

# ESTUDO DA CONFIABILIDADE EM UMA ENSACADEIRA NO PROCESSO DE EMBALAGEM DE UMA FÁBRICA DE CIMENTO

**Reynaldo Chile Palomino (UFS)**  
reychile@hotmail.com

**Bruno Almeida dos Reis (UFS)**  
brunoreis\_br@hotmail.com

**Celso Satoshi Sakuraba (UFS)**  
celso.sakuraba@yahoo.com.br

**Livia Paiva Silva Campos (UFS)**  
lihpsc@hotmail.com

**Lydia Regina Pinheiro de Jesus (UFS)**  
lyly\_gina@hotmail.com



*O presente trabalho procura mostrar a importância da confiabilidade como ferramenta chave para se obter maior disponibilidade em uma Ensacadeira Rotativa tipo RS no processo de embalagem de uma fábrica de cimento, fazendo uso de dados de falhas. A partir de uma amostragem de dois meses de funcionamento do equipamento, foi possível descrever o real cenário dos desvios que estavam impactando na redução da disponibilidade do sistema. Desse modo, os dados foram lançados em planilha para calcular os parâmetros da confiabilidade como taxa de falha, tempo médio entre falhas, cálculo da confiabilidade, tempo médio para reparo e disponibilidade. A partir das análises foi possível constatar que o grande número de falhas decorria de uma política de priorizar as manutenções corretivas e da falta de informações do Planejamento e Controle da Manutenção nas tomadas de decisão. O estudo se mostrou eficaz, pois permitiu que a empresa possa ter uma visão geral das principais falhas através de um histórico e prospectar futuros cenários de falhas antecipando assim suas decisões e impedido sua incidência.*

*Palavras-chaves: Disponibilidade, Confiabilidade, Taxa de falhas, Tempo médio entre falhas.*

## 1. Introdução

A economia global atual retrata um mercado cada vez mais competitivo entre as companhias, acompanhada de uma maior demanda e exigência de seus clientes por melhores produtos e serviços. Tal cenário tem impulsionado empresas a buscarem formas de se manterem vivas no mercado, investindo em estudos e formas de aplicações de ferramentas orientadas à melhoria do processo produtivo, levando este a um melhor desempenho técnico e operacional.

Partindo desta análise, uma das formas de se obter maior desempenho e, conseqüentemente, melhoria no sistema produtivo, está relacionada à implementação de análise de confiabilidade de processo e/ou produto. Segundo Leemis (1995, p. 384), “a confiabilidade de um item corresponde a sua probabilidade de desempenhar adequadamente o seu propósito especificado, por um determinado período de tempo e sob condições ambientais predeterminadas”. Em outras palavras, a confiabilidade trata da probabilidade de um sistema executar a função para o qual foi projetado, dentro de suas especificações de projeto e operação.

Fica clara, portanto a importância da confiabilidade como ferramenta fundamental para o bom desempenho das máquinas industriais, pois esta nos fornece parâmetros que nos permitem tomar decisões mais coerentes, tais como taxa de falha, tempo médio entre falhas, cálculo da confiabilidade, tempo médio para reparo e disponibilidade de equipamentos

Em nível estratégico, a Engenharia de Confiabilidade pode ser utilizada como forma de reduzir o custo unitário de produção e promovendo aumento na produção, utilizando melhor sua capacidade instalada, conferindo à companhia industrial maior competitividade de mercado.

A partir das idéias descritas, o presente trabalho propõe um diagnóstico do cenário de falhas e sugestão de melhorias que garantam maior disponibilidade em uma Ensacadeira Rotativa - RS, sistema este que tem por função ensacar diversos tipos de produtos, e que neste trabalho se limitará à embalagem do produto final de uma fábrica de cimento.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Evolução histórica da confiabilidade

Durante a Segunda Guerra Mundial, diversos engenheiros trabalharam no desenvolvimento dos mísseis V-1 e o final desta, tomou-se conta de que todos os protótipos desenvolvidos apresentaram falhas enquanto testados, pois os mesmos explodiram antes e durante o vôo ou aterrissando antes do alvo. (FOGLIATTO, 2009).

