

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE**

**FABIANO CANDIDO SANTANA**

**DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS ÓTIMOS DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA DE UM LAMINADOR DESBASTADOR**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2019**

**FABIANO CANDIDO SANTANA**

**DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS ÓTIMOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE  
UM LAMINADOR DESBASTADOR**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Rigoni

Co-orientador: Ernesto Furtado de Mello Neto

**CURITIBA**

**2019**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **DEFINIÇÃO DOS INTERVALO ÓTIMOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO LAMINADOR DESBASTADOR**

por

**FABIANO CANDIDO SANTANA**

Esta monografia foi apresentada em 04 de outubro de 2019, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O Fabiano Candido Santana foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.  
Professor Orientador - UTFPR

---

Prof. Marcelo Rodrigues, Dr.  
Membro Titular da Banca - UTFPR

---

Prof. Wanderson Stael Paris, MSc.  
Membro Titular da Banca - UTFPR

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho à minha esposa Aline e meus filhos Arthur e Felipe, pelos momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família por estar sempre do meu lado e dando força para trilhar um caminho de vitórias.

À minha esposa pelo companheirismo e motivação para seguir em frente e buscar novos conhecimentos.

Aos meus colegas de trabalho da ArcelorMittal Tubarão pelo apoio e ensinamentos durante essa nova jornada de muitos desafios e conquistas. Em principal ao Eng. Ernesto Furtado de Mello Neto pelo suporte técnico nos equipamentos do LTQ e ao conhecimento de confiabilidade.

Ao meu professor e coordenador deste curso de pós-graduação Dr. Emerson Rigoni que acreditou neste projeto da formação e expansão de turmas em Vitória - ES, além das tradicionais turmas em Curitiba – PR e por todos ensinamentos, sugestões e críticas.

Ao meu professor orientador Dr. Emerson Rigoni, por todos os direcionamentos, sugestões e críticas.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente me apoiaram na realização deste estudo de caso.

Não estar tenso, mas pronto. Não estar rígido, mas flexível. Não pensar, sonhar. Estar total e serenamente alerta, acordado, vital e preparado para o que for. (Bruce Lee)

## RESUMO

Santana, Fabiano Candido. **DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS ÓTIMOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UM LAMINADOR DESBASTADOR**. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

A confiabilidade de cada ativo já é definida no momento de sua concepção, ou seja, cada equipamento possui um “DNA” em função de seu projeto e premissas. Assim, após o comissionamento e em plena operação, os cenários mudam e os gestores com suas equipes são desafiados a manter a alta performance destes ativos, mas com novos modos operantes na grande maioria das vezes.

Este trabalho irá definir os intervalos ótimos para manutenções preventivas de um equipamento, abordando algumas metodologias quantitativas da engenharia de confiabilidade. Composto por duas fases, sendo a primeira fez a análise dos sistemas que compõem o Laminador Desbastador da ArcelorMittal Tubarão, demonstrando uma disponibilidade de 98% com cerca de 1.200 falhas, oportunizando a seleção de dois sistemas mais críticos, sendo o Laminador Horizontal e a Unidade de Descarepação Primária. Feito isso estes dois sistemas foram detalhados e reanalisados em nível de componentes ou LRU - *Lowest Replaceable Unit*. Desta forma, com a análise *RAM - Reliability, Availability e Maintainability*, foram estimados os intervalos ótimos para manutenção preventiva de 115 LRU's, considerando o tripé básico de custo, risco e performance.

**Palavras-chave:** Confiabilidade. Mantenabilidade. Disponibilidade. Intervalos ótimos para Manutenção Preventiva.

## ABSTRACT

Santana, Fabiano Candido. **DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS ÓTIMOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UM LAMINADOR DESBASTADOR**. Monograph (Specialization in Reliability Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

The reliability of each asset is already defined at the moment of its conception, that is, each equipment has a "DNA" depending on its design and assumptions. Thus, after the commissioning and in full operation, the scenarios change and the managers with their teams are challenged to maintain the high performance of these assets, but with new operating modes most of the time. This work will define the optimal intervals for preventive maintenance of an equipment, addressing some quantitative reliability engineering methodologies. Consisting of two phases, the first made the analysis of the systems that make up the Roughing Mill of ArcelorMittal Tubarão, showing a 98% availability with about 1,200 failures, allowing the selection of two more critical systems, the Horizontal Roughing Mill and the De-scaling Primary unit. That done, these two systems were detailed and reanalyzed at component level or LRU - Lowest Replaceable Unit. Thus, with RAM - Reliability, Availability and Maintainability analysis, the optimal preventive maintenance intervals of 115 LRU's were estimated, considering the basic tripod of cost, risk and performance.

**Palavras-chave:** Reliability. Maintainability. Availability. Optimum Intervals for Preventive Maintenance.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Fluxo produtivo da ArcelorMittal Tubarão – Produção de Placas.....	18
Figura 2.2 – Fluxo produtivo da ArtcelorMittal Tubarão – Produção de Laminados Planos .....	19
Figura 2.3 – Figura ilustrativa do processo de laminação do Laminador Desbastador .....	20
Figura 2.4 – Figura ilustrativa da Unidade de Descarepação Primária .....	21
Figura 2.5 – Figura ilustrativa do Laminador Vertical .....	21
Figura 2.6 – Figura ilustrativa do Laminador Horizontal .....	22
Figura 3.1 – Ilustração gráfica do Método de Regressão Linear .....	28
Figura 3.2 – Ilustração gráfica do Método da Máxima Verossimilhança .....	29
Figura 3.3 – Representação do Intervalo de Confiança Unilateral Inferior .....	30
Figura 3.4 – Representação do Intervalo de Confiança Unilateral Superior.....	30
Figura 3.5 – Representação do Intervalo de Confiança Bilateral .....	31
Figura 3.6 – Representação da do coeficiente de correlação da regressão linear....	31
Figura 3.7 – Curva da banheira.....	33
Figura 3.8 – Custo unitário por unidade de tempo .....	44
Figura 4.1 – Diagrama de blocos do Laminador Desbastador .....	50
Figura 4.2 – Diagrama de blocos do Laminador Horizontal .....	54
Figura 4.3 – Diagrama de blocos da Unidade de Descarepação Primária.....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Grau de Correlação em relação a estimativa do Coeficiente de Correlação.....	32
Quadro 3.2 - Quadro ilustrativo da Entrevista de Confiabilidade para pontuar os três marcos principais para definição do comportamento estatístico de um componente	36
Quadro 4.1 - Quadro resumo dos resultados do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase.....	51
Quadro 4.2 - Quadro resumo dos resultados dos subsistemas do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase .....	52
Quadro 4.3 - Quadro resumo dos resultados dos subsistemas do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase .....	57
Quadro 4.4 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (1/4) .....	58
Quadro 4.5 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (2/4) .....	59
Quadro 4.6 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (3/4) .....	60
Quadro 4.7 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (4/4) .....	61

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO EQUIPAMENTO EM ESTUDO</b>	<b>18</b>
2.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	18
2.2	APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO DO ESTUDO DE CASO	19
2.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	23
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>24</b>
3.1	PARÂMETROS DA CONFIABILIDADE	24
3.1.1	Tipos de Amostras	24
3.1.2	Tipos de Dados	24
3.1.3	Distribuição Estatística e seus Parâmetros	25
3.1.4	Métodos para estimativa dos parâmetros das Distribuições Estatísticas	27
3.1.4.1	Método Regressão Linear	27
3.1.4.2	Método da Máxima Verossimilhança	28
3.1.5	Precisão	29
3.1.6	Comparação e a Seleção da Distribuição Estatística Final	32
3.2	DEFINIÇÃO DE CONFIABILIDADE	32
3.3	DEFINIÇÃO DA MANTENABILIDADE	33
3.4	DEFINIÇÃO DE DISPONIBILIDADE	34
3.5	ENTREVISTAS DE CONFIABILIDADE	35
3.6	CONFIABILIDADE DE SISTEMA	38
3.7	OTIMIZANDO A DISPONIBILIDADE E A CONFIABILIDADE	41
3.8	ANÁLISE RAM (CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE E DISPONIBILIDADE)	44
3.9	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	45
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO</b>	<b>47</b>
4.1	FASE 01 – ANÁLISE A NÍVEL DE SUBSISTEMAS	47
4.1.1	Os dados históricos e suas premissas	47
4.1.2	Seleção das distribuições de confiabilidade e manutenibilidade	49
4.1.3	Construção do diagrama de blocos	49
4.1.4	Análise RAM	50
4.2	FASE 02 – ANÁLISE A NÍVEL DE LRU	53
4.2.1	Os dados históricos e suas premissas	53
4.2.2	Seleção das distribuições de confiabilidade e manutenibilidade	53
4.2.3	Construção do diagrama de blocos	53
4.2.4	Análise RAM	55
4.2.5	Otimizando a disponibilidade e a confiabilidade	55
4.2.5.1	Premissa e Cálculo de custo preventivo e corretivo	55
4.2.5.2	Definição dos intervalos ótimos para as intervenções dos componentes	57
4.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	61

4.4	CONCLUSÃO .....	62
5.0	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	63
	REFERÊNCIAS.....	64
	ANEXO A - DADOS DE FALHAS DO LAMINADOR DESBASTADOR DA FASE 01 DESTE ESTUDO DE CASO .....	65
	ANEXO B - DADOS DE FALHAS DO LAMINADOR DESBASTADOR DA FASE 02 DESTE ESTUDO DE CASO. ....	77

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, manter a estabilidade operacional das linhas de produção com as diversas oscilações de mercado e demais fatores externos, exige das empresas, principalmente nesta era da indústria 4.0, modelos de gestão cada vez mais robustos, para mitigar as perdas em potencial e gerar *insights* para manter a lucratividade e a sustentabilidade do negócio através de tomadas de decisões assertivas.

Segundo BLANCHARD (1995) e DIAS (1996), a confiabilidade e a manutenibilidade dos ativos é um atributo de um projeto e suas premissas e a gestão da manutenção com a suas estratégias, terá que ser capaz de mantê-los ao longo do ciclo de vida dos ativos.

A estratégia de manutenção tem migrado de análises qualitativas para quantitativas, suportadas pela engenharia de confiabilidade que data teoria de 1950. Essas análises quantitativas, que eram principalmente para afins militares e aeroespaciais e amplamente difundidas nos Estados Unidos, vêm ganhando força no Brasil (LAFRAIA, 2001 e WALPOLE, 2012).

Portanto o propósito deste trabalho é aplicar alguns fundamentos da engenharia de confiabilidade para estimar os intervalos ótimos das intervenções das manutenções preventivas, a fim de garantir os níveis concebidos de confiabilidade e manutenibilidade dos projetos dos ativos, através das análises dos seus componentes manuteníveis.

### 1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

Devido à importância da linha de Laminação de Tiras a Quente - LTQ e por se tratar de uma linha *benchmark*, entre as usinas da ArcelorMittal, foi identificada a oportunidade de realizar um trabalho piloto para estimar o intervalo ótimo entre paradas preventivas do Laminador Desbastador que faz parte do LTQ da ArcelorMittal Tubarão, com uma abordagem focada em metodologias quantitativas, para ampliar os conhecimentos já adquiridos de forma qualitativa, a fim de melhorar as tomadas de decisão da gestão da manutenção aplicados neste ativo, além da redução das intervenções corretivas não programadas.

Este trabalho será composto por duas fases, sendo a primeira fase destinada em identificar os sistemas mais críticos do Laminador Desbastador, por meio de modelagem do Diagrama de Blocos de Confiabilidade - RBD e Análise de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade - Análise RAM, no nível de sistemas e priorizá-los. Já na segunda fase serão selecionados dois sistemas mais críticos e reanalisados, mas no nível de componentes, também denominados como menor nível manutenível ou como é mais conhecido em inglês: *Lowest Replaceable Unit* – LRU, para definição dos intervalos ótimos das intervenções de manutenção preventiva, considerando o tripé básico de custo, risco e desempenho.

Toda a coleta de dados será oriunda dos sistemas de controles de manutenção disponíveis e, se necessário, será feita entrevista de confiabilidade, para composição dos dados de vida e tempos de reparo, indisponíveis. Esses dados serão inseridos em *softwares* específicos para estimar os parâmetros e intervalos ótimos das metodologias da confiabilidade.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Estimar os intervalos ótimos de manutenções preventivas de cada componente de dois sistemas mais críticos do Laminador Desbastador da linha de Laminação de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão, por meio de análise RAM, considerando o tripé básico de custo, risco e desempenho.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os sistemas e os componentes do equipamento;
- Realizar a coleta dos dados de falhas disponíveis nos sistemas informatizados de controle da manutenção e traduzi-los em curvas de confiabilidade e manutenibilidade, conforme as metodologias da engenharia de confiabilidade;
- Realizar a modelagem em blocos e atribuir às curvas de confiabilidade e manutenibilidade, além de outros parâmetros operacionais e de custos envolvidos;

- Priorizar os sistemas com os resultados obtidos na análise RAM;
- Fazer a seleção de dois sistemas mais críticos e estimar os intervalos ótimos de manutenção preventiva no nível de componentes, realizando as mesmas etapas utilizadas no nível de sistemas;
- Ampliar a prática e particularidades dos *softwares* específicos para a engenharia de confiabilidade (*Weibull++* e *BlockSim*).
- Relatar em tópicos as dificuldades e pontos de atenção encontrados para realização deste estudo piloto.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Na era da Indústria 4.0 e em cenários de alta volatilidade, as empresas demandam maiores habilidades dos seus gestores e equipes, para mitigação de perdas em potenciais relacionadas a confiabilidade dos equipamentos e subsequentes a instabilidade das linhas de produção. Pois em se tratando de indústria de base, onde produtos de altos valores agregados são produzidos em grandes escalas diariamente, quaisquer tempos perdidos por intervenções de manutenções corretivas não programadas ou questões operacionais correspondem em milhares de reais perdidos que irão afetar diretamente e irreversivelmente os resultados esperados do negócio (LAFRAIA, 2001).

Diante disso, na gestão da manutenção, novas práticas são fomentadas e a engenharia de confiabilidade vem se mostrando ser capaz de identificar alguns *insights* que podem fazer a diferença e aumentar a competitividade das empresas, pela sua abordagem quantitativa (LAFRAIA, 2001).

### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Silva e Menezes (2005), do ponto de vista dos procedimentos técnicos e dos objetivos, este trabalho trata-se de um estudo de caso que irá coletar os dados de processo de Jan-18 a Jan-19 inseridos no sistema de controle da manutenção e caso não tenha apontamentos será utilizado a entrevista de confiabilidade para levantamento dos comportamentos de falhas e através dessa pesquisa exploratória, com abordagem quantitativa, de natureza aplicada, serão

alcançados os objetivos desta pesquisa, ou seja, traduzir em números informações para maiores conhecimentos e tomada de decisões.

Composta por duas principais fases, no qual os dados serão agrupados e analisados a nível de sistemas macros que compõem o Laminador Desbastador, para definição da disponibilidade, número de falhas, tempos de reparos, tempo de parada dos sistemas e outras variáveis correlatas. Oportunizando assim a definição de dois *bad actors*, ou seja, os principais sistemas que mais impactam o Laminador Desbastador.

Na segunda fase, esses dois *bad actors* serão reanalisados a nível de componentes para definir os intervalos ótimos de manutenção preventiva, visando a mitigação de falhas corretivas de cada componente.

Para as definições de distribuições estatísticas e simulações necessárias, serão utilizados *softwares* específicos conforme metodologias aplicadas à engenharia de confiabilidade, para determinação das curvas de confiabilidade, manutenibilidade e intervalo de reposição ótima.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 mostra a introdução do projeto, premissas e problema de pesquisa, objetivos do estudo quantitativo e justificativa, além da classificação e estruturação desta pesquisa.

No capítulo 2 será abordada uma explicação técnica sobre o equipamento em estudo.

O capítulo 3 aborda a metodologia que será utilizada neste estudo de caso.

O capítulo 4 aplica a metodologia para execução das duas fases desta pesquisa com o suporte de *softwares* específicos para a engenharia de confiabilidade (*Weibull++* e *BlockSim*).

O capítulo 5 é a conclusão do estudo, demonstrando uma tabela com os intervalos ótimos de manutenção preventiva de cada LRU para os dois sistemas selecionados. Além dos comentários finais mostrando as dificuldades e pontos de atenção encontrados durante a realização deste estudo piloto.

Ao final do estudo apresentam-se algumas propostas de trabalhos futuros e as referências bibliográficas.



## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO EQUIPAMENTO EM ESTUDO

### 2.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

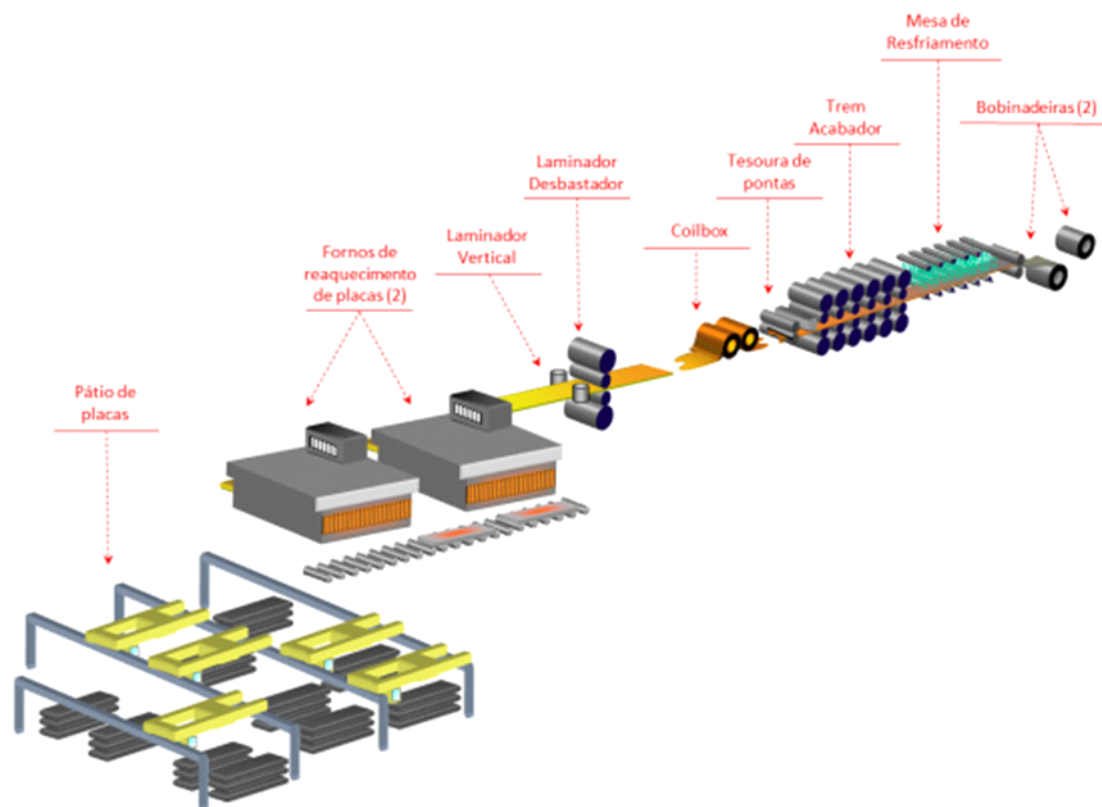
A ArcelorMittal Tubarão é uma siderúrgica integrada com capacidade anual instalada de produção de 7,5 milhões de toneladas, sendo 3,5 milhões de placas e 4,0 milhões de laminados planos. O mercado de seus produtos é diversificado, atendendo a indústria automotiva, naval, petrolífera, aços estruturais e etc.

