09/06/20	04:39:00	4,13	PRENSA
10/06/20	10:05:00	5,75	SECAGEM
11/06/20	10:50:00	0,17	
11/06/20	18:05:00	4,75	PRÉ-SECAGEM
14/06/20	18:50:00	2,83	
16/06/20	18:10:00	0,33	PRENSA
18/06/20	01:47:00	1,78	SECAGEM
19/06/20	02:59:00	3,23	
20/06/20	03:33:00	2,05	PRÉ-SECAGEM
24/06/20	05:50:00	0,17	
24/06/20	06:00:00	1,17	PRENSA
24/06/20	13:48:00	0,37	SECAGEM
24/06/20	22:15:00	2,17	
25/06/20	05:16:00	2,28	PRÉ-SECAGEM
26/06/20	10:57:00	3,22	
26/06/20	16:15:00	0,75	PRENSA
27/06/20	07:30:00	3,17	SECAGEM
27/06/20	17:10:00	2,75	
28/06/20	12:30:00	0,50	PRÉ-SECAGEM
28/06/20	16:15:00	3,00	
29/06/20	05:31:00	0,15	PRENSA
29/06/20	07:00:00	7,33	SECAGEM
29/06/20	14:20:00	4,00	
29/06/20	21:42:00	0,15	PRÉ-SECAGEM
30/06/20	01:04:00	2,97	
30/06/20	03:12:00	0,23	PRENSA
30/06/20	07:01:00	0,23	SECAGEM
30/06/20	15:09:00	0,17	
30/06/20	21:50:00	3,83	PRÉ-SECAGEM
30/06/20	23:34:00	2,10	
01/07/20	19:21:00	2,07	PRENSA
02/07/20	02:03:00	0,12	SECAGEM
03/07/20	03:20:00	4,17	
03/07/20	14:12:00	3,17	PRÉ-SECAGEM
04/07/20	06:29:00	0,17	
04/07/20	13:04:00	2,10	PRENSA

05/07/20	18:51:00	0,15	SECAGEM
06/07/20	00:44:00	0,42	
06/07/20	08:28:00	4,10	PRÉ-SECAGEM
07/07/20	02:40:00	0,55	
07/07/20	08:25:00	0,17	PRENSA
07/07/20	12:47:00	0,15	SECAGEM
08/07/20	06:10:00	1,17	
08/07/20	14:59:00	0,40	PRÉ-SECAGEM
08/07/20	20:45:00	4,37	
09/07/20	22:42:00	3,13	PRENSA
10/07/20	03:23:00	0,67	SECAGEM
12/07/20	04:05:00	0,08	
13/07/20	11:16:00	0,22	PRÉ-SECAGEM
15/07/20	13:20:00	4,58	
17/07/20	18:55:00	0,42	PRENSA
19/07/20	14:20:00	0,33	SECAGEM
21/07/20	10:00:00	0,25	
24/07/20	01:05:00	3,33	PRÉ-SECAGEM
28/07/20	10:00:00	0,33	
01/08/20	00:00:00	1,25	PRENSA
04/08/20	08:13:00	5,20	SECAGEM
06/08/20	15:55:00	1,18	
09/08/20	16:38:00	3,12	PRÉ-SECAGEM
10/08/20	18:21:00	0,97	
14/08/20	00:00:00	4,18	PRENSA
16/08/20	01:54:00	1,83	SECAGEM
18/08/20	02:49:00	1,78	
20/08/20	13:40:00	2,67	PRÉ-SECAGEM
25/08/20	14:20:00	1,83	
29/08/20	09:00:00	3,47	PRENSA
02/09/20	11:22:00	0,93	SECAGEM
02/09/20	13:22:00	0,42	
02/09/20	16:38:00	0,23	PRÉ-SECAGEM
03/09/20	18:30:00	3,17	
04/09/20	03:21:00	0,23	PRENSA
09/09/20	07:45:00	0,33	SECAGEM
16/09/20	01:55:00	1,33	
16/09/20	13:26:00	4,57	PRÉ-SECAGEM
17/09/20	20:14:00	3,25	
18/09/20	23:10:00	5,08	PRENSA
21/09/20	20:30:00	4,58	SECAGEM
27/09/20	21:11:00	1,73	
28/09/20	19:57:00	5,20	PRÉ-SECAGEM
30/09/20	00:42:00	0,80	

02/10/20	23:56:00	1,05	PRENSA
03/10/20	03:05:00	0,37	SECAGEM
05/10/20	12:21:00	4,20	
07/10/20	06:41:00	1,58	PRÉ-SECAGEM
07/10/20	19:15:00	1,45	
08/10/20	13:20:00	0,67	PRENSA
08/10/20	15:36:00	0,83	SECAGEM
09/10/20	03:42:00	2,12	
09/10/20	04:29:00	0,23	PRÉ-SECAGEM
11/10/20	11:30:00	7,17	
13/10/20	02:33:00	6,05	PRENSA
14/10/20	20:05:00	1,38	SECAGEM
22/10/20	13:06:00	6,75	
23/10/20	05:25:00	1,18	PRÉ-SECAGEM
23/10/20	15:48:00	1,70	
24/10/20	16:30:00	1,00	PRENSA
25/10/20	07:10:00	1,50	SECAGEM
26/10/20	12:28:00	1,87	
26/10/20	15:40:00	6,17	PRÉ-SECAGEM
28/10/20	21:28:00	5,00	
29/10/20	07:04:00	0,84	PRENSA
10/11/20	01:20:00	2,67	SECAGEM
10/11/20	17:22:00	1,27	
10/11/20	21:01:00	2,18	PRÉ-SECAGEM
10/11/20	23:07:00	1,25	
12/11/20	02:09:00	7,37	PRENSA
18/11/20	06:47:00	1,05	SECAGEM
02/12/20	13:17:00	2,22	
02/12/20	19:57:00	3,30	PRÉ-SECAGEM
03/12/20	23:06:00	1,62	
10/12/20	09:32:00	1,30	PRENSA
11/12/20	01:10:00	4,26	SECAGEM
13/12/20	18:53:00	1,57	
14/12/20	10:20:00	3,50	PRÉ-SECAGEM
15/12/20	06:38:00	1,03	
16/12/20	04:00:00	0,50	PRENSA
16/12/20	10:00:00	1,75	SECAGEM
16/12/20	14:50:00	1,50	
17/12/20	18:10:00	0,83	PRÉ-SECAGEM
18/12/20	14:58:00	1,42	
18/12/20	22:50:00	1,83	

Apêndice B - Tabela 2.

Tempo de falha	Tempo de reparo (horas)
0,1666667	1,166666667
0,7833333	0,233333333
1,0333333	0,083333333
1,3166667	0,033333333
1,4500000	0,9
1,4833333	7,333333333
1,7333333	2,1
1,8833333	7,283333333
1,9833333	0,916666667
2,0000000	0,416666667
2,1000000	1,25
2,1333333	0,233333333
2,2666667	0,833333333
2,3833333	1,183333333
3,1500000	0,366666667
3,2000000	6,166666667
3,2666667	0,233333333
3,3666667	2,966666667
3,6500000	2,183333333
3,7500000	3
3,8166667	0,233333333
4,0500000	3,25
4,3666667	0,15
4,6833333	0,666666667
4,7166667	0,7
4,8333333	1,5
5,3000000	0,75
5,4333333	0,75
5,7500000	0,166666667
5,7666667	4,366666667
5,8833333	0,416666667
6,0000000	1,75
6,4666667	3,116666667
6,5333333	6,2
6,5833333	2,1
6,6666667	3,3
6,6833333	3,833333333
6,7000000	0,116666667
6,7833333	0,598

7,0166667	2,283333333
7,2500000	4,75
7,3333333	4
7,3666667	0,15
7,3833333	0,766666667
7,7333333	4,1
7,8000000	0,366666667
7,8666667	1,833333333
8,1333333	0,166666667
8,4500000	2,166666667
8,7000000	1,566666667
8,8166667	0,4
8,8500000	0,233333333
9,6000000	0,843333333
9,6666667	2,75
9,7166667	2,083333333
9,9833333	0,966666667
10,3833333	1,70441541
10,8666667	3,166666667
11,5166667	4,566666667
12,1000000	2,116666667
12,5000000	0,233333333
12,5666667	1,45
12,8333333	0,733333333
13,2666667	0,15
14,5000000	4,133333333
14,6666667	1,5
15,2500000	3,166666667
15,4500000	3,5
15,6333333	4,26411
16,0333333	1,266666667
16,2833333	0,166666667
16,3166667	1,183333333
16,3833333	3,033333333
16,9166667	1,6
17,1500000	0,5
17,3833333	1,166666667
17,5000000	3,5945846
17,5000000	0,333333333
18,0833333	0,666666667
18,2000000	0,55
18,3000000	5,333333333
18,9000000	2,233333333
19,3333333	0,5

19,6333333	2,183333333
19,7833333	2,066666667
20,3000000	1,033333333
20,8000000	1,416666667
21,1833333	2,433333333
21,3666667	0,5
21,5000000	0,566666667
21,7833333	2,283333333
22,2500000	4,416666667
22,7666667	5,2
24,0000000	0,75
24,2500000	1,633333333
24,5166667	3,5
24,5666667	2,05
24,7000000	1
24,7500000	0,166666667
24,7666667	2,5
25,2000000	3,233333333
25,2833333	4,166666667
25,4166667	5,5984
25,7166667	0,966666667
25,8666667	3,166666667
25,9500000	3,133333333
26,1500000	1,141854466
26,6000000	1,516666667
26,8333333	3,5
26,9333333	5,083333333
27,0000000	4,52894
27,0333333	7,366666667
27,1500000	1,616666667
27,3333333	0,833333333
27,4166667	1,75
28,3666667	1,4645
28,5166667	0,25
28,7500000	0,8
29,3000000	1,866666667
29,4333333	5,75
29,6833333	3,216666667
29,7833333	0,15
30,0000000	1
30,8000000	3,25
30,8333333	3,083333333
31,1833333	0,216666667
31,3333333	1,15

31,6166667	1,783333333
32,0166667	3,216666667
32,1500000	1,183333333
32,3166667	1,35
33,0000000	1,883333333
33,5000000	0,783333333
36,8333333	0,35
38,3833333	0,133333333
39,0500000	6,05074704
40,7000000	8,1
41,5333333	1,383333333
42,3333333	1,583333333
43,4166667	0,333333333
43,6666667	0,25
47,3333333	0,333333333
47,7666667	1,5
48,3666667	0,816666667
48,5833333	1,4
48,7000000	1,25
48,7000000	0,083333333
48,9000000	4,583333333
48,9166667	1,783333333
49,8000000	6,116666667
49,9000000	1,833333333
50,0666667	4,583333333
50,3166667	0,266666667
50,5000000	0,416666667
50,9166667	1,116543333
51,0000000	1,333333333
51,5000000	2,5
51,6666667	4,15
53,2166667	0,7
53,5000000	2,966666667
53,5833333	0,416666667
53,8000000	5
55,0166667	7,166666667
55,7000000	1,183333333
56,3333333	5,5
57,1666667	1,916666667
57,2666667	4,2
58,3833333	4,5
58,8500000	2,666666667
63,0166667	4,133333333
63,0833333	3,333333333

65,7166667	1,566666667
68,0833333	6,65
69,3333333	4,583333333
71,2333333	1,05
72,7166667	3,116666667
72,7500000	2,833333333
74,0000000	5,666666667
74,0833333	2,5
74,4333333	8,333333333
77,1666667	1,416666667
77,6500000	4,183333333
80,1666667	0,866666667
80,2166667	5,2
86,0000000	1,25
89,6500000	0,266666667
90,2500000	0,483333333
90,6666667	3,466666667
92,4166667	2,433333333
93,4500000	1,916666667
98,2833333	0,166666667
98,3666667	0,933333333
100,8500000	1,79
100,9000000	8,166666667
104,9166667	0,333333333
106,2333333	3,416666667
120,4000000	0,64156464
120,6666667	1,833333333
124,4000000	0,333333333
143,7666667	2,35
144,6833333	1,733333333
148,6333333	1,05
154,4333333	1,3
162,1666667	1,333333333
185,0166667	6,75
185,7166667	7,25
195,9000000	3,833333333
282,2666667	2,666666667
342,5000000	2,216666667

Apêndice C - Tabela 3.