Na década de 50, com o surgimento da indústria aeroespacial e eletrônica, movidos pela Guerra Fria, em conjunto com a implantação da indústria nuclear, ocorreu um grande salto no desenvolvimento de cálculos e aplicações na confiabilidade. Nesta época, os analistas reconheceram que a confiabilidade deveria ser aplicada, principalmente, na etapa de projeto, contrariando o que era defendido até então, ou seja, execução da manutenção após a ocorrência de falhas. (LAFRAIA, 2001).

Na década de 60, houvera avanços tanto de natureza prática quanto teórica, destacando-se a proposição de H. A. Watson, da teoria de Análise de Árvore de Falhas, em 1961. Várias

outras publicações foram desenvolvidas nesta época, demonstrando neste período um maior grau de maturidade relacionado ao assunto. (LAFRAIA, 2001).

Na década de 70, ocorreu a consolidação dos estudos de confiabilidade nas mais diversas áreas, destacando-se a construção e operação de usinas nucleares. R. Billinton publica um texto voltado a aplicações específicas em sistemas eletro-energéticos. Os primeiros modelos de análise de confiabilidade em softwares também surgem nesta época. (LAFRAIA, 2001).

Por fim, na década de 80, constatou-se que as nações de maior poderio tecnológico implantaram definitivamente as técnicas e práticas de análises da confiabilidade em diversos setores de engenharia. Com relação ao Brasil, verificou-se uma aplicação prática da confiabilidade nos setores de telecomunicações, elétrico, de armamento e nuclear. (LAFRAIA, 2001).

## 2.2. Medidas e parâmetros da confiabilidade

Neste tópico serão apresentadas as principais medidas de confiabilidade para um item ou componente não reparável.

a) Taxa de Falha: é a razão entre o número de falhas ocorridas e o tempo total de operação;

b) Tempo médio entre falhas: é a duração média entre duas ou mais falhas;

c) Confiabilidade: é a capacidade de um item desempenhar satisfatoriamente a função requerida, sob condições de operação estabelecidas, por um período de tempo predeterminado;

d) Tempo médio para reparo: é o tempo médio até a conclusão de reparos feitos na unidade;

e) Disponibilidade: é a probabilidade de que um sistema esteja em condição operacional em um determinado instante de tempo ou em um período de tempo predefinido.

## 2.3. Classificação das falhas

As falhas podem ser classificadas sob vários aspectos, e neste trabalho, para classificação das falhas, foi utilizada a classificação da Manutenção Centrada na Confiabilidade, pois esta faz abordagem a partir do efeito provocado sobre o sistema. Desta forma cada uma das falhas seria identificada como funcional ou potencial, segundo suas definições.

Quanto à classificação da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), Siqueira (2005) classifica em:

– Falha funcional: incapacidade de um item desempenhar uma função específica dentro de limites desejáveis de desempenho;

– Falha potencial: condição identificável e mensurável que indica uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência.

Ainda segundo Siqueira (2005), as falhas funcionais são subdivididas em:

– Falha evidente: detectada pela equipe de operação durante o trabalho normal;

– Falha oculta: não detectada pela equipe de operação durante o trabalho normal;

– Falha múltipla: combinação de uma falha oculta mais uma segunda falha que a torne evidente.

## 2.4. Ferramentas de análise de falhas

Dentre as ferramentas utilizadas para análise de falhas, destacam-se neste trabalho as seguintes:

a) Diagrama de Causa e Efeito: permite estruturar hierarquicamente as causas de determinado problema ou oportunidade de melhoria. As causas de um problema podem ser agrupadas, a partir do conceito dos 6M, como decorrentes de falhas em: materiais, métodos, mão-de-obra, máquinas, meio ambiente, medidas. O uso dos 6M pode ajudar a identificar as causas de um problema e servir como uma estrutura inicial para facilitar o raciocínio na análise;

b) Diagrama de Pareto: é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas. Esta ferramenta torna visivelmente clara a relação ação/benefício, ou seja, prioriza a ação que trará o melhor resultado. Ele consiste num gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências da maior para a menor e permite a localização de problemas vitais e a eliminação de perdas;

