

**AUMENTO NA DISPONIBILIDADE EM UMA ROTULADORA DE GARRAFAS
UTILIZANDO FERRAMENTAS DA CONFIABILIDADE EM UMA FÁBRICA DE
BEBIDAS**

***INCREASE IN THE AVAILABILITY OF A BOTTLE LABELER USING RELIABILITY
TOOLS IN A BEVERAGE FACTORY***

Erikson Souza

erikson.piconi@gmail.com

Rodrigo Presidio

rodrigo_presidio@hotmail.com

Carlos Rafael Araujo

cracruz@gmail.com

Marcelo José Simonetti

mjsimonetti@yahoo.com.br

Centro Universitário Facens – Sorocaba, SP, Brasil.

Submetido em: 03 dez. 2021. Aceito em: 20 jun. 2022

RESUMO

Como premissa de sempre buscar melhores resultados, este artigo propõe a análise de confiabilidade de uma rotuladora de garrafas, em que o equipamento se classifica como crítico dentro do seu processo produtivo. Foram analisadas todas as falhas no período e identificado qual o modo de falha apresentava maior relevância. Em seguida, supondo a extinção deste modo de falha, utilizando ferramentas da qualidade e da confiabilidade, foi realizado novo cálculo e constatado um aumento considerável na confiabilidade e disponibilidade do equipamento.

Palavras-chave: confiabilidade. disponibilidade. rotuladora.

ABSTRACT

As a premise of always seeking better results, this article proposes the reliability analysis of a bottle labeller, in which the equipment is classified as critical within its production process. All failures in the period were analyzed and it was possible to identify which failure mode had the greatest relevance. Then, assuming the extinction of this failure mode, using quality and reliability tools, a new calculation was carried out and a considerable increase in the reliability and availability of the equipment was verified.

Keywords: reliability, availability. Bottle labeller.

1. INTRODUÇÃO

No mundo moderno, todas as empresas estão se esforçando para elevar os fatores-chave de desempenho, como qualidade e produtividade e, ainda, somando os demais aspectos relacionados a custos para reduzi-los a fim de se manterem no mercado ou mesmo para criarem uma vantagem competitiva em relação ao concorrente. Nesse sentido, a manutenção da planta é um fator de importância estratégica para determinação da produtividade.

Desta forma, a manutenção deve se configurar como agente proativo dentro da organização, devendo ser a gestão da empresa sustentada por uma visão de futuro por meio da qualidade intrínseca de seus produtos e serviços, tendo ainda como balizadores a qualidade total dos processos produtivos (KARDEC, 2009).

A rotulagem na garrafa, neste processo, é um fator necessário a fim de fornecer informações relacionadas ao produto aos consumidores. As pequenas empresas geralmente realizam esse processo de forma manual, ocasionando diversos problemas no processo de colagem. Nesse contexto, a confiabilidade dos sistemas técnicos é vista como a capacidade de sistemas executarem uma função necessária.

Portanto, o objetivo deste artigo é propor a utilização das ferramentas de confiabilidade em uma fábrica de bebidas, visando ao aumento na disponibilidade em um rotulador de garrafas. O estudo é estruturado em torno de uma abordagem de disponibilidade, confiabilidade e gerenciamento de riscos, destacando uma série de ferramentas práticas que os profissionais têm usado para identificar e gerenciar riscos. Essa abordagem é compatível com o desenvolvimento atual da teoria de gerenciamento de risco, tanto em relação à tomada de decisão quanto às estratégias de prevenção de perdas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Algumas das ferramentas existentes para a análise de falhas na metodologia MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) são o FMEA – (Failure Mode and Effects Analysis) e o (FMECA – Failure Mode Effects & Criticality Analysis).

FMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos) é a ferramenta utilizada para identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo de forma a avaliar o risco associado a estes modos de falhas, a fim de que sejam classificados em termos de importância e somente então receber ações corretivas com o intuito de diminuir a incidência de falhas. Esta técnica é utilizada para melhorar a confiabilidade de uma máquina.

Já o FMECA é composto do FMEA e uma Análise de Criticidade (CA). O FMEA trabalha nos modos de falha e seus efeitos, enquanto a CA prioriza o nível de importância com base na taxa e na gravidade do efeito da falha. Branco Filho (2006) cita:

“A metodologia FMEA é importante porque pode proporcionar para a empresa:

- Uma forma sistemática de se catalogarem informações sobre as falhas dos produtos/processos;
- Melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos;
- Ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua); e
- Diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas.”