Metodo empirico (em ordem)							
i	F(t)	R(t)	f(t)	$\lambda(t)$	TMEF	TMPR	DISP (%)
1	0,003342884	0,996657116	0,007744134	0,00777	40,0327	2,251692	0,94674885
2	0,008118434	0,991881566	0,019102197	0,019259			
3	0,012893983	0,987106017	0,016854879	0,017075			
4	0,017669532	0,982330468	0,035816619	0,036461			
5	0,022445081	0,977554919	0,143266476	0,146556			
6	0,02722063	0,97277937	0,019102197	0,019637			
7	0,03199618	0,96800382	0,031836995	0,032889			
8	0,036771729	0,963228271	0,047755492	0,049579			
9	0,041547278	0,958452722	0,286532953	0,298954			
10	0,046322827	0,953677173	0,047755492	0,050075			
11	0,051098376	0,948901624	0,143266475	0,150981			
12	0,055873926	0,944126074	0,035816619	0,037936			
13	0,060649475	0,939350525	0,040933279	0,043576			
14	0,065425024	0,934574976	0,006228977	0,006665			
15	0,070200573	0,929799427	0,095510983	0,102722			
16	0,074976122	0,925023878	0,071633238	0,077439			
17	0,079751671	0,920248329	0,047755492	0,051894			
18	0,084527221	0,915472779	0,016854879	0,018411			
19	0,08930277	0,91069723	0,047755492	0,052438			
20	0,094078319	0,905921681	0,071633238	0,079072			
21	0,098853868	0,901146132	0,020466639	0,022712			
22	0,103629417	0,896370583	0,015080682	0,016824			
23	0,108404967	0,891595033	0,015080682	0,016914			
24	0,113180516	0,886819484	0,143266476	0,161551			
25	0,117956065	0,882043935	0,040933279	0,046407			
26	0,122731614	0,877268386	0,01023332	0,011665			
27	0,127507163	0,872492837	0,035816619	0,041051			
28	0,132282713	0,867717287	0,015080682	0,01738			
29	0,137058262	0,862941738	0,28653295	0,332042			
30	0,141833811	0,858166189	0,040933279	0,047699			
31	0,14660936	0,85339064	0,040933279	0,047965			
32	0,151384909	0,848615091	0,01023332	0,012059			
33	0,156160458	0,843839542	0,071633238	0,08489			
34	0,160936008	0,839063992	0,095510984	0,11383			
35	0,165711557	0,834288443	0,05730659	0,068689			
36	0,170487106	0,829512894	0,286532953	0,345423			
37	0,175262655	0,824737345	0,28653295	0,347423			
38	0,180038204	0,819961796	0,05730659	0,069889			
39	0,184813754	0,815186246	0,020466639	0,025107			
40	0,189589303	0,810410697	0,020466639	0,025255			
41	0,194364852	0,805635148	0,05730659	0,071132			

42	0,199140401	0,800859599	0,143266475	0,178891
43	0,20391595	0,79608405	0,28653295	0,359928
44	0,2086915	0,7913085	0,013644426	0,017243
45	0,213467049	0,786532951	0,071633238	0,091075
46	0,218242598	0,781757402	0,071633238	0,091631
47	0,223018147	0,776981853	0,017908309	0,023049
48	0,227793696	0,772206304	0,015080682	0,019529
49	0,232569245	0,767430755	0,019102197	0,024891
50	0,237344795	0,762655205	0,040933279	0,053672
51	0,242120344	0,757879656	0,143266476	0,189036
52	0,246895893	0,753104107	0,006367399	0,008455
53	0,251671442	0,748328558	0,071633238	0,095724
54	0,256446991	0,743553009	0,095510984	0,128452
55	0,261222541	0,738777459	0,017908309	0,02424
56	0,26599809	0,73400191	0,011938873	0,016265
57	0,270773639	0,729226361	0,009880447	0,013549
58	0,275549188	0,724450812	0,007346999	0,010141
59	0,280324737	0,719675263	0,008186656	0,011375
60	0,285100287	0,714899713	0,011938873	0,0167
61	0,289875836	0,710124164	0,071633238	0,100874
62	0,294651385	0,705348615	0,017908309	0,025389
63	0,299426934	0,700573066	0,011020498	0,015731
64	0,304202483	0,695797517	0,003872067	0,005565
65	0,308978032	0,691021968	0,028653295	0,041465
66	0,313753582	0,686246418	0,008186656	0,01193
67	0,318529131	0,681470869	0,023877746	0,035039
68	0,32330468	0,67669532	0,02604845	0,038494
69	0,328080229	0,671919771	0,011938873	0,017768
70	0,332855778	0,667144222	0,019102197	0,028633
71	0,337631328	0,662368672	0,143266475	0,216294
72	0,342406877	0,657593123	0,071633238	0,108932
73	0,347182426	0,652817574	0,008954155	0,013716
74	0,351957975	0,648042025	0,020466639	0,031582
75	0,356733524	0,643266476	0,020466639	0,031817
76	0,361509074	0,638490926	0,040933279	0,064109
77	0,366284623	0,633715377	27347770,11	43154658
78	0,371060172	0,628939828	0,008186656	0,013017
79	0,375835721	0,624164279	0,040933279	0,065581
80	0,38061127	0,61938873	0,047755492	0,077101
81	0,385386819	0,614613181	0,007959249	0,01295
82	0,390162369	0,609837631	0,011020498	0,018071
83	0,394937918	0,605062082	0,015918497	0,026309
84	0,399713467	0,600286533	0,031836995	0,053036
85	0,404489016	0,595510984	0,009242998	0,015521

86	0,409264565	0,590735435	0,009551098	0,016168
87	0,414040115	0,585959885	0,012457954	0,021261
88	0,418815664	0,581184336	0,02604845	0,04482
89	0,423591213	0,576408787	0,035816619	0,062138
90	0,428366762	0,571633238	0,016854879	0,029485
91	0,433142311	0,566857689	0,01023332	0,018053
92	0,437917861	0,562082139	0,009242998	0,016444
93	0,44269341	0,55730659	0,003872067	0,006948
94	0,447468959	0,552531041	0,019102197	0,034572
95	0,452244508	0,547755492	0,017908309	0,032694
96	0,457020057	0,542979943	0,095510983	0,175901
97	0,461795606	0,538204394	0,035816619	0,066548
98	0,466571156	0,533428844	0,095510984	0,179051
99	0,471346705	0,528653295	0,28653295	0,542005
100	0,476122254	0,523877746	0,011020498	0,021036
101	0,480897803	0,519102197	0,05730659	0,110396
102	0,485673352	0,514326648	0,035816619	0,069638
103	0,490448902	0,509551098	0,015918497	0,03124
104	0,495224451	0,504775549	0,031836995	0,063072
105	0,5	0,5	0,05730659	0,114613
106	0,504775549	0,495224451	0,023877746	0,048216
107	0,509551098	0,490448902	0,010612332	0,021638
108	0,514326648	0,485673352	0,020466639	0,042141
109	0,519102197	0,480897803	0,047755492	0,099305
110	0,523877746	0,476122254	0,071633238	0,150451
111	0,528653295	0,471346705	0,143266475	0,303951
112	0,533428844	0,466571156	0,040933279	0,087732
113	0,538204394	0,461795606	0,02604845	0,056407
114	0,542979943	0,457020057	0,05730659	0,125392
115	0,547755492	0,452244508	0,005026894	0,011115
116	0,552531041	0,447468959	0,031836995	0,071149
117	0,55730659	0,44269341	0,020466639	0,046232
118	0,562082139	0,437917861	0,008682817	0,019828
119	0,566857689	0,433142311	0,035816619	0,08269
120	0,571633238	0,428366762	0,019102197	0,044593
121	0,576408787	0,423591213	0,047755492	0,11274
122	0,581184336	0,418815664	0,022040996	0,052627
123	0,585959885	0,414040115	0,005969436	0,014418
124	0,590735435	0,409264565	0,143266476	0,350058
125	0,595510984	0,404489016	0,013644426	0,033733
126	0,600286533	0,399713467	0,031836995	0,07965
127	0,605062082	0,394937918	0,016854879	0,042677
128	0,609837631	0,390162369	0,011938873	0,0306
129	0,614613181	0,385386819	0,035816619	0,092937

130	0,61938873	0,38061127	0,028653295	0,075282
131	0,624164279	0,375835721	0,006988609	0,018595
132	0,628939828	0,371060172	0,009551098	0,02574
133	0,633715377	0,366284623	0,001432665	0,003911
134	0,638490926	0,361509074	0,003080999	0,008523
135	0,643266476	0,356733524	0,007163324	0,02008
136	0,648042025	0,351957975	0,002894272	0,008223
137	0,652817574	0,347182426	0,005730659	0,016506
138	0,657593123	0,342406877	0,005969436	0,017434
139	0,662368672	0,337631328	0,004408199	0,013056
140	0,667144222	0,332855778	0,019102197	0,057389
141	0,671919771	0,328080229	0,001302423	0,00397
142	0,67669532	0,32330468	0,011020498	0,034087
143	0,681470869	0,318529131	0,007959249	0,024988
144	0,686246418	0,313753582	0,022040996	0,070249
145	0,691021968	0,308978032	0,040933279	0,13248
146	0,695797517	0,304202483	27347770,11	89899891
147	0,700573066	0,299426934	0,023877746	0,079745
148	0,705348615	0,294651385	0,286532953	0,972447
149	0,710124164	0,289875836	0,005406282	0,01865
150	0,714899713	0,285100287	0,047755492	0,167504
151	0,719675263	0,280324737	0,028653295	0,102215
152	0,724450812	0,275549188	0,019102197	0,069324
153	0,729226361	0,270773639	0,02604845	0,0962
154	0,73400191	0,26599809	0,011461318	0,043088
155	0,738777459	0,261222541	0,05730659	0,219378
156	0,743553009	0,256446991	0,009551098	0,037244
157	0,748328558	0,251671442	0,028653295	0,113852
158	0,753104107	0,246895893	0,003080999	0,012479
159	0,757879656	0,242120344	0,016854879	0,069614
160	0,762655205	0,237344795	0,05730659	0,241449
161	0,767430755	0,232569245	0,022040996	0,094772
162	0,772206304	0,227793696	0,003925109	0,017231
163	0,776981853	0,223018147	0,006988609	0,031337
164	0,781757402	0,218242598	0,007540341	0,03455
165	0,786532951	0,213467049	0,005730659	0,026846
166	0,7913085	0,2086915	0,047755492	0,228833
167	0,79608405	0,20391595	0,004276611	0,020972
168	0,800859599	0,199140401	0,01023332	0,051387
169	0,805635148	0,194364852	0,001146132	0,005897
170	0,810410697	0,189589303	0,071633238	0,377834
171	0,815186246	0,184813754	0,0018135	0,009813
172	0,819961796	0,180038204	0,002017838	0,011208
173	0,824737345	0,175262655	0,003820439	0,021798

174	0,829512894	0,170487106	0,002513447	0,014743
175	0,834288443	0,165711557	0,003219471	0,019428
176	0,839063992	0,160936008	0,143266476	0,890208
177	0,843839542	0,156160458	0,003820439	0,024465
178	0,848615091	0,151384909	0,05730659	0,378549
179	0,85339064	0,14660936	0,013644426	0,093067
180	0,858166189	0,141833811	0,001747152	0,012318
181	0,862941738	0,137058262	0,009880447	0,072089
182	0,867717287	0,132282713	0,001897569	0,014345
183	0,872492837	0,127507163	0,095510983	0,749064
184	0,877268386	0,122731614	0,000825743	0,006728
185	0,882043935	0,117956065	0,00130837	0,011092
186	0,886819484	0,113180516	0,007959249	0,070323
187	0,891595033	0,108404967	0,011461318	0,105727
188	0,896370583	0,103629417	0,002728885	0,026333
189	0,901146132	0,098853868	0,004621499	0,046751
190	0,905921681	0,094078319	0,000988045	0,010502
191	0,91069723	0,08930277	0,05730659	0,641711
192	0,915472779	0,084527221	0,00192304	0,022751
193	0,920248329	0,079751671	0,095510984	1,197605
194	0,925023878	0,074976122	0,001188933	0,015857
195	0,929799427	0,070200573	0,003626999	0,051666
196	0,934574976	0,065425024	0,000337098	0,005152
197	0,939350525	0,060649475	0,017908309	0,295276
198	0,944126074	0,055873926	0,001279165	0,022894
199	0,948901624	0,051098376	0,000246586	0,004826
200	0,953677173	0,046322827	0,00520969	0,112465
201	0,958452722	0,041547278	0,001209	0,029099
202	0,963228271	0,036771729	0,000823371	0,022391
203	0,96800382	0,03199618	0,000617528	0,0193
204	0,97277937	0,02722063	0,000208996	0,007678
205	0,977554919	0,022445081	0,006822213	0,303951
206	0,982330468	0,017669532	0,000468957	0,02654
207	0,987106017	0,012893983	5,52939E-05	0,004288
208	0,991881566	0,008118434	7,92842E-05	0,009766
209	0,996657116	0,003342884		

Apêndice D - Tabela 4.