c) Método dos 5 Por quês: método comumente utilizado para identificar as causas das falhas que acontecem nos equipamentos. O Método dos 5 Por quês busca encontrar a causa raiz de um desvio após perguntar 5 vezes, de forma seqüencial, o porquê do problema está ocorrendo. A pergunta seguinte sempre se refere à resposta anterior em vários níveis sucessivos da investigação, começando com o processo anormal, produto ou serviço (OHNO, 1997). A partir das causas identificadas, é gerado um plano de ação denominado 5W1H, onde as siglas do inglês significam what, why, who, where, when e how, ou seja, o que, por que, quem, onde, quando e como, respectivamente. Dessa forma, procura-se erradicar a falha, evitando sua reincidência (XENOS, 1998);

d) Relatório de Análise de Anomalia – RAA: é um documento utilizado pelo departamento de planejamento e controle da manutenção da organização em estudo na identificação das causas das falhas, bem como para planejamento de ações que pautem decisões de melhoria, evitando a ocorrência das falhas. O documento reúne algumas das ferramentas / métodos citados anteriormente, tais como Diagrama de Causa e Efeito, Método dos 5 Por quês e Plano de Ação 5W1H. A partir da descrição das falhas e do que foi observado, o Método dos 5 Por quês é utilizado para análise das causas imediatas. Como opção um é utilizado o diagrama de causa e efeito, agrupando a causa falha nos 6M's (materiais, métodos, mão-de-obra, máquinas, meio ambiente, medidas). Uma vez identificada a causa fundamental, é verificado se há um procedimento, plano de preventiva ou plano de inspeção. Uma vez não existindo um padrão para tratamento da causa do problema é utilizado o plano de ação 5W1H para criação de um padrão e posteriormente é realizado um treinamento. Caso exista um padrão, é utilizado o ciclo PDCA para solução da causa raiz.

## 3. Metodologia

A pesquisa teve como proposta metodológica descrever o cenário de falhas que geravam relevante impacto, na disponibilidade da ensacadeira rotativa.

Inicialmente, foram coletados dados de falha in loco, durante um período de dois meses e quantificadas em termos de tempo. As falhas foram coletadas antes, após e entre as manutenções, objetivando encontrar relações entre o plano de manutenção e as incidências das falhas, registrando a hora de ocorrência da falha, sua duração e o momento do funcionamento do equipamento após o reparo. Estas falhas, por sua vez, foram consultadas na

matriz de código de falhas para suas identificações. Dados históricos de manutenções, bem como informações do sistema fornecido pelo fabricante do equipamento foram utilizados.

Após o mapeamento das falhas, estas foram classificadas segundo a Manutenção Centrada em Confiabilidade em falhas potenciais e funcionais. Através do Relatório de Análise de Anomalia foram levantadas informações a respeito dos desvios, bem como suas causas e efeitos.

Foram realizados os cálculos dos principais parâmetros da confiabilidade (taxa de falhas, tempo médio para reparo, tempo médio entre falhas, disponibilidade e confiabilidade) e por fim, foram propostas sugestões de melhoria para aumento da disponibilidade da linha.

#### 4. Análise dos dados

Ao longo do período de dois meses foram mapeadas todas as falhas ocorridas no sistema, afim de que pudéssemos criar um histórico, identificar suas possíveis causas, bem como quantificar as de maior incidência.

Durante o tempo de operação da linha, à medida que ocorria uma falha esta era consultada na matriz de códigos de falhas e então registrada no boletim de falhas, com seu respectivo código, tag do equipamento, descrição, hora da ocorrência e hora que a máquina retomou seu funcionamento. Vale ressaltar que todo o tempo de manutenção para reparar a falha foi computado como duração da falha.

A partir dos dados lançados no boletim de falhas, foi criado o cenário de falhas, contendo o tempo destas, conforme tabela a seguir:

Nº da falha	Tempo da falha – t (min)
1	45
2	85
.	
.	
.	
.	
621	75990

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 1 – Mapeamento das Falhas

O teste executado somou um total de tempo de 75.990 minutos, e como resultados colhidos foram obtidas 621 falhas ocorridas durante o teste realizado.

Para classificação das falhas foi utilizada a classificação da Manutenção Centrada na Confiabilidade, pois esta faz abordagem a partir do efeito provocado sobre o sistema. Desta forma cada uma das falhas seria identificada como funcional ou potencial, segundo suas definições.