2.2. Indicadores de manutenção

O acompanhamento dos indicadores de manutenção permite fazer o levantamento dos dados e analisar as informações estratégicas e de desempenho dos equipamentos dentro de uma indústria. Quanto à definição dos principais indicadores de manutenção, Branco Filho (2006) os classifica em:

- **Tempo médio entre falhas:** média aritmética dos tempos existentes entre o fim de uma falha e início de outra falha em equipamentos reparáveis.
- **Tempo médio para reparo:** média aritmética dos tempos de reparo de um sistema, de um equipamento ou de um item.
- **Confiabilidade:** probabilidade de um equipamento ou sistema realize as suas funções dentro de condições pré-estabelecidas por um tempo desejado.
- **Disponibilidade:** probabilidade de um equipamento ou sistema estar disponível para uso (produzir) ou sendo usado (produzindo).

2.3. Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)

A manutenção centrada em confiabilidade é um método utilizado no planejamento da manutenção industrial que tem por objetivo racionalizar e sistematizar a definição de tarefas de manutenção garantindo a confiabilidade, minimizando os custos e maximizando a produtividade (Siqueira, 2005).

2.4. Classificação das falhas

Quanto à classificação da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), Siqueira (2005) classifica falha funcional como “a incapacidade de um item desempenhar uma função específica dentro de limites desejáveis de desempenho”, da mesma forma que classifica como falha potencial “a 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, que são detectadas pela equipe de operação durante o trabalho normal; falha oculta, que não são detectadas pela equipe de operação durante o trabalho normal; e falha múltipla, que é a combinação de uma falha oculta mais uma segunda falha que a torne evidente.

2.5. Rotuladora de garrafas

Uma rotuladora automática é um equipamento rotativo, ou linear, que tem como objetivo colar os rótulos nas garrafas onde a cerveja, já devidamente acondicionada na embalagem final, recebe o seu rótulo.

Além da imagem do produto, a rotulagem deve garantir as informações legais dos produtos como ingredientes, características, orientações, volume e validade.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Analisando o sistema produtivo de uma empresa de bebidas localizada na região de Sorocaba/SP, verificou-se que existe um dos equipamentos que vem apresentando uma quantidade elevada de falhas no processo e, após analisar todo o processo produtivo, foi considerado que a Rotuladora é um dos equipamentos mais importantes neste processo e que necessitaria de um estudo mais aprofundado.

3.1. Levantamento das informações

AS informações que foram utilizadas de base para o presente artigo foram levantadas a partir do sistema de gestão ERP, informações estas referentes às ocorrências no período de 1 de junho a 30 de setembro de 2021, em um regime trabalho de 20 horas diárias conforme amostra de dados abaixo:

Tabela 1 – Amostra das Falhas

Ordem	Data	Hora	Tempo de Reparo (h)	Falha	Especialidade
22905065	01/06/2021	01:00:00	1	FALHA NO DATADOR	Elétrica
22908291	01/06/2021	11:00:00	1,32	FALHA NO GIRO DO AGREGADO	Mecânica
22941258	04/06/2021	18:59:23	0,72	QUEBROU A CORREIA DA ROSCA SEM FIM	Mecânica
22959481	06/06/2021	17:20:09	1,32	AJUSTE NA ROSCA SEM FIM	Mecânica
22974777	07/06/2021	00:30:00	1,32	QUEBRANDO GARRAFAS NA ESTRELA INTERMEDIA	Mecânica
22974884	10/06/2021	02:30:00	1	SAIU O PERFIL DE APOIO DA ESTEIRA	Mecânica
22975322	15/06/2021	01:50:00	1,68	FALHA REDE ASI AGREGADO 2	Elétrica
23063931	16/06/2021	12:30:00	1,68	SOLTOU FIXAÇÃO DA ESTRELA DE SAIDA	Mecânica
23063706	21/06/2021	14:20:00	0,8	SOLTOU A ESTRELA DE SAÍDA	Mecânica
23073117	22/06/2021	06:00:00	2	FALHA NA INSPEÇÃO DE ESTANQUEIDADE	Mecânica
23105144	25/06/2021	04:15:00	0,68	FALHA NO SINCRONISMO DO GLIDELINER	Elétrica
23108309	27/06/2021	18:00:00	1,68	QUEBRA DO ANEL DE TRAVA MOLA DAS TULIPAS	Mecânica
23109102	30/06/2021	00:00:00	0,68	QUEBRA DA VALVULA DE BLOQUEIO	Mecânica

Fonte Própria

3.2. Indicadores

Com o levantamento desses dados foram feitos os cálculos dos indicadores de MTTR, MTBF, Disponibilidade e Confiabilidade, sendo esse último por meio da distribuição Exponencial, utilizando o Software Microsoft Excel, tendo sido encontrados os seguintes resultados:

Tabela 2 – Indicadores

MTTR		MTBF		Disponibilidade	
Número de Falhas	47	Tempo de Funcionamento (h)	800	MTTR	1,225532
Tempo Total de Reparo	57,6	Quantidade de Paradas	47	MTBF	17,02128
MTTR	1,225532	MTBF	17,02128	Disponibilidade	93,28%

Fonte Própria

3.3. Confiabilidade

Para o cálculo de confiabilidade foi utilizada a distribuição exponencial, calculando seus parâmetros por meio da regressão linear, utilizando o software Microsoft Excel, de acordo com a equação abaixo (SIQUEIRA, 2005):

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

onde R = Reliability (Confiabilidade), λ = Taxa de Falhas, t = Tempo para projeção e e = número de Euler

Dessa forma, encontraram-se os valores abaixo:

Tabela 3 – Indicadores

Confiabilidade	
MTBF	17,0212766
Lambda	0,05875
Confiabilidade	30%

Fonte Própria

3.4. Criticidade (FMECA)

Por meio do Método FMECA foram identificados os modos de falha (tabela 4), tendo estes recebido por suas criticidades e sido identificado que o rolamento da coluna da estrela de entrada possui a maior importância, o que se encontra apresentado na tabela 5.

Tabela 4 – FMECA (Modos de Falha)

Sistema:	ROTULADORA	Nº L.I. SISTEMA ROT-2015-0564	Facilitador:	ERIKSON PICONI	Data:	12/05/2021
Sub-Sistema:	ENTRADA DE RECIPIENTES	Nº L.I. SUB-SISTEMA ROT-2015-0564-0001	Auditor:	CARLOS RAFAEL / RODRIGO PRESIDIO		
Função		Falha Funcional	Modo de Falha		Efeito da Falha	
1	TRANSFERIR AS GARRAFAS PARA O AGREGADO	A NÃO TRANFERIR AS GARRAFAS PARA O AGREGADO	1	TRAVAMENTO DO ROLAMENTO	FALHA DO SINCRONISMO	
			2	QUEBRA DA BOLSA DA ESTRELA	QUEDA DO RECIPIENTE	
			3	DESGASTE DA CHAPA DE PASSAGEM	QUEDA DO RECIPIENTE	

Fonte Própria

Tabela 5 – FMECA (Criticidade)

Sistema:	ROTULADORA						Nº L.I. SISTEMA ROT-2015-0564	Facilitador:	ERIKSON PICONI	Data:	12/05/2021
Sub-Sistema:	ENTRADA DE RECIPIENTES						Nº L.I. SUB-SISTEMA ROT-2015-0564-0001	Auditor:	CARLOS RAFAEL / RODRIGO PRESIDIO		
Referência			Avaliação de Consequência			Resultado	Tarefa Proposta	Frequência	Pode ser feito por:		
F	FF	FM	O	G	D						
1	A	1	9	7	6	378	Substituição do rolamento	ANUAL	Mecânico		
1	A	2	5	5	4	100	Inspeção visual da bolsa da estrela	BIMESTRAL	Operação		
1	A	3	2	1	2	4	Inspeção da chapa de passagem	TRIMESTRAL	Mecânico		

Fonte Própria

A empresa, por trabalhar com alimentos, necessita, por lei, de períodos previamente determinados a fim de que sejam realizados os processos de limpeza de toda a linha de produção, momentos estes em que a equipe de manutenção pode intervir junto aos equipamentos. Entretanto, é importante, para a eficiência do processo produtivo, que haja um período de 20 horas sem interrupção por falhas na

sua operação. Analisando a confiabilidade do sistema para 20 horas, obtemos apenas 30% de probabilidade de funcionamento sem falha.

Após análise detalhada, foi identificado que, no período analisado, 79% de todas as falhas foram de origem mecânica, das quais 30% foram reportadas devido ao rolamento da coluna estrela de saída, o qual também é o componente que apresenta maior criticidade em modo de falha. Houve ainda falhas elétricas que representaram 21% do total geral.