Figura 2.1 – Fluxo produtivo da ArcelorMittal Tubarão – Produção de Placas



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

Figura 2.12 – Fluxo produtivo da ArcelorMittal Tubarão – Produção de Laminados Planos



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

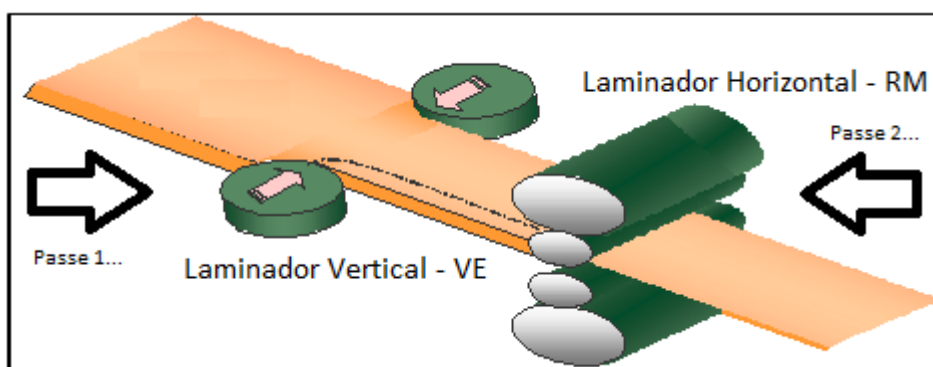
O Laminador Desbastador entrou em operação em agosto de 2002 e é um equipamento em série integrado aos demais 8 equipamentos da linha de produção do LTQ, como pode ser visto na Figura 2.2 acima.

## 2.2 APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO DO ESTUDO DE CASO

Este equipamento é basicamente a primeira etapa do processo de laminação a quente e é composto por uma Unidade de Descarepação Primária e por duas cadeiras de laminação, o Laminador Vertical – VE e o Laminador Horizontal – RM, sendo os principais itens macro deste equipamento, que pode operar entre 5 e 9 passes para promover as grandes reduções na placa de aço, transformando-a em

um esboço de espessura e largura específicas para atender aos requisitos de entrada do trem acabador, sendo este a próxima etapa do processo e que corresponde a uma segunda seção de laminação para obtenção do laminado plano ou como é mais conhecido com bobina a quente, com espessuras na faixa de até  $\pm 2$  milímetros (VAI UK, 2000).

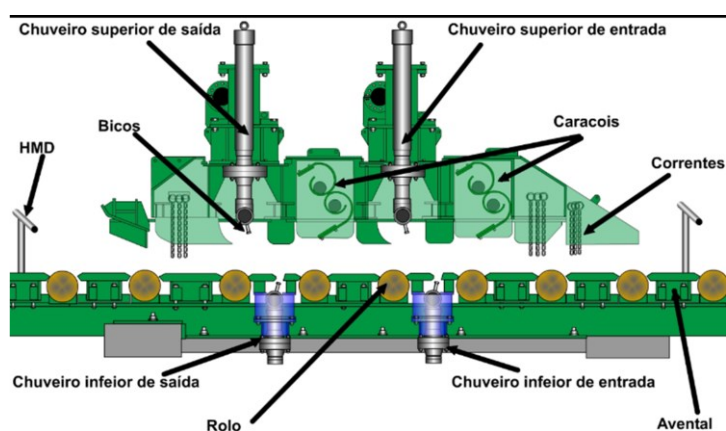
Figura 2.23 – Figura ilustrativa do processo de laminação do Laminador Desbastador



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

O processo do Laminador Desbastador se inicia recebendo as placas aquecidas dos fornos de reaquecimento a cerca de 900 °C, que são direcionadas para a Unidade de Descarepação Primária, cuja função é remover os óxidos de ferro (carepas) formados na superfície das placas de aço antes do mesmo ser laminado, evitando, assim, a presença destes óxidos no material processado. São utilizados jatos de água com pressão de cerca de 190 bar (VAI UK, 2000).

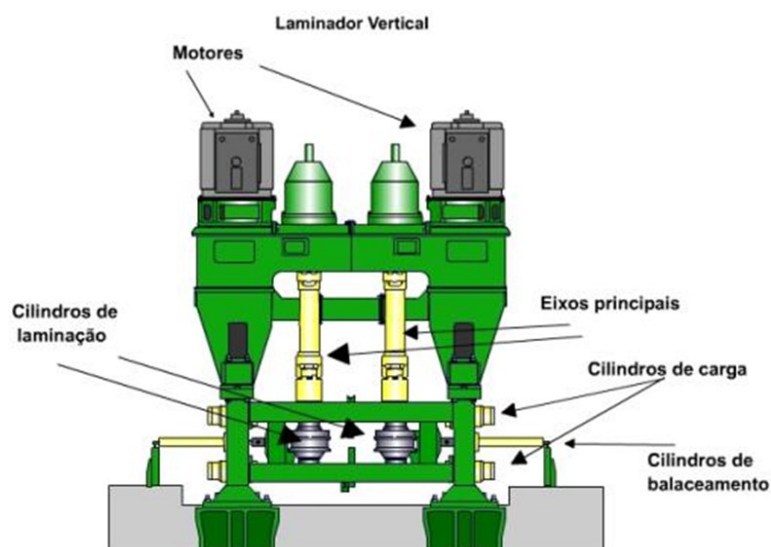
Figura 2.24 – Figura ilustrativa da Unidade de Descarepação Primária



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

Após passar pela Unidade de Descarepação Primária, a placa de aço segue para o Laminador Vertical, que é composto por cilindros com movimento de rotação, e cada cilindro é acionado individualmente por uma caixa de redução acoplada em um motor elétrico de 1.500 kW de potência e a relação de engrenagens da caixa de redução é de 21/5, assim com uma abertura máxima de 2.150 mm e a mínima de 550 mm, esse movimento que garante a largura desejada do esboço a ser laminado na etapa seguinte (VAI UK, 2000).

Figura 2.25 – Figura ilustrativa do Laminador Vertical



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

Agora o esboço segue para o Laminador Horizontal do tipo quádruplo reversível e é o responsável pela redução de espessura do esboço. Composto por quatro cilindros de laminação: dois de trabalho e dois de encosto, empilhados de forma vertical. Opera com uma velocidade de até 6,31 m/s para manter uma alta temperatura de saída, sendo que cada cilindro de trabalho é diretamente acionado por motor AC 7.500 kW. O controle de abertura feito por um par de parafusos mecânicos de acionamento elétrico e um par de cápsulas hidráulicas, laminando esboço inicialmente de 200 a 250 mm de espessura para formação da chapa grossa de 20 a 40 mm de espessura (VAI UK, 2000).

Figura 2.26 – Figura ilustrativa do Laminador Horizontal



Fonte: adaptado de arquivos internos da ArcelorMittal Tubarão (2019).

A estrutura do Laminador Desbastador é compartilhada com essas três etapas macro e opera em perfeito sincronismo para transformar a placa de aço em um esboço e depois caracterizado como chapa grossa, que pode ser considerada como produto final, devido a uma pequena demanda por este tipo de material e mais 99% segue a linha do LTQ até se transformar em bobinas à quente.

## 2.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi ilustrado todo o processo produtivo da ArcelorMittal Tubarão, com detalhamento maior para os equipamentos foco deste estudo de caso, demonstrando as suas principais características.

Com o Laminador Desbastador ligado em série com o LTQ, faz-se a necessidade de ter este ativo em plena confiabilidade, conforme o tripé de custo, risco e desempenho para que o LTQ tenha as suas funções desempenhadas de forma a agregar valor ao negócio.

No próximo capítulo será desenvolvido o referencial teórico, em que será destacado todas as técnicas a serem utilizadas para desenvolvimento deste estudo de caso, com base nas metodologias da engenharia de confiabilidade.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico com os principais fundamentos da engenharia da confiabilidade utilizados neste estudo de caso.

#### 3.1 PARÂMETROS DA CONFIABILIDADE

Segundo PALLEROSI (2007a), BAZOVSKY (2004) e RELIAWIKI.ORG (2019), a metodologia para estimar os parâmetros da Confiabilidade e Manutenibilidade envolve algumas etapas tais como: Tipos de amostras, tipos de dados, distribuição estatística e seus parâmetros, método para estimativa dos parâmetros, precisão, comparação e seleção.

##### 3.1.1 Tipos de Amostras

Em relação às amostras a serem coletadas existem três tipos (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004):

- a) Não agrupados, ou seja, dados individuais.
- b) Agrupados, representam os tempos de falhas agrupados e a quantidade de ocorrências.
- c) Forma Livre, é formada pelos dados admitidos.

##### 3.1.2 Tipos de Dados

Durante as coletas de dados ou variáveis aleatórias contínuas, foco deste trabalho, serão utilizados dois tipos de dados, tais como: Dados Completos e Dados Censurados (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

- a) Dados completos: são conhecidos o momento inicial e o final da vida do componente, ou seja, o tempo exato até a falha (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

- b) Dados Censurados à direita ou suspensos: é conhecido o tempo inicial e o final é determinado pela interrupção de sua utilização, ou seja, o componente ainda não falhou, mas foi retirado de operação (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).
- c) Dados censurados por intervalos: é conhecido o momento inicial de utilização e o tempo final é determinado por um intervalo conhecido, sendo bem comum entre as duas últimas inspeções (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).
- d) Dados Censurados à esquerda: é conhecido o tempo final, mas não é conhecido o momento inicial exato. Sendo semelhante ao dado censurado por intervalo, pois se determina um intervalo de utilização conhecido, que neste caso é de 0 (zero) até tempo final conhecido (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

### 3.1.3 Distribuição Estatística e seus Parâmetros

Existe uma grande diversidade dos comportamentos de falhas dos componentes durante o uso. Alguns com pequenas vidas e outros com durabilidades de séculos. Ocorrências acentuadas logo no início da utilização, outras após um processo de desgaste e também comportamentos de forma aleatória. Assim, para definir a representação da confiabilidade de um determinado componente e com base nos seus dados de falhas, será atribuída uma distribuição estatística que descreva tal comportamento, ou seja, a sua distribuição de vida dentro de um contexto operacional (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

Existem vários tipos de distribuições estatísticas disponíveis para definir matematicamente o comportamento das falhas dos componentes ao longo do tempo. Algumas mais complexas e às vezes limitadas, outras quase que universais, e as específicas, mas dentro deste universo há quatro distribuições mais usuais, tais como: Exponencial, Weibull, Lognormal e Normal (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

- a) Distribuição Exponencial: sua aplicação típica é para equipamentos eletrônicos, ou seja, vários componentes em série, onde a taxa de falha é constante (Equação 3.1, adaptado de PALLEROSI, 2007a).



$$f(T) = \lambda e^{-\lambda(T-\gamma)} \quad (3.1)$$

- Onde  $T$  é a variável aleatória e o parâmetro  $\lambda$  representa a taxa de falha da variável aleatória.
  - O parâmetro de localização  $\gamma$  é pouco utilizado e representa o deslocamento da distribuição.
- b) Distribuição Weibull: é a versátil e mais utilizada entre as distribuições nos estudos de confiabilidade devido ao seu parâmetro de forma ( $\beta$ ). A sua taxa de falha pode ser crescente, decrescente e ou constante (Equação 3.2, adaptado de PALLEROSI, 2007a).

$$f(T) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{T - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{T-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (3.2)$$

- Onde  $\beta$  (Beta) é o parâmetro de forma ou inclinação da curva
  - Onde  $\eta$  (Eta) é o parâmetro de escala ou vida característica
  - Onde  $\gamma$  (Gama) é o parâmetro de localização e também chamado de vida mínima.
- c) Distribuição Lognormal: sua aplicação ocorre principalmente quando há uma significativa quantidade de falhas no início da vida e poucas falhas no fim de vida. A sua taxa de falha é inicialmente crescente e então decresce assintoticamente para zero (Equação 3.3, adaptado de PALLEROSI, 2007a).

$$f(t') = \frac{1}{t' \sigma' \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{t' - \mu'}{\sigma'} \right)^2} \quad (3.3)$$

- Onde  $t' = \ln(t)$  e  $t$  é a variável aleatória ou os tempos até a falha

- Onde  $\mu'$  é a média do logaritmo natural dos tempos até a falha
  - Onde  $\sigma'$  é o desvio padrão dos logaritmos naturais dos tempos até a falha.
- d) Distribuição Normal: sua aplicação ocorre principalmente quando há poucas falhas no início e no fim da vida e uma concentração de um valor médio. A sua taxa de falha é sempre crescente (Equação 3.4, adaptado de PALLEROSI, 2007a).

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (3.4)$$

- Onde  $\mu$  é a média dos tempos até a falha
- Onde  $\sigma$  é o desvio padrão dos tempos até a falha.

#### 3.1.4 Métodos para estimativa dos parâmetros das Distribuições Estatísticas

Em um conjunto de dados é necessário estimar os parâmetros que irão caracterizar uma determinada distribuição. Existem vários métodos para estimar esses parâmetros das distribuições citadas na seção anterior, mas por questões de aplicabilidade e praticidade em estudos de confiabilidade são utilizados dois métodos para a grande maioria dos casos, o Método de Regressão Linear (RRX ou RRY) e o Método da Máxima Verossimilhança, mais conhecido em inglês como *Maximum Likelihood Estimation* – MLE (PALLEROSI, 2007a).

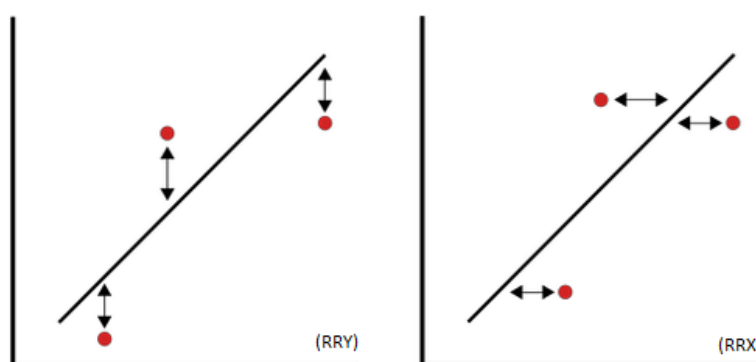
Não será explorada a fundamentação matemática, pois devido à complexidade, os cálculos não serão realizados manualmente e sim por programas computacionais já conceituados.

##### 3.1.4.1 Método Regressão Linear

O termo regressão linear e métodos dos mínimos quadrados são sinônimos e é a forma de estimação gráfica mais amplamente utilizada. Este método permite o alinhamento da reta sobre os pontos, tal que a soma das diferenças ao quadrado

dos pontos à reta seja minimizada, se a regressão for em Y, será escolhido o alinhamento que minimizar a soma dos quadrados dos desvios verticais entre os pontos e a reta (RRY); se a regressão for em X, será escolhido o alinhamento que minimizar a soma dos quadrados dos desvios horizontais (RRX). Usualmente utilizado para amostras pequenas e com dados completos (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

Figura 3.1 – Ilustração gráfica do Método de Regressão Linear

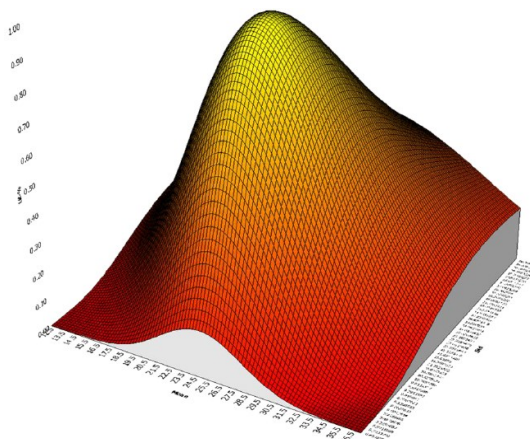


Fonte: adaptado RELIAWIKI.ORG, 2019.

#### 3.1.4.2 Método da Máxima Verossimilhança

Este método estatístico não gráfico visa estimar os parâmetros que maximizam a probabilidade de que o dado pertence a esta distribuição e ao conjunto de parâmetros. Construindo uma função de verossimilhança como produto das densidades, assumindo independência. Usualmente utilizado para grandes amostras, com dados agrupados e misturados (Completo e Censurados) (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

Figura 3.12 – Ilustração gráfica do Método da Máxima Verossimilhança



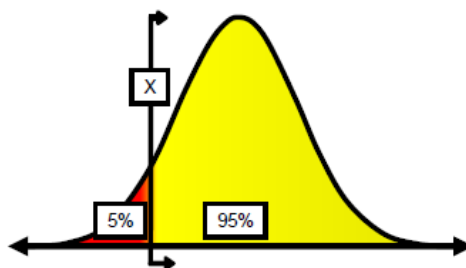
Fonte: adaptado RELIAWIKI.ORG, 2019.