Após as análises realizadas a classificação, em termos de duração das falhas, configurou-se da seguinte forma:

MCC	Duração das falhas (min)
-----	--------------------------

Funcional	6413
Potencial	2254

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 2 – Classificação das Falhas quanto à duração das falhas – MCC

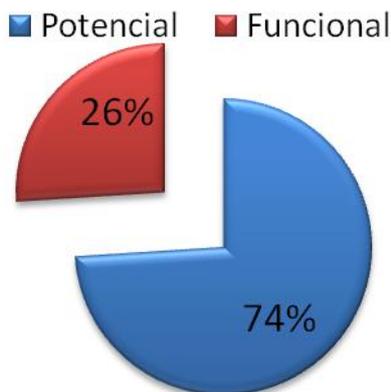


Figura 1 – Falhas Potenciais x Falhas Funcionais (duração de falhas)

Fonte: Elaboração própria

Esta classificação procurou definir a melhor estratégia de manutenção, direcionando as falhas que deveriam ser prevenidas e aquelas que deveriam ser permitidas.

Para um melhor entendimento da ocorrência dos desvios, foram analisadas as principais falhas ocorridas durante os 75.990 minutos de operação da ensacadeira.

Inicialmente, tentou-se aplicar a ferramenta FMEA para análise dos modos e efeitos de falhas, por se tratar de uma metodologia que objetiva avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas e implantação de ações para aumentar a confiabilidade. No entanto, dependendo da dimensão do sistema, o número de falhas potenciais pode ser muito grande para sua implementação, o que se configurou nas análises anteriores, inviabilizando, portanto, um estudo completo de FMEA.

A Análise de Árvore de Falhas – FTA se configurou numa ferramenta de pouca familiaridade entre os membros da organização, conferindo muita resistência na sua utilização como ferramenta de análise. Isto poderia implicar em déficit de informação a respeito das falhas, além de demandar elevado tempo na sua implantação devido pouca informação dos demais envolvidos (operação, manutenção e produção) em relação a esta ferramenta.

Objetivando avaliar da melhor forma possível, envolvendo membros de diversos departamentos, foi utilizada uma ferramenta já implantada na empresa como padrão aplicado tanto pelo departamento de produção quanto pelo de manutenção para as análises das falhas. Esta ferramenta é o Relatório de Análise de Anomalias – RAA, que apresenta a descrição da falha, ações sobre o efeito, análise das causas imediatas pelo Método dos 5 Por quês e análise pelo Diagrama de Causa e Efeito.

Os Relatórios de Análises de Falhas priorizaram as principais falhas ocorridas, e estas estão resumidas na figura 2.

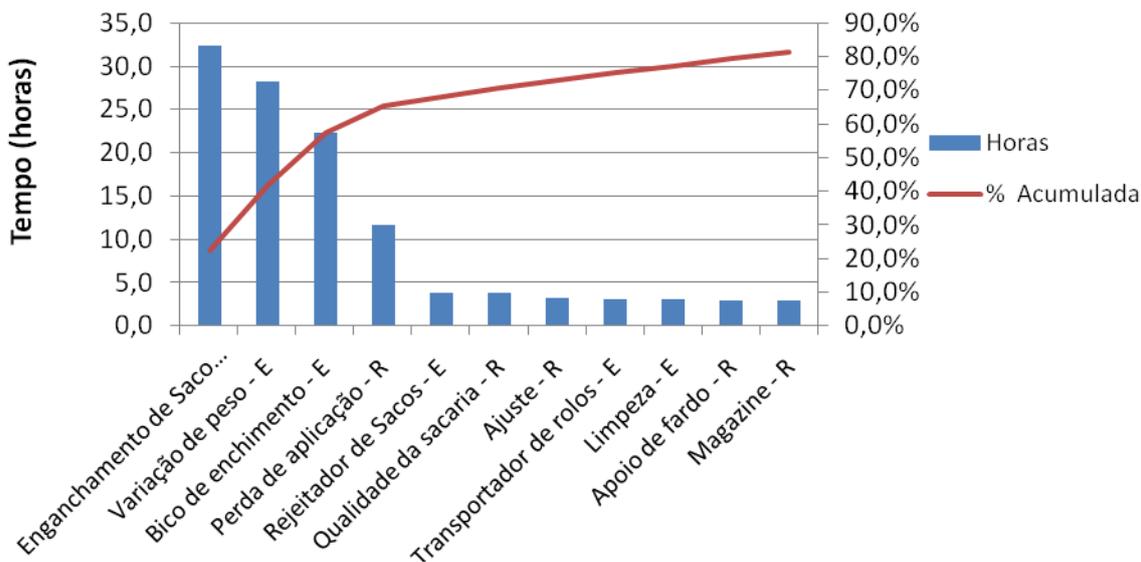


Figura 2 – Pareto por Tempo  
 Fonte: Elaboração própria

A partir da figura podemos verificar que a falha enganchamento de saco correspondia, aproximadamente, a 22% do tempo total de equipamento parado, percentual este que representa o tempo efetivamente sem produzir por conta da falha, gerando impactos no volume de produção, bem como no custo de fabricação.