Supondo a eliminação desse modo de falha mais relevante estatisticamente, aplicando as técnicas apresentadas, certamente obter-se-ia um novo cenário com novos indicadores, como podemos analisar abaixo:

Tabela 6 – Indicadores

MTTR	
Número de Falhas	13
Tempo Total de Reparo	11,4
MTTR	0,876923

MTBF	
Tempo de Funcionamento (h)	800
Quantidade de Paradas	13
MTBF	61,53846

Disponibilidade	
MTTR	0,876923
MTBF	61,53846
Disponibilidade	98,60%

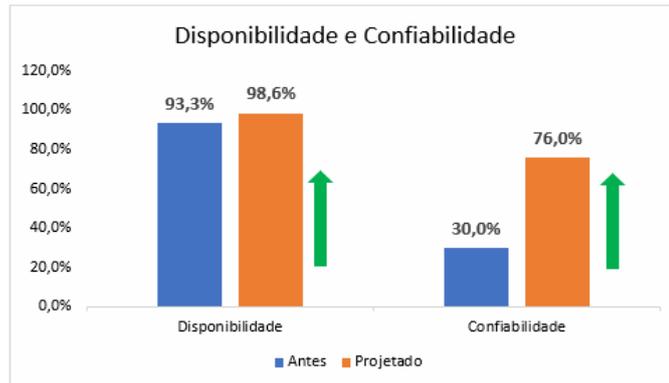
Confiabilidade	
MTBF	61,53846154
Lambda	0,01625
Confiabilidade	76%

Fonte Própria

4. RESULTADO

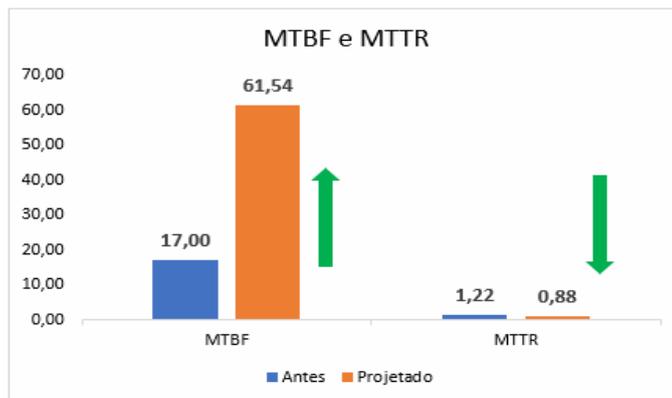
A partir dos resultados apresentados e, com a implementação desta proposta, estima-se que poderá haver ganhos expressivos nos indicadores de confiabilidade e disponibilidade, com um aumento do MTBF e uma redução do MTTR conforme podemos observar abaixo:

Gráfico 01 – Comparativo Disponibilidade e Confiabilidade



Fonte Própria

Gráficos 2 – Comparativo MTBF e MTTR



Fonte Própria

Uma vez que seja tomada como ação a substituição preventiva desse rolamento, a ocorrência reduziria a criticidade desse modo de falha drasticamente (de 378 para 42), mostrando, assim, alta efetividade na ação proposta, conforme apresentado na tabela

Tabela 7 – FMECA Final

Sistema:	ROTULADORA						N° L.I. SISTEMA	Facilitador:	ERIKSON PICONI		Data:	12/05/2021
Sub-Sistema:	ENTRADA DE RECIPIENTES						N° L.I. SUB-SISTEMA	Auditor:	CARLOS RAFAEL / RODRIGO PRESIDIO			
Referência			Avaliação de Consequência			Resultado	Tarefa Proposta	Frequência	Pode ser feito por:			
F	FF	FM	O	G	D							
1	A	1	1	7	6	42	SUBSTITUIÇÃO DO ROLAMENTO	ANUAL	MECANICO			
1	A	2	4	5	4	80	INSPEÇÃO VISUAL DA BOLSA DA ESTRELA	BIMESTRAL	OPERAÇÃO			
1	A	3	1	1	2	2	INSPEÇÃO DA CHAPA DE PASSAGEM	TRIMESTRAL	MECANICO			

Fonte Própria

5. CONCLUSÃO

O estudo realizado nesse artigo demonstra que a estratificação das paradas do equipamento e a utilização de ferramentas da confiabilidade proporcionaram dados estatísticos importantes para a análise e para a tomada de decisão, bem como viabilizaram definir qual a estratégia de manutenção a ser utilizada para o aumento na disponibilidade e confiabilidade da rotuladora.

Com a aplicação deste trabalho, a empresa consegue se manter competitiva, mostrando que a redução dos gastos com custos de manutenção e a partir de um aumento da confiabilidade dos ativos, atingem-se pontos primordiais para que as empresas desse segmento se mantenham no mercado nacional.

O trabalho foi desenvolvido analisando modos falhas de especialidade mecânica, mas também poderia ter sido feito para as áreas da elétrica e automação, o que metodologicamente contribuiria para um impacto ainda mais positivo no sistema como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO FILHO, G. **Indicadores e índices de manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006. 143 p.

BRANCO FILHO, G. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2006

KARDEC, A. *et al.* **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

KARDEC, A.; NASFIC, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SCAPIN, C. A. **Análise sistêmica de falhas**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999.

SIQUEIRA, I. P. de. **Manutenção centrada em confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.