Equipamento novo posto em funcionamento em 03/01/2021 às 08:00 horas			
Datas das Falhas	Hora da Falha	Tempo de Reparo	Local de falha
04/01/21	03:29:00	1,52	GALERIA DE SECAGEM
05/01/21	07:08:00	3,20	EMPACOTADEIRA
06/01/21	13:46:00	1,47	EMPACOTADEIRA
07/01/21	17:10:00	1,00	PRENSA
08/01/21	09:40:00	0,33	PRENSA
09/01/21	05:50:00	0,17	
09/01/21	12:35:00	0,42	PRENSA
12/01/21	18:50:00	0,60	EMBALAGEM
13/01/21	00:35:00	0,93	PRENSA
14/01/21	18:31:00	0,27	
15/01/21	00:46:00	0,58	
16/01/21	12:42:00	1,00	SECAGEM
18/01/21	14:09:00	0,72	
19/01/21	18:17:00	5,82	
20/01/21	03:10:00	5,07	RESFRIAMENTO
21/01/21	17:48:00	0,37	EMBALAGEM
22/01/21	14:20:00	2,42	TRABATO FINAL
23/01/21	19:22:00	2,35	
24/01/21	05:04:00	4,18	
26/01/21	05:23:00	4,13	PRÉ-SECAGEM
28/01/21	22:53:00	2,78	PRÉ-SECAGEM
29/01/21	08:25:00	3,33	GALERIA DE SECAGEM
30/01/21	10:46:00	4,33	PRÉ-SECAGEM
31/01/21	14:20:00	0,75	
01/02/21	22:35:00	1,42	
03/02/21	01:37:00	6,00	PRENSA
04/02/21	07:00:00	8,33	RESFRIAMENTO
05/02/21	09:41:00	8,25	PRÉ SECAGEM
06/02/21	23:35:00	1,42	SECAGEM
08/02/21	01:05:00	0,98	
09/02/21	08:00:00	8,33	
10/02/21	14:20:00	8,25	SECAGEM
11/02/21	22:35:00	1,42	
12/02/21	11:07:00	6,00	
13/02/21	06:00:00	8,33	
15/02/21	07:20:00	8,25	EMBALAGEM
15/02/21	22:35:00	1,42	PRENSA
16/02/21	04:39:00	6,00	
17/02/21	08:21:00	1,00	
18/02/21	13:35:00	2,50	PRÉ-SECAGEM
19/02/21	07:43:00	1,45	

20/02/21	00:19:00	3,27	
20/02/21	18:29:00	0,88	PRÉ-SECAGEM
21/02/21	07:30:00	0,25	
21/02/21	18:03:00	0,13	
22/02/21	14:03:00	0,28	
23/02/21	11:43:00	4,30	SECAGEM
24/02/21	00:00:00	1,24	PRENSA
25/02/21	06:00:00	0,75	
26/02/21	13:29:00	0,75	
27/02/21	22:35:00	1,42	
28/02/21	10:28:00	6,00	SECAGEM
01/03/21	06:00:00	8,33	PRENSA
02/03/21	10:15:00	8,25	EMBALAGEM
04/03/21	22:35:00	1,42	
05/03/21	15:50:00	6,25	
06/03/21	11:26:00	4,42	PRÉ-SECAGEM
07/03/21	21:32:00	6,05	PRÉ-SECAGEM
09/03/21	05:58:00	8,87	PRÉ-SECAGEM
10/03/21	08:14:00	0,18	GALERIA DE SECAGEM
13/03/21	09:30:00	0,75	
17/03/21	06:00:00	3,50	RESFRIAMENTO
19/03/21	10:45:00	0,50	
21/03/21	15:16:00	2,08	
23/03/21	16:41:00	0,22	INCARTAMENTO
24/03/21	19:05:00	0,55	
26/03/21	15:43:00	2,22	
28/03/21	21:13:00	4,03	PRENSA
01/04/21	05:04:00	3,93	PRENSA
04/04/21	06:00:00	2,32	PRENSA
06/04/21	14:42:00	5,68	PRENSA
09/04/21	18:15:00	0,33	
11/04/21	14:11:00	4,20	PRENSA
12/04/21	21:23:00	6,18	PRÉ-SECAGEM
14/04/21	21:40:00	4,38	PRENSA
15/04/21	03:44:00	7,40	GALERIA DE SECAGEM
18/04/21	05:35:00	0,42	
20/04/21	06:05:00	0,17	
25/04/21	16:39:00	2,12	
02/05/21	21:03:00	5,20	PRENSA
03/05/21	23:55:00	0,08	PRENSA
05/05/21	00:00:00	0,30	
09/05/21	01:07:00	0,62	
12/05/21	03:14:00	0,88	
13/05/21	09:40:00	0,42	

15/05/21	19:50:00	1,75	GALERIA DE SECAGEM
18/05/21	01:40:00	0,83	
21/05/21	01:45:00	0,85	
23/05/21	10:05:00	0,75	
27/05/21	06:40:00	1,02	EMBALAGEM
01/06/21	06:41:00	0,48	
03/06/21	16:05:00	0,75	
05/06/21	11:52:00	0,67	
08/06/21	13:10:00	0,20	
09/06/21	12:06:00	2,28	SECAGEM
11/06/21	18:16:00	5,15	PRENSA
14/06/21	20:47:00	7,30	PRENSA
15/06/21	00:22:00	0,13	
17/06/21	01:24:00	2,10	PRENSA
19/06/21	11:37:00	0,22	EMBALAGEM
20/06/21	12:20:00	0,33	PRENSA
22/06/21	13:00:00	2,50	PRENSA
24/06/21	13:41:00	1,98	PRÉ SECAGEM
27/06/21	15:37:00	4,30	PRENSA
28/06/21	17:27:00	2,55	PRENSA
30/06/21	20:08:00	8,37	EMBALAGEM
01/07/21	01:07:00	4,37	PRÉ-SECAGEM
03/07/21	04:06:00	0,20	
05/07/21	08:00:00	0,33	
06/07/21	12:10:00	4,17	PRENSA
10/07/21	19:20:00	5,67	GALERIA DE SECAGEM
13/07/21	00:20:00	0,77	GALERIA DE SECAGEM
15/07/21	04:49:00	1,37	
21/07/21	21:19:00	2,10	PRENSA
24/07/21	01:33:00	0,95	PRENSA
26/07/21	02:30:00	0,10	
27/07/21	09:12:00	0,02	
31/07/21	09:13:00	0,25	
03/08/21	03:10:00	0,93	
06/08/21	03:12:00	0,22	
11/08/21	12:26:00	0,13	
12/08/21	12:00:00	0,90	
14/08/21	18:50:00	1,50	PRENSA
16/08/21	14:45:00	2,60	EMPACOTADEIRA
17/08/21	09:21:00	1,58	PRENSA
18/08/21	17:36:00	3,50	PRÉ-SECAGEM
20/08/21	16:29:00	1,42	
23/08/21	03:31:00	0,75	PRENSA
25/08/21	01:37:00	0,88	PRENSA

27/08/21	15:43:00	0,50	
02/09/21	21:25:00	1,58	PRENSA
03/09/21	20:00:00	0,03	PRENSA
05/09/21	20:02:00	1,97	
06/09/21	21:12:00	0,93	
09/09/21	13:20:00	0,47	
11/09/21	15:17:00	0,97	
12/09/21	13:05:00	0,25	
14/09/21	12:39:00	0,52	
15/09/21	15:10:00	1,30	RESFRIAMENTO
16/09/21	00:08:00	1,40	PRENSA
17/09/21	05:25:00	3,33	
18/09/21	07:04:00	1,83	SECAGEM
19/09/21	16:50:00	0,50	
22/09/21	05:53:00	1,07	
24/09/21	15:59:00	2,63	PRÉ SECAGEM
25/09/21	13:44:00	3,27	PRENSA
27/09/21	08:32:00	0,50	PRENSA
29/09/21	15:57:00	1,67	RESFRIAMENTO
01/10/21	13:25:00	0,02	
04/10/21	23:26:00	0,57	
07/10/21	07:29:00	0,27	
09/10/21	01:48:00	1,17	EMBALAGEM
11/10/21	02:53:00	9,48	PRENSA
14/10/21	18:04:00	0,17	PRENSA
15/10/21	05:07:00	0,70	
17/10/21	20:46:00	0,37	
18/10/21	21:31:00	0,02	
20/10/21	21:32:00	1,05	SECAGEM
21/10/21	22:35:00	0,50	
22/10/21	17:42:00	0,55	
23/10/21	20:55:00	4,67	SECAGEM
26/10/21	07:30:00	0,17	
27/10/21	08:38:00	5,23	
28/10/21	19:07:00	6,03	PRENSA
29/10/21	15:50:00	2,72	SECAGEM
29/10/21	21:33:00	0,95	
30/10/21	07:26:00	0,73	
01/11/21	14:39:00	4,68	PRENSA
03/11/21	02:25:00	7,67	EMBALAGEM
04/11/21	21:20:00	0,50	
05/11/21	08:55:00	3,05	RESFRIAMENTO
06/11/21	16:10:00	0,83	GALERIA DE SECAGEM
07/11/21	23:51:00	2,18	

09/11/21	17:00:00	0,70	
11/11/21	11:15:00	0,64	
13/11/21	23:45:00	1,12	PRÉ-SECAGEM
15/11/21	10:10:00	6,12	PRENSA
17/11/21	20:33:00	0,13	
18/11/21	18:20:00	0,27	
19/11/21	23:14:00	0,82	
20/11/21	23:00:00	0,92	
22/11/21	07:09:00	1,46	PRÉ-SECAGEM
23/11/21	03:34:00	2,23	GALERIA DE SECAGEM
24/11/21	06:00:00	1,42	EMBALAGEM
26/11/21	14:20:00	2,50	
27/11/21	19:50:00	0,42	
28/11/21	01:00:00	0,78	
30/11/21	03:05:00	0,27	
01/12/21	05:35:00	2,50	
03/12/21	15:05:00	3,59	
05/12/21	08:44:00	4,53	EMBALAGEM
06/12/21	09:30:00	1,33	PRENSA
07/12/21	03:00:00	1,60	
09/12/21	05:23:00	0,57	
11/12/21	11:37:00	0,73	
12/12/21	01:55:00	1,75	RESFRIAMENTO
14/12/21	23:25:00	0,35	-
15/12/21	12:15:00	3,22	PRENSA
17/12/21	14:51:00	1,18	PRÉ-SECAGEM
19/12/21	20:17:00	6,20	PRENSA
20/12/21	00:20:00	2,50	PRÉ-SECAGEM
21/12/21	22:35:00	0,83	

Apêndice E - Tabela 5.