Deste modo, foram evidenciadas, através das RAA's, as principais causas e efeitos das falhas.

Falhas	Causas	Efeitos
Enganchamento de saco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura da sela desregulada</li> <li>• Sacaria de má qualidade</li> <li>• Baixa pressão de ar no cilindro segurador de sacos</li> <li>• Desalinhamento entre o prendedor e orifício do bico</li> <li>• Sacos não assentados sobre a sela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasgamento de saco</li> <li>• Atraso na expulsão do saco</li> <li>• Saco preso no bico</li> </ul>
Varição de peso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de fechamento muito aberto ou muito fechado</li> <li>• Tempo de fluxo fino muito pequeno</li> <li>• Material estranho na turbina ou no canal de enchimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasgamento de sacos</li> <li>• Rejeito de sacos</li> </ul>
Bico de enchimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palhetas da turbina desgastadas</li> <li>• Válvulas reguladoras de fluxo</li> <li>• Falta de lubrificação</li> <li>• Vazamento na caixa de transmissão</li> <li>• Fotocélula laser suja</li> <li>• Correias e roldanas desgastadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrução do bico de enchimento</li> <li>• Queda de material</li> <li>• Deficiência no fluxo de enchimento</li> </ul>
Perda de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacaria de má qualidade</li> <li>• Bomba de vácuo sem pressão</li> <li>• Velocidade do cilindro desajustada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erro no lançamento do saco ao bico de enchimento</li> </ul>

Rejeitador de sacos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produto fora da faixa de tolerância</li> <li>• Erro nos parâmetros do sistema na célula de pesagem</li> <li>• Dimensão da sacaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesso de produtos rejeitados</li> </ul>
Qualidade da sacaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula da sacaria com dificuldade de abertura</li> <li>• Sacaria torta ou amassada</li> <li>• Sacos colados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasgamento de sacos</li> <li>• Erro no lançamento do saco ao bico de enchimento</li> </ul>
Transportador de rolos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rolos estourados (desgastados)</li> <li>• Engrenagens e correntes sem tração</li> <li>• Parafusos mal fixados</li> <li>• Falha no sistema de despoejamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrecarga de corrente</li> <li>• Danificação de carreia</li> <li>• Travamento do transporte</li> <li>• Vibração</li> </ul>
Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sucção sem impulso</li> <li>• Cone inferior com desgaste</li> <li>• Roldanas e trilhos desajustados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erro na fotocélula de pesagem</li> <li>• Erro de pesagem</li> </ul>
Apoio de fardo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de vincos na válvula</li> <li>• Regulador de ar com baixa pressão</li> <li>• Variação na tensão de corrente de acionamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fardo desalinhado</li> </ul>
Magazine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parafusos mal fixados</li> <li>• Sacaria mal enquadrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha de sequência</li> <li>• Desabastecimento da ensacadeira</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 3 – Causas e Efeitos das Principais Falhas

## 5. Resultados

Com o auxílio do *software* ProConf, foram realizados testes de aderência para determinar qual distribuição se ajustava melhor aos tempos de falha colhidos. Devido a limitações do *software*, dividimos os dados em seis grupos de 100 e um grupo de 21 tempos entre quebras consecutivas.

Ao inserir tais dados no *software*, concluímos que cinco dos sete grupos analisados se adequavam à distribuição lognormal, enquanto três dos sete grupos se adequavam à distribuição de Weibull. Decidimos assim utilizar a distribuição lognormal para a modelagem dos dados, considerando também o fato desta ser uma distribuição muito utilizada na modelagem de unidades reparáveis (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009). A adequação da distribuição lognormal aos dados do estudo pode ser papel de probabilidade pode ser verificada no papel de probabilidade apresentado na Figura 3.