### 3.1.5 Precisão

Segundo PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004 a precisão está relacionada com a dispersão dos dados coletados e a sua representatividade para descrever uma população ou o comportamento característico do componente em estudo. Assim, para descrever o quanto os resultados obtidos são confiáveis é necessário estabelecer um nível de confiança, que usualmente é utilizado entre 90 a 95% e um tipo de intervalo poderá ser representado, além da verificação do coeficiente de correlação. No caso dos intervalos de Confiança, há três tipos de representação:

- a) Unilateral Inferior: para um nível de confiança de 95%, significa que 95% do valor  $X$  é maior que a linha limite, plotada na figura abaixo (PALLEROSI, 2007a):

Figura 3.13 – Representação do Intervalo de Confiança Unilateral Inferior



Fonte: adaptado PALLEROSI, 2007.

- b) Unilateral Superior: para um nível de confiança de 95%, significa que 95% do valor  $X$  é menor que a linha limite, plotada na figura abaixo (PALLEROSI, 2007a):

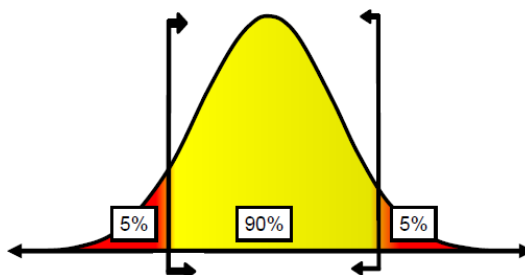
Figura 3.14 – Representação do Intervalo de Confiança Unilateral Superior



Fonte: adaptado PALLEROSI, 2007.

- c) Bilateral: para um nível de confiança de 90%, significa que 90% do valor  $X$  estará entre os dois limites das linhas limites, plotadas na figura abaixo (PALLEROSI, 2007a):

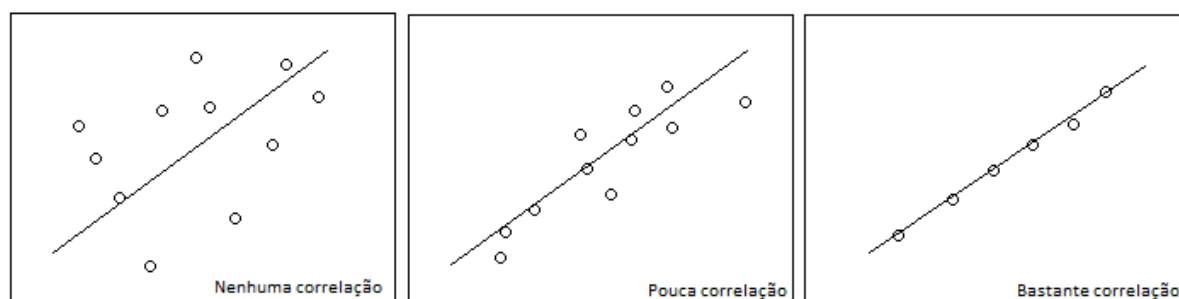
Figura 3.15 – Representação do Intervalo de Confiança Bilateral



Fonte: adaptado PALLEROSI, 2007.

No caso da análise do coeficiente de correlação, temos novamente a dispersão dos dados em relação a representação da regressão linear. Devido a complexidade não será demonstrado matematicamente. Na visão gráfica a correlação pode ser visualizada como nenhuma, pouca ou bastante correlação, conforme figura abaixo (PALLEROSI, 2007a):

Figura 3.16 – Representação da do coeficiente de correlação da regressão linear.



Fonte: adaptado PALLEROSI, 2007.

Já visualizando os resultados da correlação de forma numérica, quanto mais próximo de 1 absoluto melhor será a correlação dos dados com a regressão linear, conforme quadro abaixo (PALLEROSI, 2007a e BAZOVSKY, 2004).

Quadro 3.1 - Grau de Correlação em relação a estimativa do Coeficiente de Correlação

Resultado da Correlação	Grau de Correlação
$p \geq 0,98$	Excelente
$0,95 \leq p < 0,98$	Muito boa correlação
$0,90 \leq p < 0,95$	Boa correlação
$0,80 \leq p < 0,90$	Regular correlação
$0,70 \leq p < 0,80$	Fraca correlação
$p > 0,70$	Pouca ou nenhuma correlação

Fonte: adaptado Pallerosi (2007)

Desta forma, fazer a interpretação do coeficiente de correlação de forma numérica, fica mais precisa para análise dos dados.

### 3.1.6 Comparação e a Seleção da Distribuição Estatística Final

Nesta etapa final do processo de seleção da melhor distribuição que represente o comportamento da amostra de dados, é recomendado que se faça uma comparação dos resultados obtidos com a opção 1 e com outros resultados de outras possíveis opções, visualizando assim a melhor aderência e análise crítica para a distribuição estatística que será adotada. Analisando assim se há limitações e distorções ao tentar estimar alguns pontos característicos com base nos parâmetros definidos, tais como, a Vida Média e os extremos da distribuição (PALLEROSI, 2007a, BAZOVSKY, 2004 e LAFRAIA, 2001).

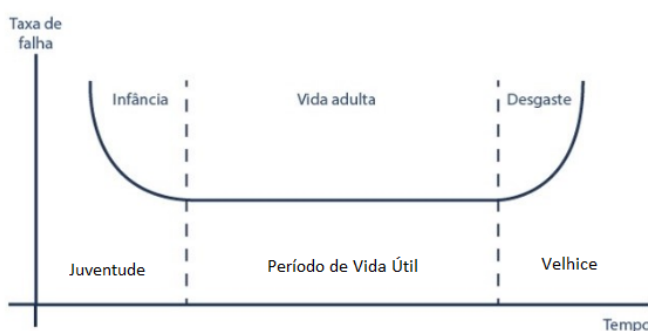
## 3.2 DEFINIÇÃO DE CONFIABILIDADE

Segundo PALLEROSI (2007b) e LAFRAIA (2001) a confiabilidade de um componente ou sistema é expressa por uma determinada probabilidade do mesmo em funcionar conforme requerido por um período específico e em condições operacionais e ambientais estabelecidas. O evento de falha ou perda funcional é o agente que interrompe essa dada confiabilidade.

Dentro do arcabouço das teorias de análises de dados de vida, mostra-se que há três distintos períodos que ilustra os tipos e causas das falhas ou taxas de falhas. No primeiro período as falhas que ocorrem na fase inicial de operação dos componentes são denominadas de Juventude ou taxa de falha decrescente e é causada por erros de fabricação e ou erros de montagens. O segundo período corresponde à vida útil propriamente dita, com taxa de falha constante, ou seja, caracterizada por um significado e longo período de operação, sem nenhuma ou poucas intervenções de manutenção. Já no terceiro período ocorrem as falhas por velhice, ou seja, no final da vida do componente. A taxa de falha é crescente e bastante influenciada por um processo de degradação e fadiga (PALLEROSI, 2007b e LAFRAIA, 2001).

A curva característica de variação da taxa de falha é conhecida como curva da banheira, que demonstra claramente os três períodos citados acima (PALLEROSI, 2007b).

Figura 3.27 – Curva da banheira



Fonte: adaptado PALLEROSI, 2007.

### 3.3 DEFINIÇÃO DA MANTENABILIDADE

Após a ocorrência de uma falha e paralisação das operações, vem a necessidade de restabelecer o processo. Assim, a manutenibilidade segundo PALLEROSI (2007b) e LAFRAIA (2001) a manutenibilidade de um componente ou sistema é expressa por uma determinada probabilidade do mesmo ser mantido mediante os procedimentos e meios prescritos, em um período de tempo específico, em condições operacionais e ambientais estabelecidas e por uma equipe habilitada.



Em um processo de reparo pode-se verificar uma grande diversidade de cenários e isso pode demandar longos tempos de reparos com grande variabilidade para se completar um mesmo ciclo de reparo. Deste modo, também nota-se três períodos característicos, sendo eles:

- a) Uma probabilidade de ser reparado em um curto período, ou seja, por simples troca do componente ou fácil ajuste para restabelecer o bom funcionamento. Neste caso, a estratégia da manutenção corretiva programada já propicia as ações de correção (PALLEROSI, 2007b e LAFRAIA, 2001).
- b) Neste segundo cenário há uma necessidade de identificação e localização da falha e, além disso, ainda pode demandar várias etapas para realização do reparo (Desmontagem, trocas, ajustes, testes e outros), com isso pode haver grande variabilidade do tempo estimado para se concluir o reparo. Neste caso, a estratégia da manutenção visa à não ocorrência destes eventos corretivos não programados, com manutenção preditiva e preventiva para mitigar ao máximo essas ocorrências indesejadas (PALLEROSI, 2007b e LAFRAIA, 2001).
- c) Por último nota-se um tempo estimado bem definido devido às lições aprendidas ao longo do tempo para consecução dos reparos, ou seja, quando ocorre uma determinada falha já conhecida, há um procedimento estabelecido e um dado tempo de reparo (PALLEROSI, 2007b e LAFRAIA, 2001).

### 3.4 DEFINIÇÃO DE DISPONIBILIDADE

Segundo PALLEROSI (2007b), BAZOVSKI (2004) e LAFRAIA (2001) a disponibilidade é expressa por uma determinada probabilidade de um componente ou sistema em funcionar para uma determinada missão estabelecida por um período de tempo específico, levando-se em conta a combinação dos aspectos da confiabilidade e manutenibilidade, em condições operacionais e ambientais estabelecidas e com custos de reparos viáveis economicamente. Há vários tipos de disponibilidade mensuráveis:

- a) Disponibilidade Instantânea: probabilidade de um componente ou sistema, seja operacional em qualquer duração aleatória, em determinadas condições e recursos. De forma simplificada, seria o tempo total de bom funcionamento dividido pelo tempo total de funcionamento (BAZOVSKI, 2004).
- b) Disponibilidade Média: é a média da disponibilidade instantânea em um determinado intervalo (BAZOVSKI, 2004).
- c) Disponibilidade Assintótica: é a disponibilidade real do componente ou sistema durante um longo período de utilização (BAZOVSKI, 2004).
- d) Disponibilidade Operacional: é a disponibilidade de um componente ou sistema levando em consideração a confiabilidade, manutenibilidade e demais intervenções operacionais devido aos atrasos logísticos e administrativos (BAZOVSKI, 2004).
- e) Disponibilidade Inerente: é a disponibilidade levando em consideração a confiabilidade e manutenibilidade, ou seja, sem os atrasos operacionais (BAZOVSKI, 2004).
- f) Disponibilidade Realizada: é a disponibilidade levando em consideração a confiabilidade e manutenibilidade, além de outras ações da estratégia da manutenção (preventivas, corretivas e inspeções que param o sistema) e as demais intervenções operacionais (BAZOVSKI, 2004).

### 3.5 ENTREVISTAS DE CONFIABILIDADE

Quando for evidenciada uma baixa qualidade dos dados dos sistemas de controle da manutenção, em que não há a viabilidade de utilização dos dados para descrever as falhas em nível de LRU, por exemplo, há ainda um recurso que possibilita, de forma metodológica, a definição dos parâmetros das distribuições estatísticas que descrevam os comportamentos dos componentes. Esse recurso é chamado de Entrevista de Confiabilidade, ou seja, uma forma de coleta de informações oriunda do conhecimento dos envolvidos e responsáveis pela manutenção dos equipamentos (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

Assim, esses conhecimentos que não foram corretamente registrados nos sistemas de controle da manutenção, serão resgatados das memórias e planilhas

auxiliares não estruturadas dos especialistas, inspetores e executores das manutenções preventivas e corretivas (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

Esta Entrevista de Confiabilidade é estruturada com objetivo a obter as informações de forma representativa e que descreva os comportamentos como se tivéssemos os dados históricos dos mesmos. Lógico que distorções não são totalmente descartadas, por se trata de informações qualitativas, que serão transformadas em quantitativas (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

A sequência de perguntas para cada subsistema ou componente segue a seguinte lógica para melhor caracterização do comportamento de confiabilidade e manutenabilidade:

- a) Determinar a taxa de falha característica, conforme segregação da curva da banheira (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- b) Determinar os pontos característicos da distribuição de confiabilidade e manutenabilidade, sendo questionado sobre o período em que há cerca de 10, 50 e 90% do histórico de falhas, ou seja, qual seria o tempo em que inicia as falhas ou é observado 10% das falhas do componente e assim por diante, para os demais marcos. Pois com esses pontos característicos é possível modelar uma distribuição estatística e caracterizar tal comportamento, conforme exemplo da tabela abaixo (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b):

Quadro 3.2 - Quadro ilustrativo da Entrevista de Confiabilidade para pontuar os três marcos principais para definição do comportamento estatístico de um componente

<b>Componentes</b>	<b>10% das falhas</b>	<b>50% das Falhas</b>	<b>90% das falhas</b>
A	6 meses	14 meses	18 meses

Fonte: adaptado RELIAWIKI.ORG,2019.

- c) Verificar se há algum sinal evidente que caracterize um momento anterior da falha propriamente dita, ou seja, há uma sinalização através de

desgaste, vibração, ruído, vazamentos e outros. Isso poderá ilustrar o comportamento e modo de falha do componente (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);

- d) Verificar se há algum sinal evidente que pode ser monitorado com instrumentos, ou seja, há possibilidade de detectar através de uma manutenção preditiva e até mesmo uma inspeção sensitiva (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- e) Verificar se existe um processo de degradação característico e definir quais são os períodos que já ocorram falhas, sendo os marcos de 10, 50 e 90% das falhas (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- f) Verificar quando a falha não for detectável em operação normal, se há algum teste ou tipo de inspeção que possa torná-la evidente. Esse tipo de questionamento sugere uma resposta de sim ou não e em caso afirmativo o que poderia ser feito, ou seja, verificar se há alguma estratégia de manutenção para mitigar esse modo de falha (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- g) Verificar qual seria o tempo gasto pela equipe de manutenção para diagnosticar a falha quando o sistema parar. Isso irá demonstrar a dificuldade de detecção, mesmo após a ocorrência da falha (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- h) Verificar conforme já descrito no item b acima, o tempo em que após a ocorrência da falha, a equipe de manutenção conseguiu realizar os devidos reparos e disponibilizar o sistema para operação novamente (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- i) Verificar o tempo de logística e a disponibilidade dos sobressalentes necessários para realização dos reparos, além de itens auxiliares. O intuito é observar alguma dificuldade e o tempo adicional que deverá ser adicionado ao tempo de reparo definido para o componente (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b);
- j) Por último, é questionado aos envolvidos se há algum fator que prejudique ou aperfeiçoe o tempo de reparo após a ocorrência de falhas (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

Geralmente as entrevistas podem ser realizadas com todos os envolvidos juntos e isso oportuniza um debate objetivo, no qual cada um pode fazer a sua contribuição e ao mesmo tempo um consenso entre eles, aumentando assim a qualidade da entrevista (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

Após a estimativa dos tempos de pelo menos dois marcos (10%, 50% e 90% das falhas) da Entrevista de Confiabilidade, é utilizado um sistema especializado e seguido os mesmos passos citados no item 3.1 para definição da melhor distribuição estatística (RELIAWIKI.ORG,2019 e PALLEROSI, 2007b).

### 3.6 CONFIABILIDADE DE SISTEMA

Segundo PALLEROSI (2007b) e WALPOLE (2012), um sistema é a representação de vários subsistemas e/ou um conjunto de componentes combinados entre si, de uma forma lógica a fim de produzir uma funcionalidade desejada. A representação desses subsistemas ou componentes é através do diagrama de blocos de confiabilidade, ou seja, cada bloco será configurado com sua distribuição estatística de confiabilidade e manutenibilidade. Além disso, outros parâmetros tais como: tipos de sistemas (estáticos ou dinâmicos) e tipos de arranjos dos blocos (série, paralelo, complexo e misto) também precisam ser configurados para que os *softwares* especializados possam reproduzir a confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade do sistema.