Tempo de falha	Tempo de reparo (horas)
43,4833333	1,516666667
27,6500000	3,2
30,6333333	1,466666667
27,4	1
16,5000000	1
20,1666667	0,333333333
6,7500000	0,166666667
78,2500000	0,416666667
5,7500000	0,6

41,9333333	0,933333333
6,2500000	0,266666667
35,9333333	0,583333333
49,4500000	1
28,1333333	0,716666667
8,8833333	5,816666667
38,6333333	5,07
20,5333333	0,366666667
29,0333333	2,416666667
9,7000000	2,35
48,3166667	4,183333333
65,5000000	4,133333333
9,5333333	2,783333333
26,3500000	3,333333333
27,5666667	4,333333333
32,2500000	0,745465
27,0333333	1,416666667
29,3833333	6
26,6833333	8,333333333
37,9000000	8,25
25,5000000	1,416666667
30,9166667	0,984
30,3333333	8,333333333
32,2500000	8,25
12,5333333	1,416666667
18,8833333	6
49,3333333	8,333333333
15,2500000	8,25
6,0666667	1,416666667
27,7000000	6
29,2333333	1
18,1333333	2,5
16,6000000	1,45
18,1666667	3,266666667
13,0166667	0,883333333
10,5500000	0,25
20,0000000	0,133333333
21,6666667	0,283333333
12,2833333	4,3
30,0000000	1,24
31,4833333	0,753333333
33,1000000	0,75
11,8833333	1,416666667
19,5333333	6

28,2500000	8,333333333
60,3333333	8,25
17,2500000	1,416666667
19,6000000	6,25
34,1000000	4,416666667
32,4333333	6,05
26,2666667	8,866666667
73,2666667	0,183333333
92,5000000	0,75
52,7500000	3,5
52,5166667	0,5
49,4166667	2,083333333
26,4000000	0,216666667
44,6333333	0,55
53,5000000	2,216666667
79,8500000	4,033333333
72,9333333	3,933333333
56,7000000	2,316666667
75,5500000	5,683333333
43,9333333	0,333333333
31,2000000	4,2
48,2833333	6,183333333
6,0666667	4,383333333
73,8500000	7,4
48,5000000	0,416666667
130,5666667	0,166666667
172,4000000	2,116666667
26,8666667	5,2
24,0833333	0,083333333
97,1166667	0,3
74,1166667	0,616666667
30,4333333	0,883333333
58,1666667	0,416666667
53,8333333	1,75
72,0833333	0,833333333
56,3333333	0,85
92,5833333	0,75
120,0166667	1,016666667
57,4000000	0,483333333
43,7833333	0,75
73,3000000	0,666666667
22,9333333	0,2
54,1666667	2,283333333
74,5166667	5,15

3,5833333	7,3
49,03333333	0,1333333333
58,2166667	2,1
24,7166667	0,216666667
48,6666667	0,3333333333
48,6833333	2,5
73,9333333	1,9833333333
25,8333333	4,3
50,6833333	2,55
4,9833333	8,366666667
50,9833333	4,366666667
51,9000000	0,2
28,1666667	0,3333333333
103,1666667	4,166666667
53,0000000	5,666666667
52,4833333	0,766666667
160,5000000	1,366666667
52,2333333	2,1
48,9500000	0,95
30,7000000	0,1
96,0166667	0,016666667
65,9500000	0,25
72,0333333	0,9333333333
129,2333333	0,216666667
23,5666667	0,1333333333
54,8333333	0,9
43,9166667	1,5
18,6000000	2,6
32,2500000	1,5833333333
46,8833333	3,5
59,0333333	1,416666667
46,1000000	0,75
62,1000000	0,8833333333
149,7000000	0,5
22,5833333	1,5833333333
48,0333333	0,0333333333
25,1666667	1,966666667
64,1333333	0,9333333333
49,9500000	0,466666667
21,8000000	0,966666667
47,5666667	0,25
26,5166667	0,516666667
8,9666667	1,3
29,2833333	1,4

25,6500000	3,333333333
33,7666667	1,833333333
61,0500000	0,5
58,1000000	1,066666667
21,7500000	0,566666667
42,8000000	2,633333333
55,4166667	3,266666667
45,4666667	2,166666667
82,0166667	0,5
45,4666667	1,666666667
82,0166667	0,016666667
56,0500000	0,566666667
42,3166667	0,266666667
49,0833333	1,166666667
87,1833333	9,483333333
11,0500000	0,166666667
63,6500000	0,7
24,7500000	0,366666667
48,0166667	0,016666667
25,0500000	1,05
19,1166667	0,5
27,2166667	0,55
58,5833333	4,666666667
25,1333333	0,166666667
34,4833333	5,233333333
20,7166667	6,033333333
5,7166667	2,716666667
9,8833333	0,95
55,2166667	0,73
35,7666667	4,683333333
42,9166667	7,666666667
11,5833333	0,5
31,2500000	3,05
31,6833333	0,833333333
41,1500000	2,183333333
42,2500000	0,7
60,5000000	0,64156464
34,4166667	1,116543333
58,3833333	6,116666667
21,7833333	0,133333333
28,9000000	0,266666667
23,7666667	0,816666667
32,1500000	0,916666667
20,4166667	1,4645

26,4333333	2,233333333
56,3333333	1,416666667
29,5000000	2,5
5,1666667	0,416666667
50,0833333	0,783333333
26,5000000	0,266666667
57,5000000	2,5
41,6500000	3,5945846
24,7666667	4,52894
17,5000000	1,333333333
50,3833333	1,6
54,2333333	0,566666667
14,3000000	0,733333333
69,5000000	1,75
12,8333333	0,35
50,6000000	3,216666667
53,4333333	1,183333333

Apêndice F - Tabela 6.

Metodo empirico (em ordem)							
i	F(t)	R(t)	f(t)	$\lambda(t)$	TMEF	TMPR	DISP (%)
1	0,003816794	0,996183206	-0,000344372	-0,0003457	41,77447	2,203344	0,94989873
2	0,009269357	0,990730643	0,001827675	0,00184477			
3	0,014721919	0,985278081	-0,00168636	-0,0017116			
4	0,020174482	0,979825518	-0,000500235	-0,0005105			
5	0,025627045	0,974372955	0,001487063	0,00152617			
6	0,031079607	0,968920393	-0,000406402	-0,0004194			
7	0,03653217	0,96346783	7,62596E-05	7,9151E-05			
8	0,041984733	0,958015267	-7,52078E-05	-7,85E-05			
9	0,047437296	0,952562704	0,000150693	0,0001582			
10	0,052889858	0,947110142	-0,000152804	-0,0001613			
11	0,058342421	0,941657579	0,000183691	0,00019507			
12	0,063794984	0,936205016	0,000403396	0,00043088			
13	0,069247546	0,930752454	-0,000255789	-0,0002748			
14	0,074700109	0,925299891	-0,00028325	-0,0003061			
15	0,080152672	0,919847328	0,000183279	0,00019925			
16	0,085605234	0,914394766	-0,000301247	-0,0003294			
17	0,091057797	0,908942203	0,000641478	0,00070574			
18	0,09651036	0,90348964	-0,000282029	-0,0003122			
19	0,101962923	0,898037077	0,000141197	0,00015723			
20	0,107415485	0,892584515	0,000317317	0,0003555			
21	0,112868048	0,887131952	-9,74252E-05	-0,0001098			
22	0,118320611	0,881679389	0,000324236	0,00036775			

23	0,123773173	0,876226827	0,004481558	0,00511461
24	0,129225736	0,870774264	0,001164248	0,00133703
25	0,134678299	0,865321701	-0,00104522	-0,0012079
26	0,140130862	0,859869138	0,002320239	0,00269836
27	0,145583424	0,854416576	-0,002019468	-0,0023636
28	0,151035987	0,848964013	0,000486113	0,0005726
29	0,15648855	0,84351145	-0,000439723	-0,0005213
30	0,161941112	0,838058888	0,001006627	0,00120114
31	0,167393675	0,832606325	-0,00934725	-0,0112265
32	0,172846238	0,827153762	0,002844815	0,00343928
33	0,1782988	0,8217012	-0,000276546	-0,0003366
34	0,183751363	0,816248637	0,000858671	0,00105197
35	0,189203926	0,810796074	0,000179066	0,00022085
36	0,194656489	0,805343511	-0,000159977	-0,0001986
37	0,200109051	0,799890949	-0,000593745	-0,0007423
38	0,205561614	0,794438386	0,000252045	0,00031726
39	0,211014177	0,788985823	0,003556019	0,00450708
40	0,216466739	0,783533261	-0,000491222	-0,0006269
41	0,221919302	0,778080698	-0,003556019	-0,0045702
42	0,227371865	0,772628135	0,003480359	0,00450457
43	0,232824427	0,767175573	-0,00105875	-0,0013801
44	0,23827699	0,76172301	-0,002210498	-0,002902
45	0,243729553	0,756270447	0,000576991	0,00076294
46	0,249182116	0,750817884	0,003271538	0,0043573
47	0,254634678	0,745365322	-0,00058109	-0,0007796
48	0,260087241	0,739912759	0,000307765	0,00041595
49	0,265539804	0,734460196	0,003675885	0,00500488
50	0,270992366	0,729007634	0,003372719	0,00462645
51	0,276444929	0,723555071	-0,000256994	-0,0003552
52	0,281897492	0,718102508	0,000712753	0,00099255
53	0,287350055	0,712649945	0,000625533	0,00087776
54	0,292802617	0,707197383	0,00016995	0,00024031
55	0,29825518	0,70174482	-0,000126559	-0,0001803
56	0,303707743	0,696292257	0,002320239	0,00333228
57	0,309160305	0,690839695	0,000376039	0,00054432
58	0,314612868	0,685387132	-0,003271538	-0,0047733
59	0,320065431	0,679934569	-0,000884199	-0,0013004
60	0,325517993	0,674482007	0,000116012	0,000172
61	0,330970556	0,669029444	0,000283495	0,00042374
62	0,336423119	0,663576881	-0,000137171	-0,0002067
63	0,341875682	0,658124318	-0,023368126	-0,0355072
64	0,347328244	0,652671756	-0,001758891	-0,0026949
65	0,352780807	0,647219193	-0,000236896	-0,000366
66	0,35823337	0,64176663	0,000299044	0,00046597