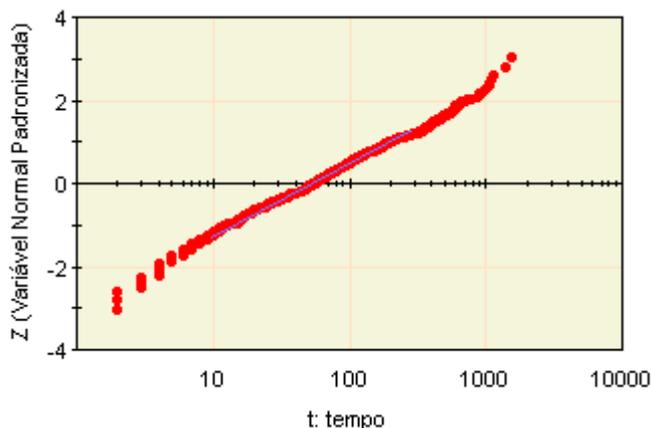


Figura 3 – Papel de probabilidade da distribuição lognormal  
 Fonte: Elaboração própria

### 5.1. Taxa de Falha

A taxa de falha para a distribuição lognormal pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$h(t) = \frac{\phi[(\mu - \ln t)/\sigma]/\sigma}{\Phi[(\mu - \ln t)/\sigma]}$$

onde  $\Phi(x)$  é o valor da função de distribuição da distribuição normal padronizada avaliada em  $x$  e  $\phi(x)$  é o valor da função de densidade a distribuição normal padronizada avaliada em  $x$ . Ao modelar o conjunto completo de dados (620 tempos entre falhas) no ProConf, obtivemos os valores dos parâmetros  $\mu = 3,9674$  e  $\sigma = 1,3287$ . A Figura 4 apresenta um gráfico das taxas de falha para as 100 primeiras falhas ocorridas.

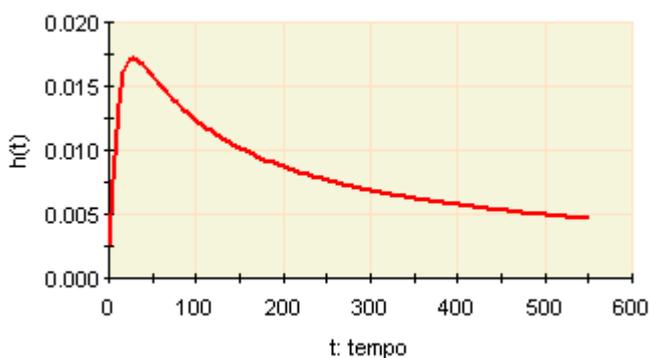


Figura 4 – Taxa de falhas  
 Fonte: Elaboração própria

### 5.2. Tempo Médio entre Falhas

O cálculo do tempo médio entre falhas (*MTBF*) para a distribuição lognormal é dado pela seguinte fórmula:

$$MTBF = e^{(\mu + \sigma^2)/2} \cong 128 \text{ min}$$

O valor encontrado para o tempo médio entre falhas foi superior a duas horas. Dessa forma pode-se constatar que o número encontrado é bastante alto levando-se em consideração que a linha funciona em tempo integral e produz em grande escala.

### 5.3. Cálculo da Confiabilidade

A confiabilidade representa a probabilidade do componente ou sistema não falhar durante um determinado intervalo de tempo. O cálculo da confiabilidade de uma distribuição lognormal é dada por:

$$R(t) = \Phi\left(\frac{\mu - \ln t}{\sigma}\right)$$

O gráfico da Figura 5 representa a confiabilidade do sistema para as 100 primeiras falhas.

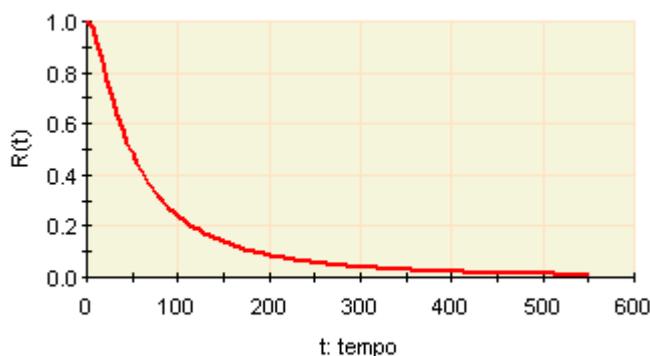


Figura 5 – Função de Confiabilidade da distribuição exponencial  
Fonte: Elaboração própria

