

ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE SUCOS E ACHOCOLATADO EM EMBALAGENS LONGA VIDA

Antônio Sales Neto Dias¹, Ana Claudia de Oliveira Melo²

¹Discente de graduação em Automação Industrial – IFS, Campus Lagarto. e-mail: santonio950@gmail.com;

²Docente do Curso de Automação Industrial – IFS, Campus Lagarto. e-mail: ana.melo@ifs.edu.br

RESUMO:

Nos diversos segmentos industriais a busca por aumento de produtividade e eficiência de seus processos produtivos alinhados a diminuição de custos são parâmetros importantes para a melhoria de sua competitividade no mercado. O método de pesquisa utilizado consistiu no estudo de caso mediante dados obtidos proveniente de pesquisa quantitativa. O objetivo desse trabalho consiste em analisar a manutenção executada em uma linha de produção de sucos e achocolatado em embalagens longa vida, por meio de indicadores de manutenção: Tempo médio entre falhas (MTBF), Tempo médio para reparo (MTTR), Eficiência global (OEE) e diminuição do percentual de embalagens perdidas. Para a realização das análises desses indicadores utilizou-se o sistema de informação da empresa, através do software Sistema de monitoramento de linha de embalagem (PLMS) Centre 20x. Os resultados mostraram que após a realização da manutenção preventiva houve melhora nos indicadores MTBF, OEE e perda de embalagens, entretanto não obteve melhora no índice MTTR.

Palavras-chave: MTBF; MTTR; OEE e manutenção preventiva.

ABSTRACT:

In the various industrial segments, the search for increased productivity and efficiency of their production processes in line with cost reduction are important parameters for improving their competitiveness in the market. The research method used consisted of a case study based on data obtained from quantitative research. The objectives of this work are to analyze the maintenance performed on a juice and chocolate production line in long-life packaging, through maintenance indicators: Mean time between failures (MTBF), Mean time to repair (MTTR), Overall efficiency (OEE) and decrease in the percentage of lost packaging. To carry out the analysis of these indicators, the company's information system was used, using the Packaging Line Monitoring System (PLMS) Center 20x software. The results showed that after performing the preventive maintenance there was an improvement in the MTBF, OEE and packaging loss indicators, however there was no improvement in the MTTR index.

Keywords: MTBF; MTTR; OEE and preventive maintenance.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor de manutenção teve seu início após a Segunda Guerra Mundial seguindo o aumento da demanda do mercado, onde até a década de 60 viu-se necessário realizar mudanças no processo produtivo como a mecanização dos equipamentos e a instalação de áreas industriais (NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2012).

Através da gestão da manutenção, a empresa se programa para uma interrupção do equipamento em uma situação mais confortável, visto que tudo que é planejado é mais barato, mais seguro e mais rápido. Dessa forma, a manutenção, como ferramenta estratégica das empresas é responsável pela disponibilidade de seus equipamentos, tendo uma importância fundamental no resultado das organizações, e com a gestão da manutenção deliberada na indústria, os resultados serão melhores e mais satisfatórios (BARROS, 2018).

Conforme Garcia e Cavalcante (2017), a atribuição da manutenção está envolvida nas metas organizacionais, por isso o resultado final de um produto necessita na maioria das vezes, da utilização de algum tipo de equipamento. Desse modo, evidenciam que a finalidade primordial das manutenções é garantir que determinada linha de produção alcance a produtividade desejada.

A manutenção preventiva, é estruturada a partir de um plano com intervalos definidos geralmente pelo fabricante do equipamento, com a finalidade de reduzir ou evitar ocorrência de falhas, além de diminuir a queda do seu desempenho, entretanto pode ocorrer reposição de componentes prematuramente bem como ocorrerem falhas antes dos intervalos definidos (PINTO; XAVIER, 1998).

A elaboração de planos de manutenção baseados em análises quantitativas é essencial para a compreensão do tipo e do intervalo de manutenção mais adequado ao comportamento da taxa de falhas de cada equipamento, permitindo assim, formular a melhor estratégia de manutenção para cada equipamento, evitando a execução de atividades desnecessárias ou ineficazes de manutenção (MENDES; RIBEIRO, 2014).

Com intuito de agregar valor, as empresas estabelecem indicadores para nortear o controle de manutenção. ZEN (2011) sugere a utilização de indicadores que de fato sejam indispensáveis a fim de contribuir com a análise dos mesmos, orienta também indicadores essenciais para a estrutura da organização da manutenção. Alguns dos indicadores sugeridos são: *Mean Time Between Failure* (MTBF): Tempo

médio entre falhas, *Mean Time To Repair* (MTTR): Tempo médio para reparo e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE): Eficiência global do equipamento.

PIMENTEL *et al.* (2012) estabelecem MTBF como "o período entre o término de uma falha funcional e o começo de outra". O Planejamento e Controle de Manutenção PCM tem como propósito elevar o MTBF gradativamente e como repercussão, reduzir a quantidade de manutenções corretivas necessárias (OLIVEIRA, 2014).