67	0,363685932	0,636314068	0,000614951	0,00096643
68	0,369138495	0,630861505	0,000206928	0,00032801
69	0,374591058	0,625408942	-0,000788322	-0,0012605
70	0,380043621	0,619956379	-0,000335887	-0,0005418
71	0,385496183	0,614503817	0,000289261	0,00047072
72	0,390948746	0,609051254	-0,000172458	-0,0002832
73	0,396401309	0,603598691	-0,000428212	-0,0007094
74	0,401853871	0,598146129	0,000319174	0,00053361
75	0,407306434	0,592693566	-0,000129157	-0,0002179
76	0,412758997	0,587241003	8,04411E-05	0,00013698
77	0,418211559	0,581788441	-0,000215091	-0,0003697
78	0,423664122	0,576335878	6,64407E-05	0,00011528
79	0,429116685	0,570883315	0,00013034	0,00022831
80	0,434569248	0,565430752	-3,74661E-05	-6,626E-05
81	0,44002181	0,55997819	-0,001959005	-0,0034984
82	0,445474373	0,554525627	7,46585E-05	0,00013463
83	0,450926936	0,549073064	-0,000237068	-0,0004318
84	0,456379498	0,543620502	-0,00012482	-0,0002296
85	0,461832061	0,538167939	0,000196607	0,00036533
86	0,467284624	0,532715376	-0,001258284	-0,002362
87	0,472737186	0,527262814	0,000298771	0,00056664
88	0,478189749	0,521810251	-0,000346194	-0,0006634
89	0,483642312	0,516357688	0,000150416	0,0002913
90	0,489094875	0,510905125	0,000198757	0,00038903
91	0,494547437	0,505452563	-8,70785E-05	-0,0001723
92	0,5	0,5	-0,000400433	-0,0008009
93	0,505452563	0,494547437	0,000184728	0,00037353
94	0,510905125	0,489094875	-0,000108257	-0,0002213
95	0,516357688	0,483642312	0,000174575	0,00036096
96	0,521810251	0,478189749	0,000267939	0,00056032
97	0,527262814	0,472737186	-7,68688E-05	-0,0001626
98	0,532715376	0,467284624	0,000119968	0,00025674
99	0,538167939	0,461832061	0,000593745	0,00128563
100	0,543620502	0,456379498	-0,000162763	-0,0003566
101	0,549073064	0,450926936	0,000227664	0,00050488
102	0,554525627	0,445474373	0,327153758	0,73439411
103	0,55997819	0,44002181	0,000215943	0,00049076
104	0,565430752	0,434569248	-0,000113359	-0,0002609
105	0,570883315	0,429116685	0,000219419	0,00051133
106	0,576335878	0,423664122	-0,000119312	-0,0002816
107	0,581788441	0,418211559	0,000118534	0,00028343
108	0,587241003	0,412758997	0,00594825	0,01441095
109	0,592693566	0,407306434	-0,000229743	-0,0005641
110	0,598146129	0,401853871	7,27008E-05	0,00018091

111	0,603598691	0,396401309	-0,000108689	-0,0002742
112	0,609051254	0,390948746	-0,010553347	-0,0269942
113	0,614503817	0,385496183	5,04789E-05	0,00013095
114	0,619956379	0,380043621	-5,03623E-05	-0,0001325
115	0,625408942	0,374591058	-0,001660679	-0,0044333
116	0,630861505	0,369138495	-0,000298771	-0,0008094
117	0,636314068	0,363685932	8,34789E-05	0,00022954
118	0,64176663	0,35823337	-0,000181349	-0,0005062
119	0,647219193	0,352780807	0,000896312	0,0025407
120	0,652671756	0,347328244	9,53245E-05	0,00027445
121	0,658124318	0,341875682	-5,16015E-05	-0,0001509
122	0,663576881	0,336423119	0,000174389	0,00051836
123	0,669029444	0,330970556	-0,000499471	-0,0015091
124	0,674482007	0,325517993	-0,000215374	-0,0006616
125	0,679934569	0,320065431	0,000399455	0,00124804
126	0,685387132	0,314612868	0,000372612	0,00118435
127	0,690839695	0,309160305	0,000448771	0,00145158
128	0,696292257	0,303707743	-0,00042159	-0,0013881
129	0,70174482	0,29825518	0,000340785	0,0011426
130	0,707197383	0,292802617	6,22439E-05	0,00021258
131	0,712649945	0,287350055	-4,28942E-05	-0,0001493
132	0,718102508	0,281897492	0,000214246	0,00076001
133	0,723555071	0,276444929	-0,00023845	-0,0008626
134	0,729007634	0,270992366	0,000139929	0,00051636
135	0,734460196	0,265539804	-0,000384435	-0,0014477
136	0,739912759	0,260087241	-0,000193697	-0,0007447
137	0,745365322	0,254634678	0,000211613	0,00083105
138	0,750817884	0,249182116	-0,000259029	-0,0010395
139	0,756270447	0,243729553	-0,000310687	-0,0012747
140	0,76172301	0,23827699	0,000268379	0,00112633
141	0,767175573	0,232824427	-0,001500705	-0,0064457
142	0,772628135	0,227371865	0,000671774	0,00295452
143	0,778080698	0,221919302	0,00019985	0,00090055
144	0,783533261	0,216466739	-0,001848326	-0,0085386
145	0,788985823	0,211014177	-0,000150002	-0,0007109
146	0,794438386	0,205561614	0,000259029	0,0012601
147	0,799890949	0,200109051	0,000432171	0,00215968
148	0,805343511	0,194656489	-0,000547996	-0,0028152
149	0,810796074	0,189203926	0,000149181	0,00078847
150	0,816248637	0,183751363	-0,000149181	-0,0008119
151	0,8217012	0,1782988	0,000149181	0,00083669
152	0,827153762	0,172846238	-0,000209983	-0,0012149
153	0,832606325	0,167393675	-0,000397031	-0,0023718
154	0,838058888	0,161941112	0,000805797	0,00497587

155	0,84351145	0,15648855	0,000143112	0,00091452
156	0,848964013	0,151035987	-7,16186E-05	-0,0004742
157	0,854416576	0,145583424	0,000103661	0,00071204
158	0,859869138	0,140130862	-0,000140169	-0,0010003
159	0,865321701	0,134678299	0,000234351	0,00174008
160	0,870774264	0,129225736	-0,000237412	-0,0018372
161	0,876226827	0,123773173	-0,000918971	-0,0074246
162	0,881679389	0,118320611	0,000673156	0,00568925
163	0,887131952	0,112868048	0,000173833	0,00154014
164	0,892584515	0,107415485	-0,000163006	-0,0015175
165	0,898037077	0,101962923	0,000583162	0,00571935
166	0,90348964	0,09651036	-0,00039607	-0,0041039
167	0,908942203	0,091057797	-0,000363504	-0,003992
168	0,914394766	0,085605234	0,001308615	0,01528662
169	0,919847328	0,080152672	0,000120277	0,0015006
170	0,925299891	0,074700109	-0,000280337	-0,0037528
171	0,930752454	0,069247546	0,000762596	0,01101261
172	0,936205016	0,063794984	-0,000174018	-0,0027278
173	0,941657579	0,058342421	0,000277249	0,0047521
174	0,947110142	0,052889858	0,012582837	0,23790642
175	0,952562704	0,047437296	0,000575975	0,01214182
176	0,958015267	0,041984733	0,004956875	0,11806375
177	0,96346783	0,03653217	0,000298771	0,00817829
178	0,968920393	0,031079607	-0,000209044	-0,0067261
179	0,974372955	0,025627045	0,000227506	0,00887758
180	0,979825518	0,020174482	-0,000148977	-0,0073844
181	0,985278081	0,014721919	0,000766168	0,05204267
182	0,990730643	0,009269357	-0,001062188	-0,1145913
183	0,996183206	0,003816794	0,000650405	0,17040613
184	1,001635769	-0,001635769	-0,000464707	0,28409091
185	1,007088332	-0,007088332	0,000906243	-0,12785
186	1,012540894	-0,012540894	0,00018236	-0,0145412
187	1,017993457	-0,017993457	-0,000203201	0,01129305
188	1,02344602	-0,02344602	-0,000224078	0,00955718
189	1,028898582	-0,028898582	0,000121393	-0,0042007
190	1,034351145	-0,034351145	-0,000231204	0,00673061
191	1,039803708	-0,039803708	0,000175889	-0,0044189
192	1,04525627	-0,04525627	-0,00034401	0,00760138
193	1,050708833	-0,050708833	-0,000322955	0,00636882
194	1,056161396	-0,056161396	-0,000750353	0,01336065
195	1,061613959	-0,061613959	0,000165815	-0,0026912
196	1,067066521	-0,067066521	0,00141625	-0,0211171
197	1,072519084	-0,072519084	-0,000136542	0,00188284
198	1,077971647	-0,077971647	9,87783E-05	-0,0012668

199	1,083424209	-0,083424209	-9,62217E-05	0,0011534
200	1,088876772	-0,088876772	0,000144375	-0,0016244
201	1,094329335	-0,094329335	0,001924434	-0,0204012
202	1,099781897	-0,099781897		

Apêndice G - Tabela 7.

Equipamento novo posto em funcionamento em 03/01/2022 às 08:00 horas			
Datas das Falhas	Hora da Falha	Tempo de Reparo	Local de falha
05/01/2022	20:00:00	0,78	
07/01/2022	15:37:00	0,77	
09/01/2022	19:50:00	1,75	
12/01/2022	06:34:00	0,32	
15/01/2022	14:23:00	3,32	PRÉ-SECAGEM
17/01/2022	19:17:00	3,55	RESFRIAMENTO
19/01/2022	22:50:00	0,83	
24/01/2022	08:19:00	1,00	
29/01/2022	02:12:00	0,42	
31/01/2022	19:19:00	2,42	EMBALAGEM
01/02/2022	06:42:00	2,50	
05/02/2022	00:21:00	0,83	PRÉ-SECAGEM
08/02/2022	00:28:00	5,53	
09/02/2022	06:11:00	2,75	SECAGEM
12/02/2022	18:15:00	2,25	PRÉ-SECAGEM
15/02/2022	00:43:00	5,75	
19/02/2022	17:25:00	2,83	PRÉ-SECAGEM
21/02/2022	01:27:00	0,72	
24/02/2022	01:28:00	1,27	SECAGEM
26/02/2022	20:40:00	0,58	SECAGEM
02/03/2022	05:15:00	0,25	
05/03/2022	14:20:00	3,17	SECAGEM
08/03/2022	05:09:00	0,50	
13/03/2022	00:45:00	1,05	
15/03/2022	01:52:00	1,03	SECAGEM
19/03/2022	03:35:00	0,98	
24/03/2022	06:30:00	4,83	PRENSA
27/03/2022	14:20:00	0,67	SECAGEM
02/04/2022	00:55:00	1,45	PRENSA
05/04/2022	05:14:00	3,43	SECAGEM
08/04/2022	01:00:00	0,77	

10/04/2022	17:30:00	0,96	SECAGEM
16/04/2022	04:06:00	0,23	
18/04/2022	16:42:00	0,30	SECAGEM
23/04/2022	00:00:00	1,42	PRÉ-SECAGEM
28/04/2022	04:30:00	1,50	
30/04/2022	06:00:00	2,25	PRENSA
06/05/2022	01:51:00	1,23	PRÉ-SECAGEM
08/05/2022	13:24:00	1,55	PRÉ-SECAGEM
11/05/2022	17:51:00	1,02	PRÉ-SECAGEM
14/05/2022	02:40:00	1,28	
17/05/2022	13:50:00	1,76	SECAGEM
20/05/2022	11:50:00	0,87	PRÉ-SECAGEM
24/05/2022	20:14:00	1,78	
26/05/2022	02:11:00	0,43	
27/05/2022	09:40:00	0,50	PRÉ-SECAGEM
02/06/2022	02:09:00	1,83	
04/06/2022	17:08:00	1,25	
05/06/2022	17:57:00	0,70	PRÉ-SECAGEM
06/06/2022	11:55:00	0,42	PRÉ-SECAGEM
09/06/2022	10:19:00	1,08	SECAGEM
10/06/2022	19:27:00	1,68	
18/06/2022	07:30:00	0,83	PRENSA
19/06/2022	15:20:00	2,67	RESFRIAMENTO
23/06/2022	02:31:00	0,67	
28/06/2022	04:40:00	1,62	
30/06/2022	10:05:00	0,33	PRENSA
02/07/2022	03:33:00	0,88	PRÉ-SECAGEM
05/07/2022	02:28:00	1,45	SECAGEM
07/07/2022	10:07:00	0,68	
12/07/2022	13:57:00	1,85	SECAGEM
15/07/2022	05:36:00	1,78	
18/07/2022	00:00:00	0,57	
21/07/2022	18:12:00	4,50	DOSIMETRIA
26/07/2022	23:09:00	1,20	PRÉ-SECAGEM
29/07/2022	00:55:00	1,85	SECAGEM
01/08/2022	12:31:00	4,13	PRÉ-SECAGEM
05/08/2022	06:00:00	3,50	RESFRIAMENTO
07/08/2022	21:03:00	1,67	
09/08/2022	03:20:00	2,12	PRÉ-SECAGEM
12/08/2022	06:00:00	2,67	PRÉ-SECAGEM
17/08/2022	18:00:00	6,70	EMBALAGEM
21/08/2022	04:40:00	2,83	PRENSA
25/08/2022	10:00:00	1,08	
29/08/2022	14:31:00	0,75	