Os sistemas estáticos são aqueles que estão congelados no tempo, ou seja, não variam em função do tempo, assim as distribuições estatísticas são representadas por um valor numérico e este valor constante é atribuído a cada bloco. No caso dos sistemas dinâmicos há uma dependência do tempo para reproduzir os efeitos das distribuições estatísticas atribuídas em cada bloco ao longo tempo. Os *softwares* especializados utilizam o Método de Monte Carlo para geração massiva de números aleatórios uniformemente distribuídos no mesmo intervalo que representam as distribuições estatísticas. Assim, durante uma simulação este processo é repetido sucessivas vezes para calcular os parâmetros do sistema com base nos seus subsistemas e/ou componentes (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Detalhando de forma básica os tipos de arranjo dos blocos, segue:

- a) Bloco em Série é representado quando o diagrama de blocos possui um conjunto de subsistemas e/ou componentes, que derrubam o funcionamento do sistema caso algum bloco entre em falha, ou seja, não há outro caminho para manter o sistema funcionando (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).
- b) Bloco em Paralelo é representado quando o diagrama de blocos possui um conjunto de subsistemas e/ou componentes, que não derrubam o funcionamento do sistema caso algum bloco entre em falha, ou seja, há outro caminho para manter o sistema funcionando (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).
- c) Blocos Mistos são representados com blocos em Série e Paralelo (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

No caso do diagrama de blocos Complexo, serão observadas várias combinações em série e paralelo, além de mais algumas possíveis funcionalidades e redundâncias para melhor representar as estruturações reais dos subsistemas e/ou componentes para atingimento de uma determinada confiabilidade de um sistema (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Dado um diagrama de blocos com cinco componentes em paralelo, no qual o sistema precisa de apenas três itens ativos para continuar em pleno funcionamento, observa-se a funcionalidade de K de N, em que o K representa o número de componentes ativos e N o número disponível de componentes (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

A funcionalidade chamada de *containers* tem uma ação parecida com a citada acima, mas neste caso ainda é possível inserir um fator de comutação, pois os possíveis componentes disponíveis precisam ser ativados para entrarem em operação (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

No caso de componentes em *Standby*, tem-se três tipos característicos associados há um tempo constante ou uma distribuição estatística de comutação, sendo:

- a) *Cold Standby* é representada em componentes que não podem falhar quando em repouso, ou seja, não há uma degradação em *standby* (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

- b) *Warm Standby* é representada em componentes que possuem uma taxa de falha reduzida quando em repouso, ou seja, em relação ao componente ativo (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).
- c) *Hot Standby* é representado quando a distribuição de falha em modo de repouso é a mesma do componente ativo (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

No caso de um diagrama com componentes em paralelo sempre haverá a permanência do sistema, caso um dos caminhos estejam disponíveis. Mas isso não garante a capacidade produtiva do sistema, pois em um processo de dois componentes em paralelo simples, cada caminho será responsável por 50% da capacidade produtiva e quando um componente falhar terá uma perda parcial da produção, mesmo com a indicação de 100% de disponibilidade do sistema. Uma funcionalidade chamada de *Load Sharing*, representa os itens em paralelo de forma que os demais itens ativos aumentem a sua carga de produção para compensar um certo número de componentes em falha (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Portanto, as combinações mais variadas são oportunas para que a construção do diagrama de blocos possa ser capaz de representar o modelo real da melhor forma possível e garantir a representatividade nas simulações e, com isso, interpretar o que poderá ocorrer ao longo do tempo e assim ganhar conhecimento para formulação dos planos de ações e estratégias de manutenções preventivas e/ou corretivas planejadas (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Agora a matemática para representar a confiabilidade dos sistemas em série é dada pela equação 3.5, adaptado de PALLEROSI, 2007b:

$$R(t) = R_1(t) * R_2(t) * R_3(t) * \dots * R_n(t) \quad (3.5)$$

Onde:

$R_s$  = Representa a confiabilidade do sistema

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Representa a confiabilidade de cada componente

No caso dos sistemas em paralelos, temos a equação 3.5, adaptado de PALLEROSI, 2007b:

$$R(t) = 1 - [(1 - R_1(t)) * (1 - R_2(t)) * (1 - R_3(t)) * \dots * (1 - R_n)] \quad (3.6)$$

Onde:

$R_s$  = Representa a confiabilidade do sistema

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Representa a confiabilidade de cada componente

No caso dos sistemas combinados, será feita as equivalências em séries e paralelos até que tenhamos os itens equivalentes em séries e assim será calculada a confiabilidade do sistema. Isso é facilmente calculado com os *softwares* especializados devido à todas as parametrizações em algoritmos e às vezes é quase que impossível serem definidas analiticamente (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

### 3.7 OTIMIZANDO A DISPONIBILIDADE E A CONFIABILIDADE

A busca por fazer a coisa certa e no momento certo se traduz em desempenho para o negócio através da melhoria de todos os subsistemas ou componentes, que por sua vez irá melhorar o sistema e produzir um bom funcionamento cada vez mais eficiente, ou seja, com custo benefício adequado ao cenário de exposição atual (PALLEROSI, 2007c e WALPOLE, 2012).

Nos estudos de confiabilidade é comum desejar que um dado componente seja mais confiável, mas esse processo de desenvolvimento pode custar caro para um aumento não significativo de confiabilidade (PALLEROSI, 2007b). Daí nasce a aplicação de redundâncias, ou seja, um mesmo componente ligado em paralelo ou simplesmente em *standby*. Com isso teremos um aumento da confiabilidade dos sistemas, mas esbarraremos novamente no montante de investimentos dos ativos e isso pode inviabilizar o projeto ou o retorno não ser tão atrativo (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Por outro lado, temos as diversas intervenções de manutenções nos sistemas, ou seja, ações de reparo ou substituições dos subsistemas ou



componentes. Daí surge a análise da disponibilidade e da confiabilidade de acordo com os intervalos entre manutenção em relação aos custos envolvidos para tolerar as falhas, uma vez que novos projetos ou redundâncias não são tão atrativos (LAFRAIA, 2001).

Basicamente há três tipos de manutenção (preventiva, preditiva e corretiva) e cada uma com estratégias bem definidas. A manutenção preventiva é aquela que possui uma estratégia de prevenir falhas nos componentes, ou seja, com o conhecimento histórico e através de inspeções, são determinadas as intervenções de forma planejada para anteceder às falhas e sem gerar instabilidade operacional para garantir o bom funcionamento do sistema. Nesta modalidade pode haver intervenções por tempo devido aos processos de desgastes dos componentes e através das sinalizações das inspeções sensitivas (LAFRAIA, 2001).

A manutenção preditiva é um pouco mais avançada que a preventiva, pelo fato de monitorar os componentes, através de várias técnicas de inspeções instrumentadas, para controlar as possíveis falhas e solicitar as intervenções por condição dos componentes, dentro do planejamento das manutenções preventivas (LAFRAIA, 2001).

Já as manutenções corretivas são segregadas em corretiva planejada e não planejada, na primeira, estrategicamente, é melhor deixar o componente falhar, pois as ações preventivas não garantem o seu bom funcionamento devido às falhas aleatórias, ou seja, taxas de falhas constantes. Neste caso os custos preventivos podem superar os custos corretivos planejados. As manutenções não planejadas são sempre indesejáveis, pois não foram percebidas pelas inspeções sensitivas e instrumentadas e podem gerar grandes instabilidades operacionais e altos custos (LAFRAIA, 2001).

Diante disso, é recomendada a otimização do intervalo entre as manutenções preventivas com a influência dos custos operacionais do sistema. Para isso é necessário adotar algumas premissas, tais como (RELIWIKI.ORG, 2019 e PALLEROSI, 2017b):

- a) O subsistema ou componente a ser mantido deve ser representado por uma taxa de falha crescente;
- b) Os custos envolvidos nas intervenções preventivas devem ser significativamente menores que os custos das intervenções corretivas.

Para obtenção do intervalo ótimo, usa-se a função de custo por unidade de tempo, dada pela equação 3.7, adaptado RELIWIKI.ORG, 2019:

:

$$\begin{aligned}
 CPUT(t) &= \frac{\text{Custo total de reposição esperado por Ciclo}}{\text{Tamanho esperado do Ciclo}} \\
 &= \frac{C_p \cdot R(t) + C_u \cdot (1 - R(t))}{\int_0^t R(s) ds}
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Onde:

$CPUT(t)$  – Custo por unidade de tempo

$C_p$  – Custo das intervenções planejadas

$C_u$  – Custo das intervenções não planejadas

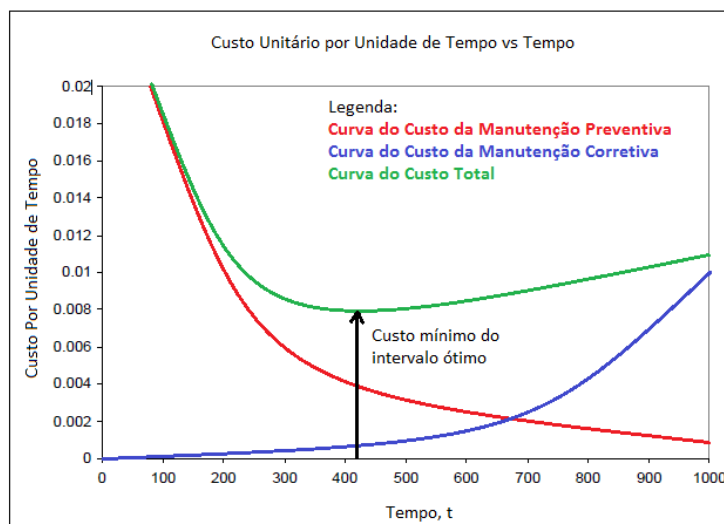
$R(t)$  – Confiabilidade no tempo  $t$

Para, finalmente, definirmos o tempo ótimo entre as intervenções planejadas de um subsistema ou componente analisado, basta derivar a função  $CPUT(t)$  e igualá-la a zero, conforme equação 3.8, adaptado RELIWIKI.ORG, 2019:

$$\frac{\partial [CPUT(t)]}{\partial t} = 0
 \tag{3.8}$$

Segue abaixo um exemplo gráfico tradicional que ilustra o balanceamento dos custos correspondentes da Manutenção Corretiva, Preventiva e do Custo Total para determinar o intervalo ótimo da manutenção preventiva (RELIWIKI.ORG, 2019):

Figura 3.78 – Custo unitário por unidade de tempo



Fonte: adaptado RELIAWIKI.ORG (2019)

Para obtenção dos custos preventivos e corretivos são levados em consideração os gastos com a manutenção e os impactos operacionais, bem como o lucro cessante devido às perdas de produção basicamente irreversíveis e não previstas no balanceamento no ciclo orçamentário, em que são projetados os resultados esperados do negócio (RELIWIKI.ORG, 2019 e PALLEROSI, 2017c).

### 3.8 ANÁLISE RAM (CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE E DISPONIBILIDADE)

Após concluir os fatores e disposição que configuram os blocos, que consequentemente, representam os subsistemas e componentes de um sistema, chega a hora de realizar uma simulação para um determinado tempo e, assim, visualizar as características de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade do sistema. Além das distribuições estatísticas ainda é possível configurar outros parâmetros tais como: custos de material, serviços e equipes de manutenção, fatores de produção, se um determinado bloco para ou não o sistema, fatores de stress e outros devido à complexidade de cada simulação (PALLEROSI, 2007b).

Com essa simulação chamada de Análise RAM (Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade, ou do inglês, *Reliability, Availability e Maintainability*), é possível auferir uma série de informações para análise do sistema e favorecer as tomadas de decisão e estratégias de manutenção a serem adotadas (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Como os resultados da análise RAM têm-se várias informações preciosas do sistema e de cada bloco, tais como: disponibilidade, produção, tempo das manutenções preventivas e corretivas, número de falhas, custos (material, serviços, equipes de manutenção e lucro cessante), ou seja, todos os detalhes que irão ilustrar os pontos críticos e assim favorecer as ações de controle, visualizar os gargalos, os blocos que mais falham e os que possuem o maior tempo de reparo (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

Portanto, com base nos comportamentos estatísticos serão observados os diversos ciclos de cada bloco ao longo do tempo simulado e gerarão uma série de *insights* para a estratégia de manutenção (PALLEROSI, 2007b e WALPOLE, 2012).

### 3.9 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram exploradas as oito etapas para escolha de uma distribuição estatística que definirá o comportamento da confiabilidade e manutenibilidade dos subsistemas e componentes através dos seus dados históricos. A disposição em diagrama de blocos e as suas possíveis disposições de série e paralelo, com intuito de melhor representação do sistema, além dos conceitos da Análise RAM e a metodologia para definição dos intervalos ótimos das manutenções dos componentes que possuem taxa de falhas e custos das manutenções preventivas significativamente menores que os corretivos.

Essa fundamentação teórica será a base para o estudo de caso que irá suportar a análise RAM para priorização dos componentes críticos e a metodologia dos intervalos ótimos das intervenções que serão foco da segunda fase para determinação dos intervalos ótimos das manutenções preventivas dos componentes dos dois sistemas mais críticos do Laminador Desbastador da ArcelorMittal Tubarão.

No próximo capítulo será observada a aplicação prática de toda essa teoria no estudo de caso, com dados reais de processo, para suportar novas estratégias de manutenção deste ativo alvo.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso terá duas fases principais, sendo a primeira na apuração dos dados nos níveis dos subsistemas que compõem o Laminador Desbastador da ArcelorMittal Tubarão para inserir os comportamentos estatísticos nos blocos do diagrama de blocos de confiabilidade, que irá favorecer a simulação da Análise RAM, na qual teremos uma primeira interpretação a nível de subsistemas e priorização dos dois subsistemas mais críticos para aprofundamento das análises.

Nesta segunda análise que visa explorar os dois subsistemas mais críticos em nível de componentes ou LRU (*lowest replaceable unit*). E para cada um desses componentes que possuem um comportamento estatístico definido com bases nos históricos ou com entrevistas de confiabilidade, será definido o tempo ótimo das manutenções preventivas que poderão ser utilizados para estruturar uma nova estratégia de manutenção deste ativo.

Para auxílio de todos os cálculos e simulações deste estudo de caso, será utilizado o sistema especializado *Weibull++*, versão 2018, para definição das distribuições de confiabilidade e mantabilidade e o *BlockSim*, versão 2018, para as simulações das análises RAM e cálculo dos intervalos ótimos das manutenções preventivas.

### 4.1 FASE 01 – ANÁLISE A NÍVEL DE SUBSISTEMAS

#### 4.1.1 Os dados históricos e suas premissas

Na tentativa de capturar o cenário mais atual do equipamento, o período histórico de coleta de dados foi de Jan-18 a Jan-19 para a primeira fase do estudo. Os dados tiveram que ser agrupados devido a uma particularidade dos apontamentos em *Stop* e *Delay*, ou seja, para tempo de paradas do Laminador Desbastador, que resulte em um tempo de reparo menor que três minutos são considerados como atrasos (*Delay*), que provocaram lentidão do ritmo de produção normal e para tempos de reparos maiores que três minutos são considerados como paradas (*Stop*) do sistema propriamente dito. Mas ao interpretar esses apontamentos, nota-se que mesmo com tempos de reparos superiores a três

minutos não houve intervenções da equipe de manutenção, ou seja, os próprios operadores do equipamento conseguiram reestabelecer, de alguma forma, o funcionamento dos itens que acusaram falhas funcionais a princípio. Como existe uma equipe de manutenção de prontidão ou manutenção de turno, isso foi confirmado, pois não houve registro de informações complementares que diagnosticasse tais interrupções e suas tratativas de reestabelecimento.

Por outro lado, foi observado que em alguns casos de *Delay* e *Stop* o item realmente entrou em falha funcional, mas a intervenção não foi o reparo ou substituição do item e sim um paliativo para estender a vida do item até a próxima janela de manutenção (entende-se por janela de manutenção alguns períodos do dia em que há interrupção da produção, de forma planejada. E essa pode ser parada de manutenção ou operacional). Portanto, com base nestas análises, a premissa para apontamento de falhas funcionais, segue a seguinte lógica: A cada registro com tempo de reparo menor que dez minutos não será considerada uma parada de manutenção, mesmo sendo classificada como tal, segundo o sistema de controle da manutenção. Pois com tempo de reparo menor que dez minutos, não houve ação da equipe de manutenção e sim da equipe da operação, com algum artifício de *reset*. Assim, conclui-se que não houve a renovação de vida do componente. Já nos casos que houve falhas com tempos de reparo maiores que dez minutos, segue com o apontamento e a renovação de vida dos itens mantidos.

Outra premissa que foi levada em consideração é que a cada parada com intervalo menor que dez minutos, será considerada a mesma parada e modo de falha e, assim, com o tempo de reparo acumulado, ou seja, o sistema reduz o seu ritmo de produção e não para completamente para reestabelecer o funcionamento.

Fora dessas exceções, o Tempo Entre Falhas (TEF) é a quantidade de tempo, em horas, que o sistema opera entre uma falha e outra. Conforme a formulação abaixo:

$$\text{TEF} = \text{DtF}_x - \text{DtF}_{x-1}$$

Onde:

TEF = Tempo entre falhas

$\text{DtF}_x$  = Data e hora da falha atual

$\text{DtF}_{x-1}$  = Data e hora do último reparo

O Tempo de Reparo (TR) é a quantidade de tempo para que o sistema seja reestabelecido quando ocorrer uma falha, conforme a formulação abaixo:

$$TR = D_r - DtF$$

Onde:

TR = Tempo de reparo

$D_r$  = Data e hora da restauração do sistema

$DtF$  = Data e hora da falha

Como atualmente já existe uma estratégia de manutenção preventiva e que ocorre de forma integral ao Laminador de Tiras a Quente, em que está inserido o Laminador Desbastador, fica definido que essas paradas do sistema serão consideradas como suspensões para os subsistemas e ou componentes, uma vez que não houve a falha real do mesmo.

Todos os dados levantados e tratados constam no Anexo 1.

#### 4.1.2 Seleção das distribuições de confiabilidade e manutenibilidade

Foram definidas as distribuições de confiabilidade e manutenibilidade, seguindo o referencial teórico do Capítulo 3.

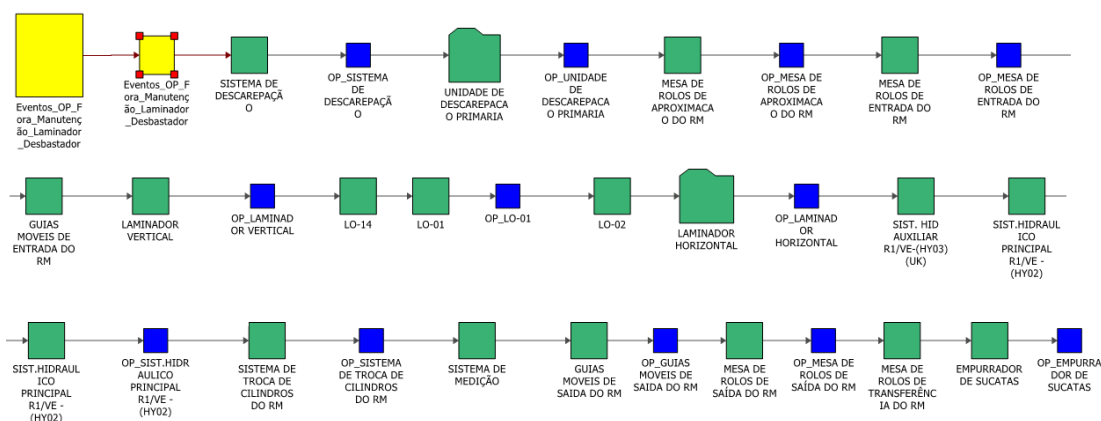
#### 4.1.3 Construção do diagrama de blocos

Para construção do diagrama de blocos de confiabilidade foram levados em consideração os aspectos conforme o referencial teórico do capítulo 3 e o auxílio dos especialistas de manutenção e operação, responsáveis pelo equipamento.

Segue abaixo a figura ilustrativa retirada do *BlockSim*, contendo os subsistemas do Laminador Desbastador.



Figura 4.1 – Diagrama de blocos do Laminador Desbastador



Fonte: autor (2019)

Nota-se que para uma visão completa do sistema durante a análise RAM foram criados os blocos que representem de forma consolidada as paradas oriundas da manutenção, foco deste estudo de caso, além dos blocos que representam os mesmos subsistemas, mas com os dados das paradas e falhas operacionais.

#### 4.1.4 Análise RAM

Após a configuração do diagrama de blocos foi realizada uma simulação para primeira análise do Laminador Desbastador em nível de subsistema.