Conforme VIANNA (2002) o MTTR mostra a razão entre o período ocioso do equipamento devido reparo, pela quantidade de intervenções corretivas. O PCM busca sempre diminuir do tempo para liberar o equipamento para operação (OLIVEIRA, 2014).

O indicador OEE, ou Eficiência Global dos Equipamentos, é uma ferramenta que permite às empresas fazer uma análise das condições reais de utilização de seus ativos, ocorrendo a partir da identificação das perdas existentes no ambiente fabril e envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

Em virtude da relevância da gestão da manutenção, este trabalho avaliou a manutenção realizada em uma linha de produção de sucos e achocolatado em embalagens longa vida de uma empresa alimentícia. Para tanto, foi necessário analisar alguns indicadores, uma vez que a empresa os utiliza para avaliar o desempenho da linha. Para tal, foram escolhidos: MTBF, MTTR, OEE e as perdas de embalagens.

O presente trabalho busca avaliar a manutenção preventiva aplicada em uma linha produção de produção de sucos e achocolatado em embalagens longa vida, de acordo com as recomendações do fabricante e verificar se, a partir da manutenção preventiva realizada nos períodos estabelecidos no estudo de caso, os valores dos indicadores citados apresentaram melhor desempenho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo de caso foi analisada a manutenção preventiva, a qual foi realizada em uma linha de produção de uma empresa alimentícia, situada na cidade de Lagarto que fica localizada no sul de Sergipe.

A manutenção preventiva dos equipamentos foi introduzida a partir do ano de 2012 na empresa com o intuito de diminuir a quantidades de paradas inesperadas dos equipamentos. As manutenções preventivas na linha de produção analisada, são realizadas geralmente em intervalos de mil horas e são executados os seguintes serviços: verificação e análise de desgaste em peças, substituição de peças desgastadas e ajustes nos equipamentos. Os serviços desses planos de manutenção são executados pela equipe de manutenção da empresa.

A pesquisa representa uma descrição de como a empresa implementa sua manutenção, tal como a realização de coleta de dados a fim de observar e avaliar os indicadores de manutenção citados, por meio das seguintes etapas:

1. **Descrever as atividades de manutenção:** definir o setor de manutenção da empresa e planejamento e controle de manutenção executada pela empresa.
2. **Seleção do equipamento:** foi escolhida uma linha de produção de sucos e achocolatado envasados em embalagens longa vida, pelo fato desta linha representar grande parte da produtividade da gama de produtos da empresa.
3. **Seleção dos indicadores de desempenho:** baseado em pesquisas bibliográficas e metas da empresa, foram escolhidos os indicadores: MTBF, OEE e perda de embalagens.
4. **Coleta dos dados:** foram coletados os Tempo médio entre falhas (MTBF), Tempo médio para reparo (MTTR), Eficiência global do equipamento (OEE) e as perdas de embalagens, por intermédio do software PLMS Centre 20x utilizado pelo fabricante dos equipamentos, no período entre os meses de maio à setembro de 2020.
5. **Estudo dos dados coletados:** por via do software PLMS Centre 20x (sistema de monitoramento de linha de embalagem) os dados foram avaliados levando em conta o comportamento da linha de produção no período entre os meses de maio a junho de 2020, anteriormente à realização da manutenção preventiva, e posteriormente, foram avaliadas as informações referentes ao

período entre os meses de agosto a setembro de 2020, com o objetivo de comprovar a melhoria de indicadores durante o período estudado.

6. **Análise dos resultados:** examinar a estratégia de manutenção preventiva durante os períodos do estudo de caso empregada na linha de produção indicada pelo fabricante e sua influência na eficiência da linha de produção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período entre os meses de maio a setembro de 2020 foram coletados os Tempo médio entre falhas (MTBF), Tempo médio para reparo (MTTR), Eficiência global do equipamento (OEE) e as perdas de embalagens, por intermédio do software PLMS Centre 20x utilizado pelo fabricante dos equipamentos.

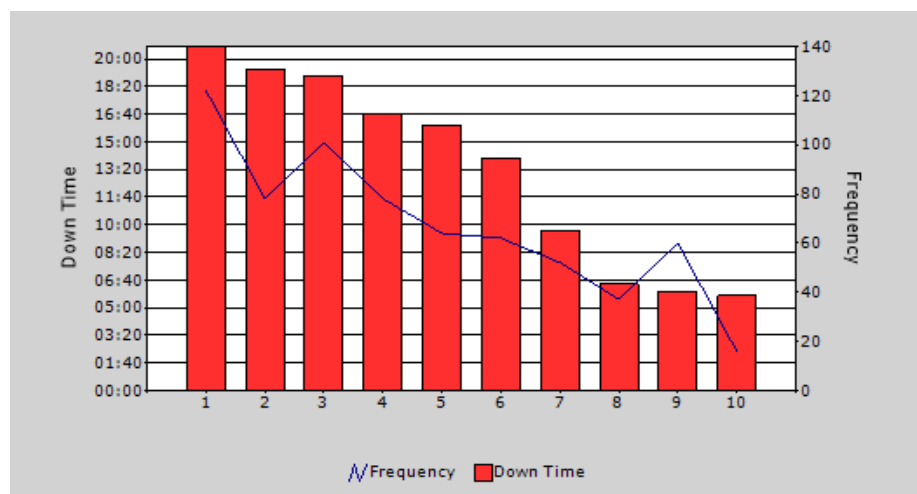
A Tabela 1, Tabela 1.1 e a Figura 1 apresentam os dados dos indicadores de desempenho e paradas dos equipamentos referente ao período de maio/junho de 2020 (antes da manutenção preventiva).