### 5.4. Tempo Médio para Reparo

Para o cálculo de tempo médio de reparo foi feita a razão entre o tempo total de reparação e o número de falhas ocorridas:

$$MTTR = \frac{8667 \text{ min}}{621 \text{ falhas}} = 13,9 \text{ min/falha}$$

### 5.5. Disponibilidade

Finalmente foi calculada a disponibilidade do sistema em estudo:

$$A(t) = \frac{122 \text{ min/falha}}{122 \text{ min/falha} + 13,9 \text{ min/falha}}$$

$$A(t) = 0,8977 = 89,77\%$$

Desse modo, quando o equipamento for necessitado, este possuirá 89,77% de chances de estar operando. Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), esta disponibilidade pode ser considerada

baixa, já que um bom desempenho é caracterizado por valores de disponibilidades superiores a 90%.

Diante dos dados apresentados, fica claro que a empresa não aplica a engenharia de confiabilidade como estratégia de melhoria operacional e funcional dos seus equipamentos. Como proposta de solução para o departamento de manutenção, pode-se propor novas estratégias de manutenção que visem, em longo prazo, estabilizar o processo produtivo.

A política de manutenções corretivas não tem sido uma boa escolha, pois o desgaste dos componentes está exigindo trocas constantes destes, aumentando assim o custo de manutenção da linha como um todo. Um programa de manutenção preditiva, no qual é feito o monitoramento frequente do estado do equipamento com o auxílio de *check-lists* e a troca de componentes baseada no estado dos mesmos, poderia ser utilizado em lugar da manutenção corretiva diminuindo o tempo perdido com reparos, pois ganha-se o tempo perdido com a abertura de uma ordem de manutenção e do deslocamento da equipe de manutenção. Uma porcentagem do *MTBF* pode ser utilizado para estimar o tempo entre manutenções.

## 6. Conclusão

O trabalho procurou diagnosticar o verdadeiro cenário de falhas que ocorriam no sistema composto por uma Ensacadeira Rotativa tipo RS. O estudo se mostrou de grande valia, pois diante dos parâmetros calculados, pode-se perceber que a confiabilidade ainda está muito abaixo quando comparado ao verdadeiro potencial do sistema. O grande número de falhas, por menor que sejam suas durações, está comprometendo diretamente os indicadores de produção e estes tornam as metas difíceis de serem alcançadas.

No âmbito operacional, este cenário gera sobrecarga e elevado estresse para todos, pois a todo o momento tanto o operador mantenedor quanto a equipe de manutenção são solicitados para retirada da falha e posterior funcionamento do equipamento.

No âmbito estratégico, as constantes intervenções estão comprometendo os custos do departamento de manutenção, exigindo sempre troca dos componentes. Como não se tem confiabilidade nas máquinas, a manutenção se vê obrigada a manter grandes estoques de peças sobressalentes, minimizando o risco de grandes paradas na produção. Além disso, o elevado número de paradas incorre em aumento do custo unitário por produto, colocando a empresa em risco, em relação aos seus concorrentes, por disputa de marketshare.

O estudo proporciona um historio que lhe permitirá prospectar futuros cenários de falhas, antecipando assim suas decisões e impedido sua incidência.

Com estas análises, espera-se que os dados levantados sirvam de informação para melhoria operacional, trazendo uma visão que é comumente empregada nas organizações de classe mundial.

## Bibliografias

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

**HAYER & BOECKER LATINOAMERICANA MÁQUINAS LTDA.** *Treinamento – Manual Ensacadeira Rotativa RS*. São Paulo, 2005.

- LAFRAIA, J. R. B.** *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.** *Fundamentos de metodologia científica*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1991.
- LEMIS, L.** *Reability: probabilistic models and statistical methods*. New York: Prentice Hall, 1995.
- SEVERINO, A. J.** *Metodologia do trabalho científico*. 21. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2000.
- SILVIA, E. L.** *Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 3 ed. ver. atual. Florianópolis, 2001.
- SIQUEIRA, I. P.** *Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação*. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- XENOS, H. G.** *Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade*. Editora de Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte, 1998.