Como parâmetro operacional, além das distribuições de confiabilidades e manutenibilidade, foi inserido o fator de produção do sistema, sendo uma produtividade de 700 toneladas por hora e o tempo de simulação de 8.760 horas.

Quadro 4.1 - Quadro resumo dos resultados do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase

Resumo da Simulação	Laminador Desbastador		
	Ambos	Manutenção	Operação
Tempo Final (h):	8.760		
Disponibilidade Média (%):	98,00%	99,00%	98,47%
Tempo Indisponível Total (h):	195	87	108
TMAPF (h):	2,32		
Quantidade Esperada de Falhas:	1.231	147	1.106
Capacidade Máxima:	6.132.000		
Produção Total:	5.995.221		

Fonte: autor (2019)

Após a simulação dos dezoito subsistemas do Laminador Desbastador, sem considerar as paradas preventivas, ou seja, não foram inseridas em cada bloco as intervenções preventivas atuais, pudemos interpretar que o histórico de falhas ilustra uma disponibilidade de 98% para o sistema. Já observando somente os itens de manutenção, é observada uma disponibilidade de 99%, ou seja, um sistema bem otimizado devido à sua estratégia de manutenção atual e ser considerado um *benchmarking*, quando comparado com outras usinas do grupo ArcelorMittal.

Em relação ao número de falhas, ainda há cerca de 147 falhas esperadas relacionadas especificamente a manutenção ao longo de um ano de operação ou 8.760 horas. Também é observada uma quantidade significativa de paradas operacionais e isso impacta bastante no sistema, mas este estudo de caso irá focar nos itens relacionados à manutenção.

Agora para visualizar os efeitos em cada subsistema, segue a tabela abaixo:

Quadro 4.2 - Quadro resumo dos resultados dos subsistemas do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase

Laminador Desbastador							
Nome do subsistema	Tp_Dados	RS FCI	RS DTCl	Impacto na Produção	Disponibilidade	Número esperado Falhas	Tempo Indisponível (h)
<b>LAMINADOR HORIZONTAL</b>	Manutenção	4,18%	12,33%	0,28%	99,72%	52,65	24,27
MESA DE ROLOS DE SAÍDA DO RM	Manutenção	1,90%	3,90%	0,09%	99,91%	23,90	7,69
LAMINADOR VERTICAL	Manutenção	1,05%	2,94%	0,07%	99,93%	13,13	5,80
<b>UNIDADE DE DESCARREPAÇÃO PRIMÁRIA</b>	Manutenção	0,76%	9,63%	0,22%	99,78%	9,57	18,86
SISTEMA DE DESCARREPAÇÃO	Manutenção	0,67%	2,38%	0,05%	99,95%	8,41	4,71
MESA DE ROLOS DE ENTRADA DO RM	Manutenção	0,61%	2,08%	0,05%	99,95%	7,76	4,09
SIST.HIDRAULICO PRINCIPAL R1/VE - (HY02)	Manutenção	0,61%	2,75%	0,06%	99,94%	7,73	5,40
MESA DE ROLOS DE APROXIMAÇÃO DO RM	Manutenção	0,50%	1,10%	0,02%	99,98%	6,28	2,17
LO-01	Manutenção	0,35%	2,00%	0,04%	99,96%	4,43	3,92
SIST. HID AUXILIAR R1/VE-(HY03) (UK)	Manutenção	0,30%	1,65%	0,04%	99,96%	3,79	3,27
SISTEMA DE TROCA DE CILINDROS DO RM	Manutenção	0,28%	2,90%	0,06%	99,94%	3,51	5,68
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	Manutenção	0,18%	0,25%	0,01%	99,99%	2,23	0,50
GUIAS MOVEIS DE SAÍDA DO RM	Manutenção	0,10%	0,19%	0,00%	100,00%	1,30	0,38
MESA DE ROLOS DE TRANSFERÊNCIA DO RM	Manutenção	0,09%	0,28%	0,01%	99,99%	1,19	0,56
LO-02	Manutenção	0,09%	0,10%	0,00%	100,00%	1,11	0,19
SISTEMA DE MEDIÇÃO	Manutenção	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00	0,00
LO-14	Manutenção	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00	0,00
EMPURRADOR DE SUCATAS	Manutenção	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00	0,00

Fonte: autor (2019)

Iniciando a análise pela coluna RS FCI (*Reliasoft Frequency Critical Index*) ou terceira coluna, que representa o percentual de falhas do subsistema em relação ao total de falhas do sistema, sendo o Laminador Horizontal ou RM como o subsistema que mais provocou parada do sistema durante a simulação de 8.760 horas.

Na quarta coluna, temos a análise relacionada aos tempos de reparos, ou seja, uma vez que houve a parada do sistema por este item, o RS DTCl (*Reliasoft Down Time Critical Index*) mostra qual foi o impacto dos tempos de reparos e o RM continua em primeiro lugar.

Na quinta coluna, temos a análise do impacto na produção, ou seja, quanto pior for a confiabilidade e a manutenibilidade, maior serão as perdas de produção do sistema.

Na sexta coluna, temos a sinalização da disponibilidade e como os subsistemas estão todos em série, conforme o diagrama de blocos, a disponibilidade equivalente é de 99%.

Na sétima coluna, temos o número de falhas ou paradas do sistema esperado em uma simulação de 8.760 horas.

Na última coluna, temos a representação do tempo indisponível de cada subsistema e isso está diretamente relacionado à confiabilidade e manutenibilidade, ou seja, vida útil de cada item e o tempo de reparo para restabelecer o sistema após uma falha funcional.

Portanto, com base nestes resultados, pode-se concluir que os dois subsistemas mais críticos são: Laminador Horizontal e a Unidade de Descarepação Primária. Já destacados em amarelo na tabela acima, devido ao impacto principalmente pelo número de falhas, tempos de reparos e consequentemente impacto na produção e na disponibilidade do Laminador Desbastador.

## 4.2 FASE 02 – ANÁLISE A NÍVEL DE LRU

### 4.2.1 Os dados históricos e suas premissas

Na tentativa de capturar dos registros de falhas a nível LRU, para os dois subsistemas (Laminador Horizontal e a Unidade de Descarepação Primária), classificados como os dois itens mais críticos, conforme Fase 01 deste estudo de caso, foi evidenciada uma baixa qualidade e ausência dos registros. Desta forma, empregou-se o uso da entrevista de confiabilidade, com os especialistas, inspetores e executores da manutenção desses equipamentos, de forma conjunta para melhor debate e qualidade no levantamento dos dados.

Após a realização das entrevistas de confiabilidade, foi possível ter o levantamento dos parâmetros para definição das distribuições de confiabilidade e manutenibilidade.

Todos os dados levantados e tratados constam no Anexo 2.

### 4.2.2 Seleção das distribuições de confiabilidade e manutenibilidade

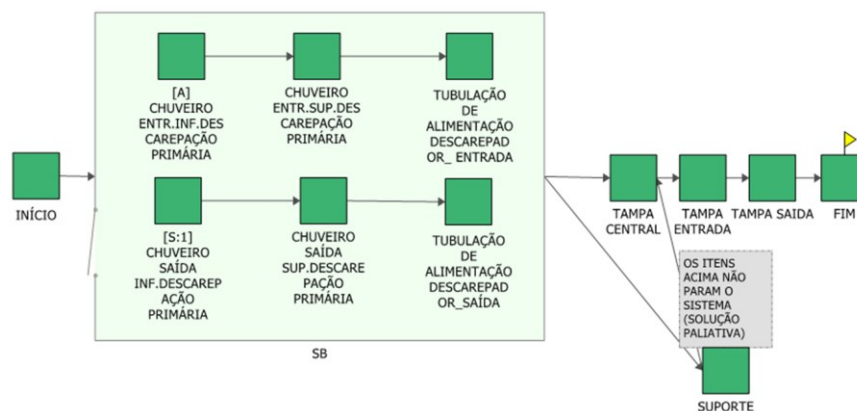
Foram definidas as melhores distribuições de confiabilidade e manutenibilidade, seguindo o referencial teórico do Capítulo 3.

### 4.2.3 Construção do diagrama de blocos

Para construção do diagrama de blocos de confiabilidade foram levados em consideração os aspectos conforme o referencial teórico do capítulo 3 e o auxílio dos especialistas de manutenção e operação, responsáveis pelo equipamento.

Segue abaixo a figura ilustrativa retirada do *BlockSim*, contendo os subsistemas do Laminador Horizontal, sendo o primeiro *bad actor* do Laminador Desbastador.

Figura 4.2 – Diagrama de blocos do Laminador Horizontal



Fonte: autor (2019)

Nota-se que foi utilizado um recurso de *containers* para que o modelo possa reproduzir uma condição de utilização dos chuveiros de entrada e chuveiros de saída, como componentes paralelos, no qual o ideal é a utilização de ambos durante o funcionamento, mas para o sistema é requerido de forma obrigatória a funcionalidade de pelo menos um deles.

Segue abaixo a figura ilustrativa retirada do *BlockSim*, contendo os subsistemas da Unidade de Descarepação Primária, sendo o segundo *bad actor* do Laminador Desbastador.

Figura 4.23 – Diagrama de blocos da Unidade de Descarepação Primária



Fonte: autor (2019)

Nessa construção não foi necessário o emprego de alguma combinação variadas e sim a representação em série dos componentes, para melhor representar o modelo real.

#### 4.2.4 Análise RAM

A construção do diagrama de blocos foi oportunizada para calcular os tempos ótimos de intervalo das manutenções preventivas, por meio do módulo “Reposição Ótima”, uma função disponível no software *BlockSim* e também para futuras simulações após obtenção dos tempos ótimos das intervenções.

#### 4.2.5 Otimizando a disponibilidade e a confiabilidade

##### 4.2.5.1 Premissa e Cálculo de custo preventivo e corretivo

A definição deste fator de custo preventivo e corretivo é primordial para definição dos intervalos ótimos de intervenção, ou seja, qual será a melhor estratégia para posicionamento das manutenções preventivas, para maior mitigação das falhas corretivas de cada componente.

No entanto, durante a análise de quanto custa uma hora do sistema parado, no âmbito de custo total (gastos de manutenção, operação e mais perda de

produção), foi observado que o custo (R\$/h) específico com gastos de manutenção e operação, representavam apenas 5% da composição, ou seja, o maior fator concentrava na questão do lucro cessante, que corresponde diretamente à perda de produção.

Desta forma, foi elaborado uma formulação para cálculo do fator preventivo e corretivo, tal como:

$$\text{Custo Parado em R\$/h} = A (\text{Produção}) \times B (\text{Margem de Contribuição})$$

Onde:

$$A \text{ em t/h} = \text{Produtividade} \times \text{Índice de Trabalho}$$

$$B \text{ em R\$/t} = (\text{Margem Placa} - \text{Margem Bobina})$$

Portanto, nessa equação temos os principais fatores que são responsáveis pela monetização de uma não geração de margem de contribuição, ou seja, receita líquida de vendas menos o custo variável para produção de bobinas, quando ocorre uma falha de manutenção não esperada e, conseqüentemente, uma perda de produção efetiva.

Para que se tenha o custo preventivo e corretivo, foi simulada a variação de produtividade em ambos os casos, de tal forma, possibilitou-se observar o funcionamento anual do equipamento com menos incidência das paradas corretivas e, com isso, a resultante seria um nível menor de produtividade, mantendo assim a mesma capacidade nominal, sem que houvesse um stress de uso no equipamento, tendo que trabalhar no limite da capacidade, devido a tentativa de compensação das perdas por paradas corretivas.

Contudo, há outros fatores que devem ser levados em conta, por exemplo: envelhecimento do ativo, níveis de *stress* anteriores, *mix* de produção, ritmo de produção e outros. Mas para o objetivo deste estudo de caso, essa simplificação não irá afetar significativamente os resultados apurados. Uma vez que, para se obter os demais fatores, haverá a necessidade de novos estudos.

A utilização de uma diferença de margem de placa e bobina, está ligada a capacidade da planta em produzir um maior volume de bobinas em detrimento a uma redução no volume de placas disponíveis para venda, pois a somatória de placas e bobinas é igual a capacidade máxima instalada atualmente. Assim, a

margem adicional com a elevação da disponibilidade para venda de um maior volume de bobina, retira placas já disponíveis no mercado.

Ao reproduzir os fatores que correspondem às manutenções preventivas e corretivas durante um ano de operação, mais as margens de contribuição não geradas pelas perdas de produção, calcula-se que o fator entre o cenário preventivo e o corretivo, de forma macro é de 1,5009, conforme tabela abaixo:

Quadro 4.3 - Quadro resumo dos resultados dos subsistemas do Laminador Desbastador da simulação da primeira fase

Cenário 2019		
	Metrica	Unidade
<b>Tempo Calendário</b>	<b>8.760</b>	<b>horas</b>
<b>Tempo Produtivo</b>	<b>5.836</b>	<b>horas</b>
Índice de Trabalho	77%	%
Produção	4.361.781	t
Produtividade Preventivo	498	t/h
Produtividade Corretivo	747	t/h
Margem Contribuição Placa	275,05	R\$/t
Margem Contribuição Bobina	689,62	R\$/t
Custo Preventivo	159.097	R\$/h
Custo Corretivo	238.790	R\$/h
Fator Preventivo X Corretivo	1,5009	

Fonte: autor (2019)

Os dados utilizados na quadro acima são correspondentes ao cenário de 2019 para geração dos volumes de produção e resultados financeiros da Linha de Tiras a Quente – LTQ da ArcelorMittal Tubarão, no qual o Laminador Desbastador faz parte e está ligado em série neste processo. Quando for calculado, para cada LRU pode haver algumas variações devido ao impacto do tempo de reparo do componente específico.

#### 4.2.5.2 Definição dos intervalos ótimos para as intervenções dos componentes

A partir da relação de custos descrita acima e das distribuições de confiabilidade, já inseridas em cada bloco, que representa cada LRU, foi possível



calcular os tempos ótimos de intervalo das manutenções preventivas, por meio do módulo de “Reposição Ótima”, uma função disponível no *software BlockSim*.

Segue abaixo a listagem dos tempos ótimos de cada LRU, sendo que alguns itens não foram calculados devido à inexistência de uma taxa de falha crescente.

Quadro 4.4 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (1/4)

Equipamento	Componente (LRU)	Tempo Ótimo (hr)	Tempo Ótimo (dias)
LAMINADOR HORIZONTAL	EIXO TRANSMISSAO INFERIOR (LH)	21.562	898
LAMINADOR HORIZONTAL	LUVA LADO DO CILINDRO TRABALHO INF (LH)	13.676	570
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL CENTRAL EIXO TRANSMISSAO INFERIOR (LH)	21.562	898
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL N° 5 EIXO INTERMEDIARIO (LH)	31.807	1.325
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL N°3 MOTOR INFERIOR L_ACOPLAMENTO (LH)	31.807	1.325
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL N°4 MOTOR INFERIOR LADO LIVRE (LH)	31.807	1.325
LAMINADOR HORIZONTAL	MANGUEIRAS MANCAIS (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	ESCOVA 01 ANEL DO MOTOR INFERIOR DO RM (LH)	6.155	256
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1FLD02-CONVERSOR CAMPO MOTOR INF (LH)	123.091	5.129
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1MKL04-MOTOR REFRIGERAÇÃO 1 AC.INF (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1MKL05-MOTOR REFRIGERAÇÃO 2 AC.INF (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1THY04-05-06-CICLO-CONVERSOR MOTOR INF (LH)	123.091	5.129
LAMINADOR HORIZONTAL	MOTOR SÍNCRONO AC. LAM.RM INF(KA1MSY02) (LH)	138.175	5.757
LAMINADOR HORIZONTAL	EIXO TRANSMISSAO SUPERIOR (LH)	22.007	917
LAMINADOR HORIZONTAL	LUVA LADO DO CILINDRO TRABALHO SUP (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL CENTRAL EIXO TRANSMISSAO SUPERIOR (LH)	22.007	917
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL N° 2 MOTOR SUPERIOR LADO LIVRE (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	MANGUEIRAS DOS MANCAIS (LH)	6.155	256
LAMINADOR HORIZONTAL	CONVERSOR DE CAMPO (RM TOP) (KA1FLD01). (LH)	123.091	5.129
LAMINADOR HORIZONTAL	ESCOVA 01 DO ANEL DO MOTOR SUPERIOR (LH)	6.155	256
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1MKL01-MOTOR REFRIGERAÇÃO 1 AC.SUP. (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1MKL02-MOTOR REFRIGERAÇÃO 2 AC.SUP. (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1MSY01-MOTOR SÍNCRONO AC.SUPERIOR (LH)	138.175	5.757
LAMINADOR HORIZONTAL	CILINDRO HIDRAULICO POSICIONADOR ENTRADA (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	CILINDRO HIDRAULICO POSICIONADOR SAIDA (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	CAPSULA HIDRAULICA LA AGC (LH)	17.882	745
LAMINADOR HORIZONTAL	CAPSULA HIDRAULICA LO AGC (LH)	17.882	745
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL MOVEI SUPERIOR DE ENTRADA (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	CAIXA TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP ENTRADA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	COMPONEN.ELÉTRICO AVENTAL MOVEI SUP ENTR (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	FUSO ELEV.AVENTAL MOVEI SUP.ENTR. (LH)	35.765	1.490
LAMINADOR HORIZONTAL	MOTOR HIDR.AVENTAL MOVEI SUP.ENTR. (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL MOVEI SUPERIOR DE SAIDA (LH)	24.618	1.026
LAMINADOR HORIZONTAL	CAIXA TRANSMIS.AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	27.635	1.151

Fonte: autor (2019)

Quadro 4.5 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (2/4)