04/09/2022	02:55:00	2,97	PRÉ-SECAGEM
08/09/2022	12:02:00	0,98	
15/09/2022	05:20:00	1,73	PRÉ-SECAGEM
18/09/2022	20:30:00	0,70	
20/09/2022	09:00:00	1,76	SECAGEM
21/09/2022	10:55:00	1,42	PRÉ-SECAGEM
22/09/2022	11:32:00	1,00	RESFRIAMENTO
23/09/2022	08:00:00	0,35	
24/09/2022	01:37:00	2,37	PRÉ-SECAGEM
27/09/2022	22:31:00	2,25	
29/09/2022	14:32:00	1,15	PRENSA
01/10/2022	06:00:00	1,47	SECAGEM
04/10/2022	14:47:00	3,60	PRENSA
07/10/2022	18:22:00	2,48	SECAGEM
13/10/2022	18:21:00	1,58	SECAGEM
16/10/2022	06:12:00	2,60	SECAGEM
21/10/2022	18:00:00	1,29	
29/10/2022	06:00:00	0,19	
03/11/2022	06:39:00	4,50	DESFIADIRA
07/11/2022	17:20:00	1,42	PRENSA
12/11/2022	20:10:00	1,89	
16/11/2022	10:43:00	0,67	PRENSA
19/11/2022	16:45:00	1,82	SECAGEM
25/11/2022	04:58:00	0,53	PRÉ-SECAGEM
28/11/2022	06:53:00	0,58	
01/12/2022	13:01:00	1,37	PRÉ-SECAGEM
03/12/2022	21:09:00	2,12	EMBALAGEM
08/12/2022	18:18:00	0,79	
15/12/2022	19:10:00	1,59	SECAGEM
18/12/2022	02:07:00	1,01	
19/12/2022	04:50:00	0,60	
22/12/2022	22:11:00	0,98	

Apêndice H - Tabela 8.

Tempo de falha	Tempo de reparo (horas)
11,3833333	2,5
17,6166667	2,366666667
17,9666667	0,416666667
20,4666667	0,35
24,6166667	1
24,8166667	0,7
25,9166667	1,416666667

26,7166667	0,59847
29,7166667	2,75
29,9500000	0,433333333
30,2833333	2,116666667
31,4833333	0,5
31,8333333	2,666666667
32,0333333	0,716666667
33,1333333	1,683333333
36,5000000	1,758595
39,4666667	1,466666667
40,0166667	1,15
41,4666667	0,883333333
43,6166667	0,766666667
49,1166667	1,033333333
49,5000000	2,25
49,7666667	1,85
51,5500000	0,833333333
52,2166667	1,75
52,9000000	3,55
53,4166667	0,333333333
54,4666667	5,75
54,9500000	1,01196527
55,6500000	0,683333333
56,1333333	2,116666667
56,8166667	1,283333333
58,7333333	0,316666667
59,5500000	1,55
59,8500000	2,598411
60,0000000	0,776666667
60,6000000	0,3
62,8166667	0,5
62,9833333	1,25
63,0500000	1,666666667
63,6500000	1,783333333
64,5000000	0,95855
65,1166667	2,416666667
66,4000000	0,566666667
67,2000000	0,583333333
67,7666667	0,766666667
70,0000000	0,87
70,4000000	1,083333333
70,9166667	1,45
72,0166667	1,266666667
72,1166667	5,533333333

73,9166667	0,583333333
74,6666667	2,666666667
75,5833333	2,48498413
76,3166667	3,433333333
76,4500000	1,016666667
78,0333333	1,816666667
78,1333333	1,37
79,8166667	3,316666667
79,8333333	0,666666667
80,5833333	0,25
80,7833333	3,59898491
81,0833333	3,166666667
82,6666667	2,833333333
83,1666667	1,757
83,1833333	0,666666667
83,6000000	4,13
84,0666667	2,25
86,5500000	0,666666667
87,1666667	0,697255
89,3500000	0,98454
89,4833333	3,5
89,6500000	0,833333333
90,2000000	4,5
92,9000000	2,25
97,7166667	0,978
100,5166667	0,75
101,3333333	1,083333333
103,3000000	1,416666667
104,4000000	1,783333333
105,1166667	0,983333333
105,4833333	1
106,6833333	1,42
112,7000000	2,833333333
113,8833333	0,416666667
115,6000000	1,05
117,1500000	0,789584
120,6500000	4,5
122,1500000	1,616666667
122,8333333	1,89161
122,9166667	4,833333333
123,8333333	1,85
124,5000000	1,5
124,9500000	1,2
130,5833333	1,45

130,6000000	0,233333333
131,8000000	1,2912317
132,0000000	6,7
132,2166667	0,533333333
132,4000000	2,966666667
136,4833333	1,833333333
139,8500000	1,233333333
143,9833333	1,58494
161,3000000	1,733333333
168,8666667	1,59147496
180,0000000	0,19151
180,0500000	0,833333333

Apêndice I - Tabela 9.

Metodo empirico (em ordem)							
i	F(t)	R(t)	f(t)	$\lambda(t)$	TMEF	TMPR	DISP (%)
1	0,006517691	0,993482309	0,001493741	0,001504	79,31012	1,667605	0,97940662
2	0,015828678	0,984171322	0,02660282	0,027031			
3	0,025139665	0,974860335	0,003724395	0,00382			
4	0,034450652	0,965549348	0,002243611	0,002324			
5	0,043761639	0,956238361	0,046554935	0,048685			
6	0,053072626	0,946927374	0,008464534	0,008939			
7	0,062383613	0,937616387	0,011638734	0,012413			
8	0,0716946	0,9283054	0,003103662	0,003343			
9	0,081005587	0,918994413	0,03990423	0,043422			
10	0,090316574	0,909683426	0,027932961	0,030706			
11	0,099627561	0,900372439	0,007759156	0,008618			
12	0,108938547	0,891061453	0,02660282	0,029855			
13	0,118249534	0,881750466	0,046554935	0,052798			
14	0,127560521	0,872439479	0,008464534	0,009702			
15	0,136871508	0,863128492	0,00276564	0,003204			
16	0,146182495	0,853817505	0,003138535	0,003676			
17	0,155493482	0,844506518	0,016929067	0,020046			
18	0,164804469	0,835195531	0,00642137	0,007688			
19	0,174115456	0,825884544	0,004330692	0,005244			
20	0,183426443	0,816573557	0,001692907	0,002073			
21	0,19273743	0,80726257	0,024289531	0,030089			
22	0,202048417	0,797951583	0,034916201	0,043757			
23	0,211359404	0,788640596	0,005221114	0,00662			
24	0,220670391	0,779329609	0,01396648	0,017921			
25	0,229981378	0,770018622	0,013625835	0,017695			
26	0,239292365	0,760707635	0,018021265	0,02369			

27	0,248603352	0,751396648	0,008867607	0,011801
28	0,257914339	0,742085661	0,019264111	0,025959
29	0,267225326	0,732774674	0,01330141	0,018152
30	0,276536313	0,723463687	0,019264111	0,026628
31	0,2858473	0,7141527	0,013625835	0,01908
32	0,295158287	0,704841713	0,004857906	0,006892
33	0,304469274	0,695530726	0,011401209	0,016392
34	0,313780261	0,686219739	0,031036623	0,045228
35	0,323091248	0,676908752	0,062073246	0,091701
36	0,332402235	0,667597765	0,015518312	0,023245
37	0,341713222	0,658286778	0,004200445	0,006381
38	0,351024209	0,648975791	0,055865922	0,086083
39	0,360335196	0,639664804	0,139664804	0,218341
40	0,369646182	0,630353818	0,015518312	0,024618
41	0,378957169	0,621042831	0,010954102	0,017638
42	0,388268156	0,611731844	0,015098898	0,024682
43	0,397579143	0,602420857	0,007255315	0,012044
44	0,40689013	0,59310987	0,011638734	0,019623
45	0,416201117	0,583798883	0,016431153	0,028145
46	0,425512104	0,574487896	0,004169099	0,007257
47	0,434823091	0,565176909	0,023277467	0,041186
48	0,444134078	0,555865922	0,018021265	0,03242
49	0,453445065	0,546554935	0,008464534	0,015487
50	0,462756052	0,537243948	0,09310987	0,17331
51	0,472067039	0,527932961	0,005172771	0,009798
52	0,481378026	0,518621974	0,012414649	0,023938
53	0,490689013	0,509310987	0,01015744	0,019943
54	0,5	0,5	0,0126968	0,025394
55	0,509310987	0,490689013	0,069832402	0,142315
56	0,518621974	0,481378026	0,005880623	0,012216
57	0,527932961	0,472067039	0,09310987	0,197239
58	0,537243948	0,462756052	0,005531279	0,011953
59	0,546554935	0,453445065	0,558659228	1,232033
60	0,555865922	0,444134078	0,012414649	0,027952
61	0,565176909	0,434823091	0,046554935	0,107066
62	0,574487896	0,425512104	0,031036623	0,072939
63	0,583798883	0,416201117	0,005880623	0,014129
64	0,59310987	0,40689013	0,018621974	0,045767
65	0,602420857	0,397579143	0,558659222	1,405152
66	0,611731844	0,388268156	0,022346369	0,057554
67	0,621042831	0,378957169	0,019952115	0,05265
68	0,630353818	0,369646182	0,003749391	0,010143
69	0,639664804	0,360335196	0,015098898	0,041902
70	0,648975791	0,351024209	0,004264574	0,012149

71	0,658286778	0,341713222	0,069832402	0,20436
72	0,667597765	0,332402235	0,055865922	0,168067
73	0,676908752	0,323091248	0,016929067	0,052397
74	0,686219739	0,313780261	0,003448514	0,01099
75	0,695530726	0,304469274	0,001933077	0,006349
76	0,704841713	0,295158287	0,003325352	0,011266
77	0,7141527	0,2858473	0,011401209	0,039886
78	0,723463687	0,276536313	0,0047344	0,01712
79	0,732774674	0,267225326	0,008464534	0,031676
80	0,742085661	0,257914339	0,012992075	0,050374
81	0,751396648	0,248603352	0,025393601	0,102145
82	0,760707635	0,239292365	0,007759156	0,032425
83	0,770018622	0,229981378	0,001547532	0,006729
84	0,779329609	0,220670391	0,00786844	0,035657
85	0,788640596	0,211359404	0,005423876	0,025662
86	0,797951583	0,202048417	0,006007088	0,029731
87	0,80726257	0,19273743	0,002660282	0,013803
88	0,816573557	0,183426443	0,006207325	0,033841
89	0,825884544	0,174115456	0,013625835	0,078257
90	0,835195531	0,164804469	0,111731844	0,677966
91	0,844506518	0,155493482	0,01015744	0,065324
92	0,853817505	0,146182495	0,01396648	0,095541
93	0,863128492	0,136871508	0,020691082	0,151172
94	0,872439479	0,127560521	0,001652838	0,012957
95	0,881750466	0,118249534	0,558659222	4,724409
96	0,891061453	0,108938547	0,007759156	0,071225
97	0,900372439	0,099627561	0,046554935	0,46729
98	0,909683426	0,090316574	0,042973786	0,475813
99	0,918994413	0,081005587	0,050787202	0,626959
100	0,9283054	0,0716946	0,002280242	0,031805
101	0,937616387	0,062383613	0,00276564	0,044333
102	0,946927374	0,053072626	0,002252658	0,042445
103	0,956238361	0,043761639	0,000537689	0,012287
104	0,965549348	0,034450652	0,001230527	0,035719
105	0,974860335	0,025139665	0,000836316	0,033267
106	0,984171322	0,015828678	0,186219739	11,76471
107	0,993482309	0,006517691		

Apêndice J - Tabela 10.