Equipamento	Componente (LRU)	Tempo Ótimo (hr)	Tempo Ótimo (dias)
LAMINADOR HORIZONTAL	CIL.HIDR. TRAVA MANCAL INFERIOR ENTRADA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	CIL.HIDR. TRAVA MANCAL INFERIOR SAÍDA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	CIL.HIDR. TRAVA MANCAL SUPERIOR SAIDA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	CIL.HIDR. TRAVA MANCAL SUPERIOR ENTRADA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	CILINDRO BALANCEAMENTO EIXO TRANSM. INF (LH)	27.634	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	CILINDRO BALANCEAMENTO EIXO TRANSM. SUP (LH)	27.634	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	JE3JB01 - CILINDRO DE CARGA INFERIOR DS (LH)	35.765	1.490
LAMINADOR HORIZONTAL	JE5JB01 - CILINDRO PULLBACK DS (LH)	35.765	1.490
LAMINADOR HORIZONTAL	TRANCA TRABALHO INFERIOR ENTRADA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	TRANCA TRABALHO INFERIOR SAÍDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	TRANCA TRABALHO SUPERIOR ENTRADA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	TRANCA TRABALHO SUPERIOR SAÍDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1ZSX01-DETEC.PRESENÇA EIXO SUP-ENTRADA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1ZSX02-SENSOR PRESENÇA EIXO INF-ENTR. (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1ZSX03-SENSOR PRESENÇA EIXO SUP-SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KA1ZSX04-SENSOR PRESENÇA EIXO INF-SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB3ZSX03-ABERT TR BALAC SPINDLE SUP-ENTR (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB3ZSX04-ABERTO TR BALAC EIXO SUP-SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB4ZSX02-POS.SUPOR ACOP EIXO SUP L_SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB4ZSX03-DESACOP.SUORTE EIXO SUP L_ENTR (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB4ZSX04-DESACOP.SUPPORT EIXO SUP L_SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB5ZSX01-FECH TR BALAC SPINDLE INF-ENTR (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB5ZSX02-FECH TR BALAC SPINDLE INF-SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB5ZSX03-ABERT TR BALAC SPINDLE INF-ENTR (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KB5ZSX04-ABERTO TR BALAC EIXO INF-SAÍDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX01-POS.FECH.TR CIL.TRAB.ENTR SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX02-POS.ABERTA TR CIL.TRAB.ENTR.SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX03-POS.FECH TR CIL.TRAB.SAÍDA SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX04-POS.ABERT TR CIL.TRAB SAÍDA SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX05-POS.FECHA TR CIL.TRAB.ENTR INF (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX06-S-POS.ABER TR CIL.TRAB ENTR INF (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX07-POS.FECH TR CIL.TRAB SAÍDA INF (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KF4ZSX08-POS.ABERT TR CIL.TRAB.SAÍDA INF (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KP1ZSX01-POS.FECH TR CIL.ENCOST ENTR SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KP1ZSX02-POS.ABER TR CIL.ENCOST ENTR SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KP1ZSX03-POS.FECH TR CIL.ENCOST SAÍD SUP (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	KP1ZSX04-POS.ABER TR CIL.ENCOS SAÍDA SUP (LH)	12.309	513

Fonte: autor (2019)

Quadro 4.6 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (3/4)

Equipamento	Componente (LRU)	Tempo Ótimo (hr)	Tempo Ótimo (dias)
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INFERIOR DE ENTRADA DO RM (LH)	12.308	513
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUPERIOR DE ENTRADA DO RM (LH)	12.308	513
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INFERIOR DE SAIDA DO RM (LH)	12.308	513
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUPERIOR DE SAIDA DO RM (LH)	12.308	513
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INF. ENTRADA CILINDRO ENCOSTO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INF. ENTRADA CILINDRO TRABALHO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INF. SAIDA CILINDRO DE ENCOSTO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO INF. SAIDA CILINDRO DE TRABALHO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUP. ENTRADA CILINDRO ENCOSTO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUP. ENTRADA CILINDRO TRABALHO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUP. SAIDA CILINDRO DE ENCOSTO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	CHUVEIRO SUP. SAIDA CILINDRO DE TRABALHO (LH)	810	34
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL DE ENTRADA DO ROLO_ENT (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL DE SAÍDA DO ROLO_ENT (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL LAC_ENT (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL LOP_ENT (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	KV1MKL01 - MOTOR REFRIG.ROLO ALIM ENT RM (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	MOTOR ROLO ALIMENT. DE ENTRADA DO RM (LH)	31.807	1.325
LAMINADOR HORIZONTAL	ROLO_ENT (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL DE ENTRADA DO ROLO_SAIDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	AVENTAL DE SAÍDA DO ROLO_SAIDA (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	EIXO DE TRANSMISSÃO _ ACOPLAMENTO_SAIDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL DO ROLO LAC_SAIDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL DO ROLO LOP_SAIDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	KV2MKL01-MOTOR REFRIG.ROLO ALIMENT.SAÍDA (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	MOTOR ROLO ALIMENT. DE SAIDA DO RM (LH)	31.807	1.325
LAMINADOR HORIZONTAL	ROLO_SAIDA (LH)	13.818	576
LAMINADOR HORIZONTAL	MANCAL N°1 MOTOR SUPERIOR L_ACOPLAMENTO (LH)	19.715	821
LAMINADOR HORIZONTAL	CICLO-CONVER.MOTOR SUP(KA1THY01-02-03) (LH)	123.091	5.129
LAMINADOR HORIZONTAL	ACOPL_EIXO TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP ENTR (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	ACOPL_EIXO TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	27.635	1.151
LAMINADOR HORIZONTAL	KB4ZSX01-POS.SUPOR ACOPL EIXO SUP L_ENTR (LH)	12.309	513
LAMINADOR HORIZONTAL	EIXO DE TRANSMISSÃO _ ACOPLAMENTO_ENT (LH)	13.818	576
UNIDADE DE DESCAREPAÇÃO PRIMARIA	TAMPA CENTRAL	--	--
UNIDADE DE DESCAREPAÇÃO PRIMARIA	TAMPA ENTRADA	--	--

Fonte: autor (2019)

Quadro 4.7 - Quadro resumo dos resultados dos tempos ótimos de cada LRU (4/4)

Equipamento	Componente (LRU)	Tempo Otimo (hr)	Tempo Otimo (dias)
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	TAMPA ENTRADA	--	--
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	TAMPA SAIDA	--	--
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	CHUVEIRO ENTR.INF.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	5.929	247
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	CHUVEIRO ENTR.SUP.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	5.929	247
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	TUBULAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO DESCAREPADOR_ ENTRADA	26.330	1.097
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	CHUVEIRO SAÍDA INF.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	5.929	247
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	CHUVEIRO SAÍDA SUP.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	5.929	247
UNIDADE DE DESCAREPACAO PRIMARIA	TUBULAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO DESCAREPADOR_SAÍDA	26.330	1.097

Fonte: autor (2019)

Analisando os tempos ótimos, nota-se que 13% dos componentes (15 itens) possuem intervalos de um ano, 31% (36 itens) de dois anos e o restante (64 itens) acima de 3 anos. Porém, três itens não tiveram os tempos ótimos calculados por não possuírem taxas de falhas crescentes.

### 4.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram desenvolvidas as duas fases desse estudo de caso e analisados os resultados de cada uma. Sem a utilização de um sistema especializado não seria possível realizar os cálculos e simulações necessárias. Outro ponto chave é a necessidade de um registro com qualidade para facilitar a interpretação dos dados, sem o viés da subjetividade ou retrabalho para recondicionar corretamente os apontamentos registrados anteriormente.

## 5 CONCLUSÃO

Após analisar e tratar mais de 1.000 apontamentos a fase 01 foi concluída, sinalizado que os dois *bad actors* principais são: Laminador Horizontal e a Unidade de Descarepação Primária. Foram 32 blocos e 64 distribuições de confiabilidade e manutenibilidade para suportar a análise e definir esses dois *bad actors*.

Já na segunda fase, foi necessário utilizar a metodologia da entrevista de confiabilidade para definição dos comportamentos de cada LRU, ou seja, foram estabelecidas mais de 200 distribuições entre confiabilidade e manutenibilidade.

Após toda a essa preparação foi possível utilizar o recurso de Reposição Ótima do *BlockSim* para definição dos tempos ótimos das intervenções de manutenção preventiva, cujo o intuito é posicionar de forma ótima as manutenções preventivas e mitigar as manutenções corretivas. Otimizando assim a disponibilidade e confiabilidade do Laminador Desbastador.

Ainda não é possível alterar significativamente a estratégia de manutenção desse equipamento, mas já é possível focar em 44% dos LRUs (51 itens) que compõem os dois principais *bad actors* e atuar de forma diferenciada, com base na indicação dos tempos ótimos de intervalo calculados neste estudo de caso, como por exemplo, nos chuveiros de entrada e saída da Unidade de Descarepação Primária, em que a atual estratégia de manutenção indica fazer uma troca dos bicos a cada 168 dias e o intervalo ótimo definido seria a cada 247 dias.

Foi observado que há uma oportunidade de melhoria no processo de registro das falhas dos componentes, pois há poucos registros direcionados ao nível de LRU. Isso é primordial para definir os parâmetros das distribuições estatísticas e conduzir qualquer tipo de estudo quantitativo de engenharia de confiabilidade.

Portanto, os resultados apresentados neste estudo de caso poderão ser utilizados para suporte nas tomadas de decisões que compõem a estratégia de manutenção não de forma empírica e sim com fatos, dados e sólida metodologia quantitativa e como benefício adicional, observou-se qual seria a melhor forma para conduzir os apontamentos, uma vez que foi possível visualizar os requisitos para construção das curvas de confiabilidade e manutenibilidade que são demandados nos estudos quantitativos.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como possíveis trabalhos futuros podem ser citados:

- Dar continuidade na análise a nível de LRU dos demais 16 equipamentos que compõem o Laminador Desbastador, para melhor estruturação da estratégia de manutenção com base em um estudo quantitativo da engenharia de confiabilidade.
- Estender este tipo de estudo para os demais equipamentos do Laminador de Tiras a Quente – LTQ.
- Estruturar de forma ampla um procedimento para correto apontamento das falhas de manutenção para que os estudos tenham uma maior produtividade de execução e não necessitem de uma grande energia para tratativa dos registros.

## REFERÊNCIAS

BAZOVSKY, Igor. **Reliability Theory and Practice**. Nova York: Dover Publications, Inc., 2004.

BLANCHARD, Kenneth H. **Uma Abordagem Revolucionária do Atendimento ao Cliente**. São Paulo: Editora Record, 1995.

DIAS, J. A. A. **Uma Aplicação de Confiabilidade na Indústria de Lâmpadas Elétricas**. Engop. Out. 1998. On-line. Disponível em: [www.abepro.org/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART128.pdf](http://www.abepro.org/biblioteca/ENEGEP1998_ART128.pdf). Acessado em: Nov 2018.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PALLEROSI, Carlos Amadeu. **Confiabilidade, A Quarta Dimensão da Qualidade**. 1 ed. Volume 01: Conceitos Básicos e Métodos de Cálculo. São Paulo: Editora Reliasoft Brasil, 2007 (a).

PALLEROSI, Carlos Amadeu. **Confiabilidade, A Quarta Dimensão da Qualidade**. 1 ed. Volume 02: Crescimento Monitorado da Confiabilidade. São Paulo: Editora Reliasoft Brasil, 2007 (b).

PALLEROSI, Carlos Amadeu. **Confiabilidade, A Quarta Dimensão da Qualidade**. 1 ed. Volume 04: Confiabilidade de Sistemas. São Paulo: Editora Reliasoft Brasil, 2007 (c).

Reliawiki.org. Basics of System Reliability Analysis. Disponível em: [http://reliawiki.org/index.php/Main\\_Page](http://reliawiki.org/index.php/Main_Page). Acessado em: Jun 2019.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

VAI UK. **Manual de manutenção e operação**: Laminador Desbastador. 2000.

WALPOLE, Ronald E; . . . [et al.]. **Probability & Statistics for Engineers & Scientists**. 9 ed. Boston: Pearson Education, Inc., 2012.

**ANEXO A - DADOS DE FALHAS DO LAMINADOR DESBASTADOR DA FASE 01  
DESTE ESTUDO DE CASO**



Segue abaixo a listagem com uma amostra dos dados de falhas do Laminador Desbastador e seus subsistemas, correspondente a fase 01 deste estudo de caso.

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
EMPURRADOR DE SUCATAS	09/01/2018 05:13:00	10/01/2018 11:39:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.826
EMPURRADOR DE SUCATAS	31/01/2018 05:10:00	01/02/2018 11:07:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.797
EMPURRADOR DE SUCATAS	20/02/2018 05:47:00	21/02/2018 19:40:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.273
EMPURRADOR DE SUCATAS	28/02/2018 05:00:00	02/03/2018 09:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	3.171
EMPURRADOR DE SUCATAS	20/03/2018 05:00:00	21/03/2018 21:15:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.415
EMPURRADOR DE SUCATAS	02/04/2018 20:49:00	02/04/2018 20:57:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	8
EMPURRADOR DE SUCATAS	18/04/2018 04:56:00	19/04/2018 22:20:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.484
EMPURRADOR DE SUCATAS	08/05/2018 05:00:00	09/05/2018 06:14:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.514
EMPURRADOR DE SUCATAS	28/05/2018 04:54:00	29/05/2018 08:06:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.632
EMPURRADOR DE SUCATAS	11/06/2018 05:01:00	15/06/2018 14:16:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.315
EMPURRADOR DE SUCATAS	03/07/2018 02:19:00	03/07/2018 02:21:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	2
EMPURRADOR DE SUCATAS	05/07/2018 04:54:00	06/07/2018 05:27:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.473
EMPURRADOR DE SUCATAS	25/07/2018 23:28:00	26/07/2018 23:38:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.450
EMPURRADOR DE SUCATAS	30/07/2018 20:22:00	30/07/2018 20:26:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	4
EMPURRADOR DE SUCATAS	08/08/2018 07:17:00	08/08/2018 07:23:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	6
EMPURRADOR DE SUCATAS	20/08/2018 03:24:00	28/08/2018 10:22:00	REPARO GERAL - GRANDE PARADA	S	0	####
EMPURRADOR DE SUCATAS	10/09/2018 05:02:00	11/09/2018 07:02:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.560
EMPURRADOR DE SUCATAS	02/10/2018 04:53:00	03/10/2018 06:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.507
EMPURRADOR DE SUCATAS	17/10/2018 05:10:00	19/10/2018 01:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.681
EMPURRADOR DE SUCATAS	25/10/2018 19:25:00	25/10/2018 19:28:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	3
EMPURRADOR DE SUCATAS	06/11/2018 05:14:00	07/11/2018 03:03:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.309
EMPURRADOR DE SUCATAS	19/11/2018 00:17:00	19/11/2018 00:18:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	1
EMPURRADOR DE SUCATAS	20/11/2018 13:19:00	20/11/2018 13:24:00	FALHA NO EMPURRADOR DE SUCATAS	F	0	5
EMPURRADOR DE SUCATAS	26/11/2018 05:05:00	27/11/2018 03:38:00	PARADA NÃO PROGRAMADA	S	0	1.353

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
EMPURRADOR DE SUCATAS	10/12/2018 06:00:00	15/12/2018 00:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.840
EMPURRADOR DE SUCATAS	03/01/2019 13:16:00	04/01/2019 20:48:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.892
EMPURRADOR DE SUCATAS	14/01/2019 05:05:00	15/01/2019 00:05:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.140
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	09/01/2018 05:13:00	10/01/2018 11:39:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.826
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	31/01/2018 05:10:00	01/02/2018 11:07:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.797
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	20/02/2018 05:47:00	21/02/2018 19:40:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.273
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	28/02/2018 05:00:00	02/03/2018 09:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	3.171
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	20/03/2018 05:00:00	21/03/2018 21:15:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.415
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	18/04/2018 04:56:00	19/04/2018 22:20:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.484
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	08/05/2018 05:00:00	09/05/2018 06:14:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.514
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	28/05/2018 04:54:00	29/05/2018 08:06:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.632
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	11/06/2018 05:01:00	15/06/2018 14:16:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.315
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 07:28:00	21/06/2018 07:31:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	0	3
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 07:32:00	21/06/2018 07:36:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	0	4
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 07:37:00	21/06/2018 07:39:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	2	0
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 08:21:00	21/06/2018 08:23:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	2	0
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 08:24:00	21/06/2018 08:26:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	2	0
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	21/06/2018 08:36:00	21/06/2018 08:38:00	FALHA NAS GUIAS DE ENTRADA	F	2	0
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	05/07/2018 04:54:00	06/07/2018 05:27:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.473
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	25/07/2018 23:28:00	26/07/2018 23:38:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.450
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	20/08/2018 03:24:00	28/08/2018 10:22:00	REPARO GERAL - GRANDE PARADA	S	0	11.938
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	10/09/2018 05:02:00	11/09/2018 07:02:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.560
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	02/10/2018 04:53:00	03/10/2018 06:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.507
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	17/10/2018 05:10:00	19/10/2018 01:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.681
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	06/11/2018 05:14:00	07/11/2018 03:03:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.309
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	26/11/2018 05:05:00	27/11/2018 03:38:00	PARADA NÃO PROGRAMADA	S	0	1.353
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	10/12/2018 06:00:00	15/12/2018 00:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.840

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
GUIAS MOVEIS DE ENTRADA DO RM	14/01/2019 05:05:00	15/01/2019 00:05:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.140
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	09/01/2018 05:13:00	10/01/2018 11:39:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.826
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	13/01/2018 06:48:00	13/01/2018 06:57:00	FALHA SIST. LIMP/RETENÇÃO H2O SAÍDA LAM. DESB. - SWEEP SPRAY	F	0	9
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	31/01/2018 05:10:00	01/02/2018 11:07:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.797
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	20/02/2018 05:47:00	21/02/2018 19:40:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.273
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	28/02/2018 05:00:00	02/03/2018 09:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	3.171
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	20/03/2018 05:00:00	21/03/2018 21:15:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.415
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	18/04/2018 04:56:00	19/04/2018 22:20:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.484
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	08/05/2018 05:00:00	09/05/2018 06:14:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.514
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	28/05/2018 04:54:00	29/05/2018 08:06:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.632
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	11/06/2018 05:01:00	15/06/2018 14:16:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.315
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	05/07/2018 04:54:00	06/07/2018 05:27:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.473
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	21/07/2018 19:22:00	21/07/2018 19:25:00	FALHA NAS GUIAS DE SAÍDA	F	3	0
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	21/07/2018 19:25:00	21/07/2018 19:29:00	FALHA NAS GUIAS DE SAÍDA	F	0	4
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	25/07/2018 23:28:00	26/07/2018 23:38:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.450
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	20/08/2018 03:24:00	28/08/2018 10:22:00	REPARO GERAL - GRANDE PARADA	S	0	11.938
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	10/09/2018 05:02:00	11/09/2018 07:02:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.560
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	02/10/2018 04:53:00	03/10/2018 06:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.507
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	17/10/2018 05:10:00	19/10/2018 01:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.681
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	06/11/2018 05:14:00	07/11/2018 03:03:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.309
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	26/11/2018 05:05:00	27/11/2018 03:38:00	PARADA NÃO PROGRAMADA	S	0	1.353
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	10/12/2018 06:00:00	15/12/2018 00:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.840
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	22/12/2018 10:16:00	22/12/2018 10:33:00	FALHA SIST. LIMP/RETENÇÃO H2O SAÍDA LAM. DESB. - SWEEP SPRAY	F	0	17
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	03/01/2019 13:16:00	04/01/2019 20:48:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.892
GUIAS MOVEIS DE SAIDA DO RM	14/01/2019 05:05:00	15/01/2019 00:05:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.140
LAMINADOR HORIZONTAL	07/01/2018 08:46:00	07/01/2018 08:49:00	ERRO NO SETUP	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	07/01/2018 11:45:00	07/01/2018 12:24:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	39
LAMINADOR HORIZONTAL	07/01/2018 17:59:00	07/01/2018 18:00:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	1	0

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	07/01/2018 18:00:00	07/01/2018 18:02:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	09/01/2018 05:13:00	10/01/2018 11:39:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.826
LAMINADOR HORIZONTAL	10/01/2018 10:20:00	10/01/2018 10:41:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	21
LAMINADOR HORIZONTAL	11/01/2018 06:36:00	11/01/2018 06:39:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	11/01/2018 17:16:00	11/01/2018 17:18:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	11/01/2018 17:19:00	11/01/2018 17:21:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	12/01/2018 14:00:00	12/01/2018 14:15:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	15
LAMINADOR HORIZONTAL	12/01/2018 18:44:00	12/01/2018 18:48:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	17/01/2018 05:57:00	17/01/2018 06:00:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	17/01/2018 06:00:00	17/01/2018 06:00:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	0
LAMINADOR HORIZONTAL	19/01/2018 06:15:00	19/01/2018 06:18:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	23/01/2018 17:48:00	23/01/2018 18:00:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	23/01/2018 18:00:00	23/01/2018 18:13:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	13
LAMINADOR HORIZONTAL	31/01/2018 05:10:00	01/02/2018 11:07:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.797
LAMINADOR HORIZONTAL	07/02/2018 12:25:00	07/02/2018 12:29:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	07/02/2018 15:44:00	07/02/2018 16:08:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO INFERIOR DO DESBASTE	F	0	24
LAMINADOR HORIZONTAL	09/02/2018 15:56:00	09/02/2018 16:11:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	15
LAMINADOR HORIZONTAL	11/02/2018 12:10:00	11/02/2018 12:13:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	13/02/2018 14:03:00	13/02/2018 14:22:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	19
LAMINADOR HORIZONTAL	16/02/2018 15:42:00	16/02/2018 15:45:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	18/02/2018 06:11:00	18/02/2018 06:16:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	18/02/2018 16:53:00	18/02/2018 16:59:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	0	6
LAMINADOR HORIZONTAL	19/02/2018 16:18:00	19/02/2018 16:27:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LA)	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	20/02/2018 05:47:00	21/02/2018 19:40:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.273
LAMINADOR HORIZONTAL	22/02/2018 04:09:00	22/02/2018 05:28:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LA)	F	0	79
LAMINADOR HORIZONTAL	24/02/2018 10:51:00	24/02/2018 11:01:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	26/02/2018 13:16:00	26/02/2018 13:26:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	10

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	27/02/2018 11:47:00	27/02/2018 11:57:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LA)	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	28/02/2018 05:00:00	02/03/2018 09:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	3.171
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:30:00	06/03/2018 12:32:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:33:00	06/03/2018 12:35:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:36:00	06/03/2018 12:38:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:45:00	06/03/2018 12:47:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:49:00	06/03/2018 12:51:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	06/03/2018 12:52:00	06/03/2018 12:53:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	07/03/2018 02:05:00	07/03/2018 02:25:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	20
LAMINADOR HORIZONTAL	13/03/2018 09:02:00	13/03/2018 09:04:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	13/03/2018 09:05:00	13/03/2018 09:08:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	13/03/2018 16:37:00	13/03/2018 16:40:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	14/03/2018 15:28:00	14/03/2018 16:05:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LA)	F	0	37
LAMINADOR HORIZONTAL	17/03/2018 17:26:00	17/03/2018 17:30:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	19/03/2018 04:52:00	19/03/2018 04:59:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	19/03/2018 07:08:00	19/03/2018 07:20:00	DESARME DO DESBASTE	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	20/03/2018 05:00:00	21/03/2018 21:15:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.415
LAMINADOR HORIZONTAL	25/03/2018 10:41:00	25/03/2018 10:46:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	25/03/2018 14:03:00	25/03/2018 14:17:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	14
LAMINADOR HORIZONTAL	26/03/2018 17:14:00	26/03/2018 17:22:00	FALHA NA CALIBRAÇÃO DO RM	F	0	8
LAMINADOR HORIZONTAL	28/03/2018 03:05:00	28/03/2018 03:06:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	28/03/2018 03:07:00	28/03/2018 03:10:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	29/03/2018 18:01:00	29/03/2018 18:08:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	01/04/2018 02:10:00	01/04/2018 02:20:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	02/04/2018 01:49:00	02/04/2018 02:07:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO ACIONAMENTO)	F	0	18
LAMINADOR HORIZONTAL	04/04/2018 04:42:00	04/04/2018 04:50:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	8

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	04/04/2018 04:50:00	04/04/2018 05:04:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO ACIONAMENTO)	F	0	14
LAMINADOR HORIZONTAL	04/04/2018 05:06:00	04/04/2018 06:00:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO ACIONAMENTO)	F	0	54
LAMINADOR HORIZONTAL	04/04/2018 06:00:00	04/04/2018 11:26:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO ACIONAMENTO)	F	0	326
LAMINADOR HORIZONTAL	07/04/2018 07:49:00	07/04/2018 07:52:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	09/04/2018 07:05:00	09/04/2018 07:12:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	09/04/2018 07:12:00	09/04/2018 07:19:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	11/04/2018 08:09:00	11/04/2018 08:13:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	17/04/2018 01:09:00	17/04/2018 01:20:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	11
LAMINADOR HORIZONTAL	18/04/2018 04:56:00	19/04/2018 22:20:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.484
LAMINADOR HORIZONTAL	23/04/2018 18:11:00	23/04/2018 18:13:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	25/04/2018 07:49:00	25/04/2018 07:50:00	ERRO NO SETUP	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	25/04/2018 07:52:00	25/04/2018 07:54:00	ERRO NO SETUP	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	08/05/2018 05:00:00	09/05/2018 06:14:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.514
LAMINADOR HORIZONTAL	11/05/2018 05:41:00	11/05/2018 05:45:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	12/05/2018 23:16:00	12/05/2018 23:24:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	8
LAMINADOR HORIZONTAL	13/05/2018 11:39:00	13/05/2018 11:43:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	21/05/2018 07:16:00	21/05/2018 07:20:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	23/05/2018 04:08:00	23/05/2018 04:14:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	6
LAMINADOR HORIZONTAL	23/05/2018 10:04:00	23/05/2018 10:15:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	11
LAMINADOR HORIZONTAL	28/05/2018 04:54:00	29/05/2018 08:06:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.632
LAMINADOR HORIZONTAL	29/05/2018 13:20:00	29/05/2018 13:24:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	05/06/2018 10:35:00	05/06/2018 10:44:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	06/06/2018 20:24:00	06/06/2018 20:38:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	14
LAMINADOR HORIZONTAL	07/06/2018 04:18:00	07/06/2018 04:23:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	09/06/2018 01:57:00	09/06/2018 01:58:00	FALHA NO TCS - AGC	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	11/06/2018 04:51:00	11/06/2018 05:01:00	OCORRÊNCIA DE SUCATA - RETIRADA	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	11/06/2018 05:01:00	15/06/2018 14:16:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.315

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	26/06/2018 15:03:00	26/06/2018 15:14:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	11
LAMINADOR HORIZONTAL	27/06/2018 05:40:00	27/06/2018 05:44:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	03/07/2018 02:50:00	03/07/2018 02:54:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	04/07/2018 11:03:00	04/07/2018 11:15:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LO)	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	05/07/2018 04:54:00	06/07/2018 05:27:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.473
LAMINADOR HORIZONTAL	06/07/2018 07:56:00	06/07/2018 08:14:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	18
LAMINADOR HORIZONTAL	06/07/2018 14:10:00	06/07/2018 14:22:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	06/07/2018 18:37:00	06/07/2018 18:40:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	10/07/2018 01:41:00	10/07/2018 01:45:00	ERRO NO SETUP	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	15/07/2018 15:31:00	15/07/2018 15:42:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	11
LAMINADOR HORIZONTAL	17/07/2018 13:26:00	17/07/2018 13:31:00	ERRO NO SETUP	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	18/07/2018 00:22:00	18/07/2018 00:23:00	FALHA NO TCS - AGC	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	18/07/2018 19:02:00	18/07/2018 19:04:00	FALHA NO TCS - AGC	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	18/07/2018 23:10:00	18/07/2018 23:29:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	19
LAMINADOR HORIZONTAL	18/07/2018 23:29:00	18/07/2018 23:51:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - NORMALIZAÇÃO	F	0	22
LAMINADOR HORIZONTAL	21/07/2018 05:39:00	21/07/2018 05:41:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	2
LAMINADOR HORIZONTAL	21/07/2018 12:06:00	21/07/2018 12:16:00	FALHA NA CALIBRAÇÃO DO RM	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	25/07/2018 23:28:00	26/07/2018 23:38:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.450
LAMINADOR HORIZONTAL	27/07/2018 12:36:00	27/07/2018 12:40:00	DESARME DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	28/07/2018 02:07:00	28/07/2018 02:11:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	28/07/2018 04:41:00	28/07/2018 04:44:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	28/07/2018 04:45:00	28/07/2018 04:49:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	04/08/2018 05:05:00	04/08/2018 05:10:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	04/08/2018 21:14:00	04/08/2018 21:18:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	07/08/2018 22:09:00	07/08/2018 22:13:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	11/08/2018 20:33:00	11/08/2018 20:57:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO OPERAÇÃO)	F	0	24
LAMINADOR HORIZONTAL	14/08/2018 03:25:00	14/08/2018 03:27:00	ERRO NO SETUP	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	15/08/2018 18:31:00	15/08/2018 18:42:00	FALHA NO HMD	F	0	11

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	16/08/2018 08:56:00	16/08/2018 09:03:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LO)	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	16/08/2018 13:20:00	16/08/2018 13:22:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	16/08/2018 19:45:00	16/08/2018 19:58:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO INFERIOR DO DESBASTE	F	0	13
LAMINADOR HORIZONTAL	19/08/2018 01:18:00	19/08/2018 01:23:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	20/08/2018 03:24:00	28/08/2018 10:22:00	REPARO GERAL - GRANDE PARADA	S	0	11.938
LAMINADOR HORIZONTAL	28/08/2018 15:37:00	28/08/2018 15:53:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LO)	F	0	16
LAMINADOR HORIZONTAL	31/08/2018 13:56:00	31/08/2018 14:05:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO OPERAÇÃO)	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	01/09/2018 15:52:00	01/09/2018 16:04:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO INFERIOR DO DESBASTE	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	02/09/2018 15:41:00	02/09/2018 16:01:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO INFERIOR DO DESBASTE	F	0	20
LAMINADOR HORIZONTAL	06/09/2018 04:42:00	06/09/2018 04:44:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	2
LAMINADOR HORIZONTAL	07/09/2018 15:21:00	07/09/2018 15:31:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO VERTICAL (LO)	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	09/09/2018 17:44:00	09/09/2018 17:57:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	13
LAMINADOR HORIZONTAL	10/09/2018 05:02:00	11/09/2018 07:02:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.560
LAMINADOR HORIZONTAL	14/09/2018 00:00:00	14/09/2018 00:09:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	14/09/2018 09:54:00	14/09/2018 09:58:00	INTERLOCK DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	17/09/2018 05:50:00	17/09/2018 06:00:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	17/09/2018 06:00:00	17/09/2018 06:26:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	26
LAMINADOR HORIZONTAL	17/09/2018 09:13:00	17/09/2018 09:17:00	INTERLOCK DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	19/09/2018 08:24:00	19/09/2018 08:25:00	DESARME DO DESBASTE	F	1	0
LAMINADOR HORIZONTAL	19/09/2018 08:26:00	19/09/2018 08:28:00	DESARME DO DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	19/09/2018 08:29:00	19/09/2018 08:34:00	DESARME DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	19/09/2018 08:41:00	19/09/2018 08:46:00	DESARME DO DESBASTE	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	29/09/2018 05:20:00	29/09/2018 05:22:00	FALHA VENT. REFRIG. MOTORES PRINCIPAIS ÁREA LAMIN. DESBASTE	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	29/09/2018 05:23:00	29/09/2018 05:26:00	FALHA VENT. REFRIG. MOTORES PRINCIPAIS ÁREA LAMIN. DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	29/09/2018 17:35:00	29/09/2018 17:45:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	02/10/2018 04:53:00	03/10/2018 06:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.507
LAMINADOR HORIZONTAL	15/10/2018 17:59:00	15/10/2018 18:00:00	SOBRECARGA (RMS) NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO SUP DO DESBASTE	F	1	0



Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	17/10/2018 05:10:00	19/10/2018 01:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.681
LAMINADOR HORIZONTAL	19/10/2018 10:41:00	19/10/2018 11:00:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	19
LAMINADOR HORIZONTAL	19/10/2018 13:19:00	19/10/2018 13:26:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	24/10/2018 14:45:00	24/10/2018 14:55:00	FALHA NA CALIBRAÇÃO DO RM	F	0	10
LAMINADOR HORIZONTAL	24/10/2018 15:43:00	24/10/2018 16:13:00	FALHA NO ROLO ALIMENTADOR DE ENTRADA	F	0	30
LAMINADOR HORIZONTAL	24/10/2018 16:43:00	24/10/2018 17:03:00	FALHA NA CALIBRAÇÃO DO RM	F	0	20
LAMINADOR HORIZONTAL	24/10/2018 17:03:00	24/10/2018 17:34:00	FALHA NO BALANCEAMENTO DOS CILINDROS DE TRABALHO DO DESBASTE	F	0	31
LAMINADOR HORIZONTAL	26/10/2018 10:26:00	26/10/2018 12:32:00	PARADA PROGRAMADA	F	0	126
LAMINADOR HORIZONTAL	26/10/2018 23:41:00	26/10/2018 23:45:00	INTERLOCK DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	27/10/2018 04:03:00	27/10/2018 04:10:00	FALHA NO TCS - AGC	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	28/10/2018 06:38:00	28/10/2018 06:45:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	7
LAMINADOR HORIZONTAL	28/10/2018 16:28:00	28/10/2018 16:32:00	INTERLOCK DESBASTE	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	28/10/2018 21:42:00	28/10/2018 21:45:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	02/11/2018 17:18:00	02/11/2018 17:21:00	FALHA NO TCS - AGC	F	3	0
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 14:33:00	04/11/2018 15:05:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	32
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 15:06:00	04/11/2018 15:08:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 15:11:00	04/11/2018 15:13:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	2	0
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 17:01:00	04/11/2018 17:18:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	17
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 17:21:00	04/11/2018 17:30:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	04/11/2018 18:14:00	04/11/2018 18:19:00	CALIBRAÇÃO DO DESBASTE / VERTICAL	F	0	5
LAMINADOR HORIZONTAL	06/11/2018 05:14:00	07/11/2018 03:03:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.309
LAMINADOR HORIZONTAL	19/11/2018 09:00:00	19/11/2018 09:04:00	FALHA DE TRACKING	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	26/11/2018 05:05:00	27/11/2018 03:38:00	PARADA NÃO PROGRAMADA	S	0	1.353
LAMINADOR HORIZONTAL	04/12/2018 16:40:00	04/12/2018 16:44:00	ERRO NO SETUP	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	07/12/2018 08:42:00	07/12/2018 08:46:00	FALHA NO PARAFUSO (LADO ACIONAMENTO)	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	10/12/2018 06:00:00	15/12/2018 00:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.840
LAMINADOR HORIZONTAL	20/12/2018 03:58:00	20/12/2018 04:02:00	SOBRETENPERATURA NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	4