Equipamento novo posto em funcionamento em 04/01/2023 às 08:00 horas			
Datas das Falhas	Hora da Falha	Tempo de Reparo	Local da Falha
03/01/2023	10:03:00	0,78	

06/01/2023	11:57:00	1,73	
07/01/2023	12:24:00	1,13	PRENSA
09/01/2023	14:47:00	0,53	
12/01/2023	19:27:00	1,17	PRÉ-SECAGEM
15/01/2023	02:15:00	0,42	
20/01/2023	18:43:00	1,93	PRÉ-SECAGEM
22/01/2023	09:10:00	1,03	SECAGEM
24/01/2023	09:20:00	1,43	
30/01/2023	13:31:00	1,77	PRÉ-SECAGEM
01/02/2023	20:47:00	2,96	
05/02/2023	10:22:00	0,23	
06/02/2023	15:52:00	1,42	PRÉ-SECAGEM
09/02/2023	17:08:00	1,50	PRÉ-SECAGEM
12/02/2023	18:19:00	2,25	
15/02/2023	03:15:00	1,23	PRÉ-SECAGEM
20/02/2023	06:40:00	1,55	
24/02/2023	11:17:00	2,37	RESFRIAMENTO
27/02/2023	11:45:00	0,38	PRÉ-SECAGEM
01/03/2023	12:51:00	0,07	EMBALAGEM
07/03/2023	06:32:00	0,88	
08/03/2023	09:00:00	0,13	PRÉ-SECAGEM
10/03/2023	12:16:00	0,62	
15/03/2023	19:58:00	0,12	PRÉ-SECAGEM
20/03/2023	05:30:00	2,27	
28/03/2023	05:50:00	0,25	PRENSA
02/04/2023	06:31:00	0,10	
05/04/2023	06:42:00	0,15	PRENSA
11/04/2023	06:59:00	1,92	
16/04/2023	11:41:00	0,35	
18/04/2023	12:20:00	0,20	
22/04/2023	12:33:00	0,33	PRÉ-SECAGEM
25/04/2023	13:16:00	0,57	
27/04/2023	13:32:00	1,60	
28/04/2023	15:09:00	1,87	
30/04/2023	20:36:00	0,87	
04/05/2023	21:40:00	1,03	PRENSA
06/05/2023	23:06:00	0,90	EMBALAGEM
08/05/2023	00:00:00	0,75	
10/05/2023	01:18:00	0,50	PRÉ-SECAGEM
11/05/2023	08:02:00	0,08	
20/05/2023	09:10:00	0,08	PRÉ-SECAGEM
23/05/2023	13:30:00	2,13	
25/05/2023	18:05:00	0,25	
26/05/2023	03:10:00	0,17	

01/06/2023	09:33:00	0,15	PRÉ-SECAGEM
02/06/2023	00:03:00	0,03	PRENSA
04/06/2023	01:49:00	0,47	
08/06/2023	05:10:00	0,17	PRÉ-SECAGEM
14/06/2023	09:42:00	0,02	
16/06/2023	10:02:00	3,10	
22/06/2023	07:39:00	0,27	
25/06/2023	13:37:00	3,08	
27/06/2023	14:25:00	2,03	RESFRIAMENTO
30/06/2023	09:07:00	0,97	
02/07/2023	20:09:00	3,85	PRÉ-SECAGEM
05/07/2023	01:00:00	4,00	SECAGEM
08/07/2023	08:27:00	1,22	
11/07/2023	06:09:00	0,08	
18/07/2023	18:41:00	0,52	PRÉ-SECAGEM
24/07/2023	18:42:00	4,30	PRENSA
27/07/2023	21:24:00	0,15	PRÉ-SECAGEM
30/07/2023	22:14:00	4,38	PRÉ-SECAGEM
01/08/2023	22:27:00	0,10	
03/08/2023	09:39:00	0,48	PRÉ-SECAGEM
08/08/2023	11:00:00	0,67	EMBALAGEM
12/08/2023	15:55:00	1,68	
16/08/2023	06:00:00	6,33	
22/08/2023	23:37:00	1,22	
27/08/2023	03:05:00	2,25	PRÉ-SECAGEM
30/08/2023	21:20:00	2,67	PRÉ-SECAGEM
03/09/2023	16:37:00	0,23	SECAGEM
06/09/2023	06:10:00	0,80	SECAGEM
09/09/2023	08:30:00	0,17	SECAGEM
12/09/2023	21:31:00	0,18	
15/09/2023	18:00:00	1,67	
18/09/2023	15:30:00	0,50	
21/09/2023	18:39:00	0,53	
23/09/2023	23:49:00	2,18	SECAGEM
24/09/2023	06:55:00	0,07	
29/09/2023	13:01:00	1,05	RESFRIAMENTO

Apêndice K - Tabela 11.

Tempo de falha	Tempo de reparo (horas)
7,1000000	0,5
9,0833333	0,083333333
14,5000000	0,25
24,4500000	1,126849429

24,9000000	0,866666667
25,6166667	0,333333333
26,0500000	0,783333333
26,4666667	0,383333333
29,5000000	1,766666667
30,7333333	0,9
35,2000000	0,15
38,4500000	1,933333333
48,1666667	0,266666667
48,2166667	4,3
48,2666667	0,2
48,3333333	0,466666667
48,6500000	0,15
48,8000000	3,1
49,1000000	1,55
49,3000000	1,033333333
49,4333333	1,866666667
49,7666667	0,166666667
50,3833333	0,533333333
51,2666667	0,066666667
52,5833333	0,083333333
52,8500000	2,033333333
53,1666667	1,666666667
53,4500000	0,566666667
54,8000000	0,416666667
55,2666667	0,433333333
56,9333333	1,416666667
59,0333333	3,083333333
61,5500000	2,25
66,7000000	0,266666667
68,4833333	0,8
69,5000000	0,166666667
69,7000000	3,85
72,1833333	2,266666667
72,4666667	1,233333333
72,7166667	0,35
72,8333333	0,516666667
73,1833333	0,233333333
73,2666667	2,95855
73,9000000	1,7298166
74,3333333	2,666666667
74,7000000	0,083333333
75,1500000	0,183333333
76,3333333	0,5

76,6666667	1,166666667
77,9666667	0,016666667
79,4500000	0,966666667
85,0166667	0,233333333
85,5833333	0,433333333
86,0833333	0,483333333
90,2500000	6,333333333
91,2833333	1,216666667
96,2166667	1,916666667
97,0666667	1,6
99,3500000	0,15
99,4666667	1,683333333
100,6166667	2,25
100,9166667	0,1
105,5333333	0,133333333
120,6833333	0,116666667
121,3500000	4,383333333
123,4166667	1,5
124,7000000	0,1
126,1000000	0,533333333
127,7000000	0,883333333
136,4666667	0,6
137,6833333	2,366666667
141,6166667	0,166666667
144,0166667	1,216666667
144,2833333	0,25
148,1833333	1,033333333
148,5333333	0,033333333
150,3833333	2,133333333
161,6166667	0,666666667
180,5333333	4
192,3333333	0,616666667
217,1333333	0,75

Apêndice L - Tabela 12.

Metodo empirico (em ordem)							
i	F(t)	R(t)	f(t)	$\lambda(t)$	TMEF	TMPR	DISP (%)
1	0,008599509	0,991400491	0,006194124	0,00624785	78,13273	1,101967	0,98609237
2	0,020884521	0,979115479	0,002268002	0,00231638			
3	0,033169533	0,966830467	0,001234675	0,00127703			
4	0,045454545	0,954545455	0,027300027	0,02860003			
5	0,057739558	0,942260442	0,017141878	0,01819229			

6	0,07002457	0,92997543	0,028350028	0,03048471
7	0,082309582	0,917690418	0,029484029	0,03212851
8	0,094594595	0,905405405	0,004050004	0,00447314
9	0,106879607	0,893120393	0,009960821	0,01115283
10	0,119164619	0,880835381	0,002750376	0,00312246
11	0,131449631	0,868550369	0,003780004	0,00435208
12	0,143734644	0,856265356	0,001264324	0,00147656
13	0,156019656	0,843980344	0,245700246	0,29112082
14	0,168304668	0,831695332	0,245700246	0,29542097
15	0,180589681	0,819410319	0,184275184	0,22488756
16	0,192874693	0,807125307	0,038794776	0,04806537
17	0,205159705	0,794840295	0,081900082	0,10303967
18	0,217444717	0,782555283	0,040950041	0,05232862
19	0,22972973	0,77027027	0,061425061	0,07974482
20	0,242014742	0,757985258	0,092137592	0,12155592
21	0,254299754	0,745700246	0,036855037	0,04942339
22	0,266584767	0,733415233	0,019921642	0,02716284
23	0,278869779	0,721130221	0,013907561	0,01928578
24	0,291154791	0,708845209	0,009330389	0,0131628
25	0,303439803	0,696560197	0,046068796	0,06613757
26	0,315724816	0,684275184	0,038794776	0,0566947
27	0,328009828	0,671990172	0,043358867	0,06452307
28	0,34029484	0,65970516	0,009100009	0,01379405
29	0,352579853	0,647420147	0,026325026	0,04066143
30	0,364864865	0,635135135	0,007371007	0,01160542
31	0,377149877	0,622850123	0,005850006	0,00939232
32	0,389434889	0,610565111	0,004881462	0,00799499
33	0,401719902	0,598280098	0,002385439	0,00398716
34	0,414004914	0,585995086	0,006888792	0,01175572
35	0,426289926	0,573710074	0,012083619	0,02106224
36	0,438574939	0,561425061	0,061425061	0,10940919
37	0,450859951	0,549140049	0,004946985	0,0090086
38	0,463144963	0,536855037	0,043358867	0,08076457
39	0,475429975	0,524570025	0,049140049	0,09367682
40	0,487714988	0,512285012	0,105300105	0,20554985
41	0,5	0,5	0,035100035	0,07020007
42	0,512285012	0,487714988	0,147420148	0,302267
43	0,524570025	0,475429975	0,019397388	0,04079967
44	0,536855037	0,463144963	0,028350028	0,061212
45	0,549140049	0,450859951	0,033504579	0,07431261
46	0,561425061	0,438574939	0,027300027	0,06224712
47	0,573710074	0,426289926	0,010381701	0,02435361
48	0,585995086	0,414004914	0,036855037	0,08902077
49	0,598280098	0,401719902	0,009450009	0,02352388

50	0,610565111	0,389434889	0,008282031	0,02126679
51	0,622850123	0,377149877	0,002206888	0,00585149
52	0,635135135	0,364864865	0,021679433	0,05941771
53	0,647420147	0,352579853	0,024570025	0,06968641
54	0,65970516	0,34029484	0,002948403	0,00866426
55	0,671990172	0,328009828	0,011888722	0,03624502
56	0,684275184	0,315724816	0,002490205	0,00788726
57	0,696560197	0,303439803	0,014452956	0,04763039
58	0,708845209	0,291154791	0,005380297	0,01847916
59	0,721130221	0,278869779	0,105300105	0,37759597
60	0,733415233	0,266584767	0,010682619	0,04007213
61	0,745700246	0,254299754	0,040950041	0,1610306
62	0,757985258	0,242014742	0,002661013	0,01099525
63	0,77027027	0,22972973	0,000810892	0,00352976
64	0,782555283	0,217444717	0,018427518	0,08474576
65	0,794840295	0,205159705	0,005944361	0,02897431
66	0,807125307	0,192874693	0,009572737	0,0496319
67	0,819410319	0,180589681	0,008775009	0,04859086
68	0,831695332	0,168304668	0,007678133	0,04562044
69	0,843980344	0,156019656	0,001401332	0,00898177
70	0,856265356	0,143734644	0,01009727	0,07024939
71	0,868550369	0,131449631	0,003123308	0,02376049
72	0,880835381	0,119164619	0,005118755	0,04295533
73	0,893120393	0,106879607	0,046068796	0,43103448
74	0,905405405	0,094594595	0,003150003	0,03330003
75	0,917690418	0,082309582	0,035100035	0,42643923
76	0,92997543	0,07002457	0,006640547	0,09483167
77	0,942260442	0,057739558	0,001093621	0,01894059
78	0,954545455	0,045454545	0,000649428	0,01428742
79	0,966830467	0,033169533	0,001041103	0,03138732
80	0,979115479	0,020884521	0,000495363	0,02371917
81	0,991400491	0,008599509		

Apêndice M- Tabela 13. (quinzenal)

Plano de lubrificação Quinzenal	OS:
	Local: LM 05
	Status:
SILO DOSADOR DE FARINHA	
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO SILO DOSADOR. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;	
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 220.	