Item do equipamento	dt_ini	dt_fim	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR HORIZONTAL	26/12/2018 15:20:00	26/12/2018 15:32:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	12
LAMINADOR HORIZONTAL	26/12/2018 16:58:00	26/12/2018 17:30:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	32
LAMINADOR HORIZONTAL	30/12/2018 06:25:00	30/12/2018 06:31:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO INFERIOR DO DESBASTE	F	0	6
LAMINADOR HORIZONTAL	31/12/2018 13:50:00	31/12/2018 13:53:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	3
LAMINADOR HORIZONTAL	03/01/2019 05:50:00	03/01/2019 05:54:00	REVOGAM.PLACAS POR FALHA EQUIP. LINHA/INSTABILIDADE/SUCATA	F	0	4
LAMINADOR HORIZONTAL	03/01/2019 13:16:00	04/01/2019 20:48:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.892
LAMINADOR HORIZONTAL	05/01/2019 19:38:00	05/01/2019 19:40:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	2
LAMINADOR HORIZONTAL	05/01/2019 19:40:00	05/01/2019 20:32:00	FALHA NO ACIONAMENTO DO CILINDRO SUPERIOR DO DESBASTE	F	0	52
LAMINADOR HORIZONTAL	06/01/2019 12:17:00	06/01/2019 12:26:00	FALHA NO TCS - AGC	F	0	9
LAMINADOR HORIZONTAL	14/01/2019 05:05:00	15/01/2019 00:05:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.140
LAMINADOR HORIZONTAL	16/01/2019 16:29:00	16/01/2019 16:41:00	SOBRECARGA (RMS)NO MOTOR PRINCIPAL CILINDRO INF DO DESBASTE	F	0	12
LAMINADOR VERTICAL	09/01/2018 05:13:00	10/01/2018 11:39:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.826
LAMINADOR VERTICAL	31/01/2018 05:10:00	01/02/2018 11:07:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.797
LAMINADOR VERTICAL	20/02/2018 05:47:00	21/02/2018 19:40:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.273
LAMINADOR VERTICAL	23/02/2018 14:12:00	23/02/2018 14:25:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	13
LAMINADOR VERTICAL	24/02/2018 11:01:00	24/02/2018 11:13:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	12
LAMINADOR VERTICAL	24/02/2018 23:40:00	24/02/2018 23:49:00	DESARME DO VERTICAL	F	0	9
LAMINADOR VERTICAL	25/02/2018 08:04:00	25/02/2018 08:15:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	11
LAMINADOR VERTICAL	26/02/2018 00:06:00	26/02/2018 00:16:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	10
LAMINADOR VERTICAL	26/02/2018 05:59:00	26/02/2018 06:00:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	1	0
LAMINADOR VERTICAL	26/02/2018 06:00:00	26/02/2018 06:03:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	3
LAMINADOR VERTICAL	26/02/2018 13:05:00	26/02/2018 13:16:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO ACIONAMENTO	F	0	11
LAMINADOR VERTICAL	28/02/2018 05:00:00	02/03/2018 09:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	3.171
LAMINADOR VERTICAL	20/03/2018 05:00:00	21/03/2018 21:15:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.415
LAMINADOR VERTICAL	26/03/2018 17:22:00	26/03/2018 17:26:00	FALHA NO BALANCEAMENTO DOS EIXOS DOS CILINDROS VERTICAIS	F	0	4
LAMINADOR VERTICAL	27/03/2018 16:57:00	27/03/2018 18:00:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	63
LAMINADOR VERTICAL	27/03/2018 18:00:00	27/03/2018 18:08:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	8
LAMINADOR VERTICAL	29/03/2018 09:38:00	29/03/2018 09:42:00	DESARME DO VERTICAL	F	0	4

Item do equipamento	dt_ini	dt_fin	ds_motivo	S_F	Delay (min)	Stop (min)
LAMINADOR VERTICAL	29/03/2018 09:43:00	29/03/2018 09:53:00	CHAPA EXTRA GROSSA IMPREVISTA - RETIRADA	F	0	10
LAMINADOR VERTICAL	29/03/2018 09:53:00	29/03/2018 11:29:00	FALHA NO TCS - AWC	F	0	96
LAMINADOR VERTICAL	18/04/2018 04:56:00	19/04/2018 22:20:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.484
LAMINADOR VERTICAL	08/05/2018 05:00:00	09/05/2018 06:14:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.514
LAMINADOR VERTICAL	18/05/2018 12:51:00	18/05/2018 13:01:00	FALHA NO TCS - AWC	F	0	10
LAMINADOR VERTICAL	28/05/2018 04:54:00	29/05/2018 08:06:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.632
LAMINADOR VERTICAL	11/06/2018 05:01:00	15/06/2018 14:16:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.315
LAMINADOR VERTICAL	05/07/2018 04:54:00	06/07/2018 05:27:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.473
LAMINADOR VERTICAL	13/07/2018 07:49:00	13/07/2018 07:50:00	FALHA NO TCS - AWC	F	1	0
LAMINADOR VERTICAL	13/07/2018 09:35:00	13/07/2018 09:37:00	FALHA NO TCS - AWC	F	2	0
LAMINADOR VERTICAL	21/07/2018 12:33:00	21/07/2018 12:35:00	FALHA NO TCS - AWC	F	2	0
LAMINADOR VERTICAL	21/07/2018 13:04:00	21/07/2018 13:06:00	FALHA NO TCS - AWC	F	2	0
LAMINADOR VERTICAL	22/07/2018 12:13:00	22/07/2018 12:15:00	FALHA NO TCS - AWC	F	2	0
LAMINADOR VERTICAL	25/07/2018 23:28:00	26/07/2018 23:38:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.450
LAMINADOR VERTICAL	03/08/2018 06:55:00	03/08/2018 17:10:00	PARADA PROGRAMADA	F	0	615
LAMINADOR VERTICAL	13/08/2018 14:33:00	13/08/2018 15:50:00	PARADA PROGRAMADA	F	0	77
LAMINADOR VERTICAL	20/08/2018 03:24:00	28/08/2018 10:22:00	REPARO GERAL - GRANDE PARADA	S	0	11.938
LAMINADOR VERTICAL	10/09/2018 05:02:00	11/09/2018 07:02:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.560
LAMINADOR VERTICAL	28/09/2018 11:34:00	28/09/2018 11:53:00	INSPEÇÃO DOS CILINDROS DE TRABALHO DO VE	F	0	19
LAMINADOR VERTICAL	02/10/2018 04:53:00	03/10/2018 06:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.507
LAMINADOR VERTICAL	17/10/2018 05:10:00	19/10/2018 01:51:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	2.681
LAMINADOR VERTICAL	06/11/2018 05:14:00	07/11/2018 03:03:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.309
LAMINADOR VERTICAL	26/11/2018 05:05:00	27/11/2018 03:38:00	PARADA NÃO PROGRAMADA	S	0	1.353
LAMINADOR VERTICAL	10/12/2018 06:00:00	15/12/2018 00:00:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	6.840
LAMINADOR VERTICAL	03/01/2019 13:16:00	04/01/2019 20:48:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.892
LAMINADOR VERTICAL	13/01/2019 14:23:00	13/01/2019 14:34:00	SOBRECARGA DO MOTOR PRINCIPAL DO VE LADO OPERAÇÃO	F	0	11
LAMINADOR VERTICAL	14/01/2019 05:05:00	15/01/2019 00:05:00	PARADA PROGRAMADA	S	0	1.140
...						

**ANEXO B - DADOS DE FALHAS DO LAMINADOR DESBASTADOR DA FASE 02  
DESTE ESTUDO DE CASO**

Segue abaixo a listagem dos dados de falhas do Laminador Horizontal e Unidade de Descarepação Primária dos seus componentes, correspondente a fase 02 deste estudo de caso.

Nome do Bloco RBD (Entrevistas)	Para o Sistema	10%	50%	95%	10%	50%	95%	Tempo de Vida Atual
CHUVEIRO ENTR.INF.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	Sim	6 meses		11,5 meses	4 horas		5 horas	0
CHUVEIRO ENTR.SUP.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	Sim	6 meses		11,5 meses	4 horas		5 horas	0
CHUVEIRO SAÍDA INF.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	Sim	6 meses		11,5 meses	4 horas		5 horas	0
CHUVEIRO SAÍDA SUP.DESCAREPAÇÃO PRIMÁRIA	Sim	6 meses		11,5 meses	4 horas		5 horas	0
TAMPA CENTRAL	Não	1 mês		12 meses				0
TAMPA ENTRADA	Não	1 mês		12 meses				0
TAMPA SAIDA	Não	1 mês		12 meses				0
TUBULAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO DESCAREPADOR	Sim	3 anos		4 anos				12
EIXO TRANSMISSAO INFERIOR (LH)	Sim	2 anos		3,5 anos	52 horas		56 horas	7
LUVA LADO DO CILINDRO TRABALHO INF (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	10 horas		16 horas	0
MANCAL CENTRAL EIXO TRANSMISSAO INFERIOR (LH)	Sim	2 anos		3,5 anos	52 horas		56 horas	7
MANCAL N° 5 EIXO INTERMEDIARIO (LH)	Sim	3 anos		5 anos	18 hroas		24 horas	24
MANCAL N°3 MOTOR INFERIOR L_ACOPLAMENTO (LH)	Sim	3 anos		5 anos	18 hroas		24 horas	24
MANCAL N°4 MOTOR INFERIOR LADO LIVRE (LH)	Sim	3 anos		5 anos	18 hroas		24 horas	24
MANGUEIRAS MANCAIS (LH)	Sim	2 anos		3 anos	1 hora		2 horas	24
ESCOVA 01 ANEL DO MOTOR INFERIOR DO RM (LH)	Sim	6 meses		1 ano	10 min		20 min	0
KA1FLD02-CONVERSOR CAMPO MOTOR INF (LH)	Sim	10 anos		20 anos	60 min		120 min	199
KA1MKL04-MOTOR REFRIGERAÇÃO 1 AC.INF (LH)	Sim	2 anos		4 anos	90 min		120 min	24
KA1MKL05-MOTOR REFRIGERAÇÃO 2 AC.INF (LH)	Sim	2 anos		4 anos	90 min		120 min	24
KA1THY04-05-06-CICLO-CONVERSOR MOTOR INF (LH)	Sim	10 anos		20 anos	2 horas		3 horas	199
MOTOR SÍNCRONO AC. LAM.RM INF(KA1MSY02) (LH)	Sim	15 anos		20 anos	13 dias		18 dias	199
EIXO TRANSMISSAO SUPERIOR (LH)	Sim	2 anos		3,5 anos	20 horas		24 horas	4
LUVA LADO DO CILINDRO TRABALHO SUP (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	10 horas		16 horas	0
MANCAL CENTRAL EIXO TRANSMISSAO SUPERIOR (LH)	Sim	2 anos		3,5 anos	20 horas		24 horas	4
MANCAL N° 2 MOTOR SUPERIOR LADO LIVRE (LH)	Sim	2 anos		3 anos	18 min		20 min	24
MANCAL N°1 MOTOR SUPERIOR L_ACOPLAMENTO (LH)	Sim	2 anos		3 anos	18 min		20 min	24
MANGUEIRAS DOS MANCAIS (LH)	Sim	6 meses		1 ano	18 min		20 min	0
CICLO-CONVER.MOTOR SUP(KA1THY01-02-03) (LH)	Sim	10 anos		20 anos	2 horas		3 horas	199
CONVERSOR DE CAMPO (RM TOP) (KA1FLD01). (LH)	Sim	10 anos		20 anos	60 min		120 min	199
ESCOVA 01 DO ANEL DO MOTOR SUPERIOR (LH)	Sim	6 meses		1 ano	10 min		20 min	0
KA1MKL01-MOTOR REFRIGERAÇÃO 1 AC.SUP. (LH)	Sim	2 anos		4 anos	60 min		120 min	24
KA1MKL02-MOTOR REFRIGERAÇÃO 2 AC.SUP. (LH)	Sim	2 anos		4 anos	90 min		120 min	24
KA1MKL03-MOTOR SOPRADOR ESCOVAS SUP	Sim	2 anos		4 anos	90 min		120 min	0
KA1MSY01-MOTOR SÍNCRONO AC.SUPERIOR (LH)	Sim	15 anos		20 anos	13 dias		18 dias	199
CILINDRO HIDRAULICO POSICIONADOR ENTRADA (LH)	Sim	2 anos		3 anos	20 min		30 min	12

Nome do Bloco RBD	Para o Sistema	10%	50%	95%	10%	50%	95%	Tempo de Vida Atual
CILINDRO HIDRAULICO POSICIONADOR SAIDA (LH)	Sim	2 anos		3 anos	20 min		30 min	12
CAPSULA HIDRAULICA LA AGC (LH)	Sim	2 anos		2,5 anos	15 horas		16 horas	7
CAPSULA HIDRAULICA LO AGC (LH)	Sim	2 anos		2,5 anos	15 horas		16 horas	7
ACOPL_EIXO TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP ENTR (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
AVENTAL MOVEI SUPERIOR DE ENTRADA (LH)	Sim	2 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
CAIXA TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP ENTRADA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
COMPONEN.ELÉTRICO AVENTAL MOVEI SUP ENTR (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	30 min		45 min	0
FUSO ELEV.AVENTAL MOVEI SUP.ENTR. (LH)	Sim	4 anos		5 anos	6 horas		8 horas	8
MOTOR HIDR.AVENTAL MOVEI SUP.ENTR. (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
ACOPL_EIXO TRANSM.AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
AVENTAL MOVEI SUPERIOR DE SAIDA (LH)	Sim	2 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
CAIXA TRANSMIS.AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
COMPON.ELÉTRICO AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	30 min		45 min	0
FUSO DE ELEVACAO AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	Sim	4 anos		5 anos	6 horas		8 horas	8
MOTOR HIDRAULICO AVENTAL MOVEI SUP SAIDA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	6 horas		8 horas	8
CIL.HIDR. TRAVA MANCAL INFERIOR ENTRADA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
CIL.HIDR. TRAVA MANCAL INFERIOR SAÍDA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
CIL.HIDR. TRAVA MANCAL SUPERIOR SAIDA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
CIL.HIDR.TRAVA MANCAL SUPERIOR ENTRADA (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
CILINDRO BALANCEAMENTO EIXO TRANSM. INF (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
CILINDRO BALANCEAMENTO EIXO TRANSM. SUP (LH)	Sim	3 anos		4 anos	30 min		60 min	7
JE3JB01 - CILINDRO DE CARGA INFERIOR DS (LH)	Sim	4 anos		5 anos	1,5 horas		3 horas	8
JE5JB01 - CILINDRO PULLBACK DS (LH)	Sim	4 anos		5 anos	1,5 horas		3 horas	8
TRANCA TRABALHO INFERIOR ENTRADA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	1 hora		2 horas	0
TRANCA TRABALHO INFERIOR SAÍDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	1 hora		2 horas	0
TRANCA TRABALHO SUPERIOR ENTRADA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	1 hora		2 horas	0
TRANCA TRABALHO SUPERIOR SAÍDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	1 hora		2 horas	0
KA1ZSX01-DETEC.PRESENÇA EIXO SUP-ENTRADA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KA1ZSX02-SENSOR PRESENÇA EIXO INF-ENTR. (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KA1ZSX03-SENSOR PRESENÇA EIXO SUP-SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KA1ZSX04-SENSOR PRESENÇA EIXO INF-SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB3ZSX03-ABERT TR BALAC SPINDLE SUP-ENTR (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB3ZSX04-ABERTO TR BALAC EIXO SUP-SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB4ZSX01-POS.SUPOR ACOP EIXO SUP L_ENTR (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB4ZSX02-POS.SUPOR ACOP EIXO SUP L_SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB4ZSX03-DESACOP.SUPORTE EIXO SUP L_ENTR (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB4ZSX04-DESACOP.SUPPORT EIXO SUP L_SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB5ZSX01-FECH TR BALAC SPINDLE INF-ENTR (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB5ZSX02-FECH TR BALAC SPINDLE INF-SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB5ZSX03-ABERT TR BALAC SPINDLE INF-ENTR (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KB5ZSX04-ABERTO TR BALAC EIXO INF-SAÍDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX01-POS.FECH.TR CIL.TRAB.ENTR SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0

Nome do Bloco RBD	Para o Sistema	10%	50%	95%	10%	50%	95%	Tempo de Vida Atual
KF4ZSX02-POS.ABERTA TR CIL.TRAB.ENTR.SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX03-POS.FECH TR CIL.TRAB.SAÍDA SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX04-POS.ABERT TR CIL.TRAB SAÍDA SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX05-POS.FECHA TR CIL.TRAB.ENTR INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX06-S-POS.ABER TR CIL.TRAB ENTR INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX07-POS.FECH TR CIL.TRAB SAÍDA INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KF4ZSX08-POS.ABERT TR CIL.TRAB.SAÍDA INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX01-POS.FECH TR CIL.ENCOST ENTR SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX02-POS.ABER TR CIL.ENCOST ENTR SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX03-POS.FECH TR CIL.ENCOST SAÍD SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX04-POS.ABER TR CIL.ENCOS SAÍDA SUP (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX05-POS.FECH TR CIL.ENCOST ENTR INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
KP1ZSX06-POS.ABER TR CIL.ENCOST ENTR INF (LH)	Sim	1 ano		2 anos	30 min		45 min	0
CHUVEIRO INFERIOR DE ENTRADA DO RM (LH)	Sim	1 ano		2 anos	2 horas		4 horas	0
CHUVEIRO SUPERIOR DE ENTRADA DO RM (LH)	Sim	1 ano		2 anos	2 horas		4 horas	0
CHUVEIRO INFERIOR DE SAIDA DO RM (LH)	Sim	1 ano		2 anos	2 horas		4 horas	0
CHUVEIRO SUPERIOR DE SAIDA DO RM (LH)	Sim	1 ano		2 anos	2 horas		4 horas	0
CHUVEIRO INF. ENTRADA CILINDRO ENCOSTO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO INF. ENTRADA CILINDRO TRABALHO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO INF. SAIDA CILINDRO DE ENCOSTO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO INF. SAIDA CILINDRO DE TRABALHO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO SUP. ENTRADA CILINDRO ENCOSTO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO SUP. ENTRADA CILINDRO TRABALHO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO SUP. SAIDA CILINDRO DE ENCOSTO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
CHUVEIRO SUP. SAIDA CILINDRO DE TRABALHO (LH)	Sim	30 dias		45 dias	20 min		30 min	0
AVENTAL DE ENTRADA DO ROLO_ENT (LH)	Sim	1 ano		2 anos	60 min		90 min	0
AVENTAL DE SAÍDA DO ROLO_ENT (LH)	Sim	1 ano		2 anos	90 min		120 min	0
EIXO DE TRANSMISSÃO _ ACOPLAMENTO_ENT (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
MANCAL LAC_ENT (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
MANCAL LOP_ENT (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
KV1MKL01 - MOTOR REFRIG.ROLO ALIM ENT RM (LH)	Sim	2 anos		3 anos	5 horas		6 horas	32
MOTOR ROLO ALIMENT. DE ENTRADA DO RM (LH)	Sim	3 anos		5 anos	5 horas		6 horas	32
ROLO_ENT (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
AVENTAL DE ENTRADA DO ROLO_SAIDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	60 min		90 min	0
AVENTAL DE SAÍDA DO ROLO_SAIDA (LH)	Sim	1 ano		2 anos	90 min		120 min	0
EIXO DE TRANSMISSÃO _ ACOPLAMENTO_SAIDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
MANCAL DO ROLO LAC_SAIDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
MANCAL DO ROLO LOP_SAIDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0
KV2MKL01-MOTOR REFRIG.ROLO ALIMENT.SAÍDA (LH)	Sim	2 anos		3 anos	5 horas		6 horas	18
MOTOR ROLO ALIMENT. DE SAIDA DO RM (LH)	Sim	3 anos		5 anos	5 horas		6 horas	18
ROLO_SAIDA (LH)	Sim	1,5 anos		2 anos	24 horas		30 horas	0