MASSEIRA
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DA MASSEIRA. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 460.
ROSCA EXTRUSORA
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DA ROSCA EXTRUSORA. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 680.
2 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DE ROLOS CONICOS, COM GRAXA DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
3 - INSPECAO VISUAL DO PRESSOSTATO DA ROSCA EXTRUSORA. CHECAR SE HÁ ALGUMA ANOMALIA;
3.1 - COMPLETAR A GRAXA, SE NECESSARIO, COM A GRAXA DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2.
TRANSPORTADOR DE CONTENEDORES
1 - CORRENTE DE TRACAO DO TRANSPORTADOR DE CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
2 - CORRENTES DE RETORNO DOS CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2.
FACA
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO CONJUNTO DA FACA. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 220.
2 - CORRENTES DE RETORNO DOS CONTENEDORES DO CONJ. FACA: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
3 - ENGRENAGENS ABERTAS DO CONJUNTO FACA: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2.
MOVIMENTO PRINCIPAL DOS CONTENEDORES
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO MOV. PRINCIPAL DOS CONTENEDORES. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 220;

2 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO MOV. INCARTEAMENTO E ELEVADORES. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
2.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 220;
3 - CORRENTE DO ACOPLAMNETO DO MOV. CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
4 - CORRENTE DUPLA DO ACIONAMENTO MOV. ELEVADOR DO MOV. CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
5 - CORRENTE DE TRACAO LADO OPOSTO ACIONAMENTO DO MOV. CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
6 - LUBRIFICACAO DOS CINCO ROLAMENTOS LADO ACIONAMENTO E CINCO ROLAMENTOS LADO OPOSTO AO ACIONAMENTO, COM A GRAXA DE GRAU ALIMENTICIO INTERGREASE ALIPLEX S 2, UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
7 - CORRENTE DE ALIMENTACAO DO ELEVADOR DE RETORNO DO MOV. CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF
8 - CORRENTE DE ALIMENTACAO DO ELEVADOR DE SAIDA DO MOV. CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
9 - LUBRIFICACAO DAS CORRENTES TRANSPORTADORAS DE CONTENEDORES DO MOV. CONTENEDORES, COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2.
SECAGEM
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DA ENTRADA DO SECADOR DE CONTENEDORES. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320;
2 - CORRENTE DE ACIONAMENTO PRINCIPAL DA ENTRADA DO SECADOR DE CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
3 - CORRENTE DE TRANSFERENCIA MOV. POSTERIOR PARA INFERIOR DA ENTRADA DO SECADOR DE CONTENEDORES: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY UTILIZANDO (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;

4 - SECADOR 1 PISO: INSPECAO VISUAL DO PRE-REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 1 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320 / INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 1 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 680 / LIMPEZA DA CORRENTE DE TRACAO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME) / LIMPEZA DA CORRENTE EXTERNA DO MOV. PISO LADO OPOSTO AO ACIONAMENTO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;

5 - SECADOR 2 PISO: INSPECAO VISUAL DO PRE-REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 2 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320 / INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 2 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 680 / LIMPEZA DA CORRENTE DE TRACAO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME) / LIMPEZA DA CORRENTE EXTERNA DO MOV. PISO LADO OPOSTO AO ACIONAMENTO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;

6 - SECADOR 3 PISO: INSPECAO VISUAL DO PRE-REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 3 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320 / INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO 3 PISO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 680 / LIMPEZA DA CORRENTE DE TRACAO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME) / LIMPEZA DA CORRENTE EXTERNA DO MOV. PISO LADO OPOSTO AO ACIONAMENTO COM O INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;

7 - INSPECAO VISUAL DO PRE-REDUTOR DE SAIDA DOS CONTENEDORES. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320 / INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE SAIDA. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA. COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 680.

TRANSPORTADOR DE PRODUTO

1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DA ESTEIRA MODULAR TRANSPORTADORA DE PRODUTO. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;

1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 460;

2 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTODA ESTEIRA DE ALIMENTACAO DA BOSCH. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;

2.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 460.

EMPACOTADORA BOSCH

1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE TRACAO DAS CORREIAS DE ARRASTE DA EMPACOTADORA BOSCH. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 460;
2 - GUIAS DAS MORDACAS DA BOSCH: LIMPEZA DOS OITO GUIAS DA MORDACA, COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO BLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO COM GRAXA DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (PINCEL), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
3 - LUBRIFICACAO DOS OITO ROLAMENTOS DO MOVIMENTO DA ARTICULACAO, COM GRAXA DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2.
DETECTOR DE METAIS
1 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DO DETECTOR DE METAIS. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
1.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 320;
2 - CORRENTE DE TRACAO DOS DETECTORES DE METAIS: LIMPEZA DA CORRENTE COM O DESENGRAXANTE INTERSOLV BIO PLUS SPRAY (PANO E ESCOVA DE ACO), E LUBRIFICACAO DA CORRENTE COM O OLEO LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO CAD P TF SPRAY (FILME UNIFORME), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVAS E MASCARA PFF2;
3 - INSPECAO VISUAL DO REDUTOR DE ACIONAMENTO DA ESTEIRA DE SAIDA DO DETECTOR DE METAIS. CHECAR SE HÁ VAZAMENTOS, OU QUALQUER OUTRA ANOMALIA;
3.1 - COMPLETAR NIVEL DE OLEO, SE NECESSARIO, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO GEAR SYNT FGL 460.
OBS:

Apêndice N - Tabela 14. (mensal)

Plano de Lubrificação Mensal	OS:
	Local: LM 05
	Status:
SILO DOSADOR DE FARINHA	
1 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DA VALVULA DA ECLUSA DO SILO DOSADOR, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.	
MASSEIRA	

1 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DA MASSEIRA, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
TRABATO INICIAL
1 - LUBRIFICACAO DOS CONJUNTOS DE ROLAMENTOS DO TRABATO, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
TRANSPORTADOR DE CONTENEDORES
1 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DO TRANSPORTE DE CONTENEDORES, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
FACA
1 - LUBRIFICACAO DOS QUATRO ROLAMENTOS DA FACA, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
INCARTAMENTO
1 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DE ENTRADA DO INCARTEAMENTO, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
SECAGEM
1 - LUBRIFICACAO DO EIXO CARDAN DO ACION. DE SAIDA DO SECADOR, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO OCULOS DE PROTECAO, LUVA E MASCARA PFF2.
RISCOS
RISCOS POTENCIAIS: 1. LESOES POR CORTE OU ESMAGAMENTO; 2. QUEDA DO MESMO NIVEL/SOBRE MAQUINA; 3. LESOES PERFURANTES / PUNTIFORMES; 4. USO INCORRETO DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS; 5. CONTATO DIRETO OU POR INALACAO DE PRODUTO QUIMICO.
MEDIDAS PREVENCONISTAS: 1. UTILIZAR A PLATAFORMA ARTICULADA PARA REALIZAR ATIVIDADE EM ALTURA, COM ABERTURA DE PTR; 2. ATENCAO AO SERVICO E LOCAL DE TRABALHO; 3. UTILIZAR LUVAS DE PROTECAO, BOTINA DE SEGURANCA, MASCARA PFF2 E DEMAIS EPI'S NECESSARIOS; 4. UTILIZAR FERRAMENTAS/EQUIPAMENTOS ADEQUADOS E EM BOM ESTADO.

Apêndice O - Tabela 15. (trimestral)

Plano de lubrificação Trimestral	OS:
	Local: LM 05
	Status:
SECAGEM	
1 - SECADOR 1 PISO - LUBRIFICACAO DOS QUATRO ROLAMENTOS DE ENTRADA, QUATRO ROLAMENTOS DE SAIDA, ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE DE TRACAO E ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE EXTERNA DO MOVIMENTO COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
1.1 - LUBRIFICACAO DAS CORRENTES LATERAIS E CENTRAIS DE TRANSPORTE DO TAPETE, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
2 - SECADOR 2 PISO - LUBRIFICACAO DOS QUATRO ROLAMENTOS DE ENTRADA, QUATRO ROLAMENTOS DE SAIDA, ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE DE TRACAO E ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE EXTERNA DO MOVIMENTO COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
2.1 - LUBRIFICACAO DAS CORRENTES LATERAIS E CENTRAIS DE TRANSPORTE DO TAPETE, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
3 - SECADOR 3 PISO - LUBRIFICACAO DOS QUATRO ROLAMENTOS DE ENTRADA, QUATRO ROLAMENTOS DE SAIDA, ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE DE TRACAO E ROLAMENTO DO ESTICADOR DA CORRENTE EXTERNA DO MOVIMENTO COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
3.1 - LUBRIFICACAO DAS CORRENTES LATERAIS E CENTRAIS DE TRANSPORTE DO TAPETE, COM O OLEO DE GRAU ALIMENTICIO CAD P 220 (PINCEL), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2;	
4 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DE ACIONAMENTO DE SAIDA DO SECADOR CONTENEDORE, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2.	
ESTEIRA MODULAR NINHO	
1 - LUBRIFICACAO DOS ROLAMENTOS DA ESTEIRA MODULAR, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2	
ESTEIRA ALIMENTACAO EMPACOTADORA	

- 1 - LUBRIFICACAO DOS TRÊS ROLAMENTOS DA ESTEIRA DE ALIMENTACAO BOSCH, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2.

ESTEIRA FINAL CABECOTE ISHIDA

- 1 - LUBRIFICACAO DOS QUATRO ROLAMENTOS DA ESTEIRA FINAL, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2.

DETECTOR DE METAIS

1 - LUBRIFICACAO DOS DOIS ROLAMENTOS DE ENTRADA E DOIS ROLAMENTOS DE SAIDA DO ACIONAMENTO DO DETECTOR DE METAIS, COM A GRAXA LUBRIFICANTE DE GRAU ALIMENTICIO ALIPLEX S 2 (BOMBA DE GRAXA), UTILIZANDO LUVAS, OCULOS DE PROTECAO E MASCARA PFF2.

RISCOS

RISCOS POTENCIAIS: 1. LESOES POR CORTE OU ESMAGAMENTO; 2. QUEDA DO MESMO NIVEL/SOBRE MAQUINA; 3. LESOES PERFURANTES / PUNTIFORMES; 4. USO INCORRETO DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS; 5. CONTATO DIRETO OU POR INALACAO DE PRODUTO QUIMICO.

- MEDIDAS PREVENCONISTAS: 1. UTILIZAR A PLATAFORMA ARTICULADA PARA REALIZAR ATIVIDADE EM ALTURA, COM ABERTURA DE PTR; 2. ATENCAO AO SERVICO E LOCAL DE TRABALHO; 3. UTILIZAR LUVAS DE PROTECAO, BOTINA DE SEGURANCA, MASCARA PFF2 E DEMAIS EPI'S NECESSARIOS; 4. UTILIZAR FERRAMENTAS/EQUIPAMENTOS ADEQUADOS E EM BOM ESTADO.