Tabela 1 - Indicadores de desempenho referentes ao período de maio/junho de 2020, anterior à manutenção preventiva.

KPI (Indicador-chave de desempenho)	Valor
Tempo de produção (h)	664:15:55
Paradas dos equipamentos (h)	215:41:00
Outras paradas (h)	70:11:27
Frequência de paradas do equipamento	1105
Produção externa (h)	196:25:43
Embalagens produzidas	15.752.745
Perdas totais	278.837
Perda de embalagens (%)	1,74%
Eficiência mecânica da máquina (%)	75,49%
Tempo médio entre falhas (h)	0:36:04
Tempo médio para reparo (h)	0:11:41
Utilização do tempo de produção (%)	69,91%
Eficiência da linha (%)	74,59%
Utilização da linha de produção (%)	69,08%
MTBF todas as paradas durante a produção (h)	0:29:26
MTTR todas as paradas durante a produção (h)	0:12:39
Utilização da linha (%)	57,27%
Utilização do tempo (%)	57,94%
Utilização da capacidade total (%)	45,37%

Fonte: PLMS Centre, Dados dos indicadores de desempenho referente ao período de maio/junho de 2020, anterior à manutenção.

Figura 1 - Principais causas de paradas dos equipamentos no período de maio/junho de 2020, anterior à manutenção.



Fonte: PLMS Centre, Dados dos indicadores de desempenho referente ao período de maio/junho de 2020, anterior à manutenção.

Tabela 1.1 - Principais causas de paradas dos equipamentos no período de maio/junho de 2020, anterior à manutenção.

	Razão da parada	Tempo de inatividade	Frequência	Embalagens perdidas
1	ACHX: embalagem caída	20:44:50	122	8,776
2	MS30: embalagem caída na zona de envolvimento	19:22:23	78	6.167
3	MS30: embalagem caída nas barras voadoras	18:59:07	101	7.283
4	Embalagens caídas	16:42:46	78	6.109
5	CBP30: parada do equipamento	15:59:40	64	5.576
6	ACESSORIOS DE LINHA	14:00:42	62	5.267
7	ACHX: congestionamento na alimentação externa	09:39:02	52	3.441
8	Dispositivo de divisão, falha na fotocélula	06:27:01	37	4.170
9	Congestionamento no transportador	06:00:13	60	4.680
10	MS30: Limitador de torque das barras de envolvimento	05:43:31	16	1.498

Fonte: PLMS Centre, gráfico das paradas dos equipamentos – 10 primeiras causas do tempo de inatividade, referente ao período maio/junho de 2020, anterior à manutenção preventiva.

A Tabela 2, Tabela 2.1 e a Figura 2 apresentam os dados dos indicadores de desempenho e paradas dos equipamentos referente ao período de agosto/setembro de 2020 (após a manutenção preventiva).

Tabela 2 - Indicadores de desempenho referente ao período de agosto/setembro de 2020, posterior à manutenção preventiva.

KPI (Indicador-chave de desempenho)	Valor
Tempo de produção (h)	679:49:44
Paradas dos equipamentos (h)	138:14:56
Outras paradas (h)	80:27:30
Frequência de paradas do equipamento	757
Produção externa (h)	223:47:28
Embalagens produzidas	16:150:374
Perdas totais	222.489
Perda de embalagens (%)	1,36%
Eficiência mecânica da máquina (%)	83,10%
Tempo médio entre falhas (h)	0:53:53
Tempo médio para reparo (h)	0:10:55
Utilização do tempo de produção (%)	74,99%
Eficiência da linha (%)	82,26%
Utilização da linha de produção (%)	74,23%
MTBF todas as paradas durante a produção (h)	0:40:11
MTTR todas as paradas durante a produção (h)	0:13:22
Utilização da linha (%)	59,54%
Utilização do tempo (%)	60,14%
Utilização da capacidade total (%)	46,44%

Fonte: PLMS Centre, Dados dos indicadores de desempenho referente ao período de agosto/setembro de 2020, posterior à manutenção preventiva.

Figura 2 - Principais causas de paradas dos equipamentos no período de agosto/setembro de 2020, posterior à manutenção preventiva.

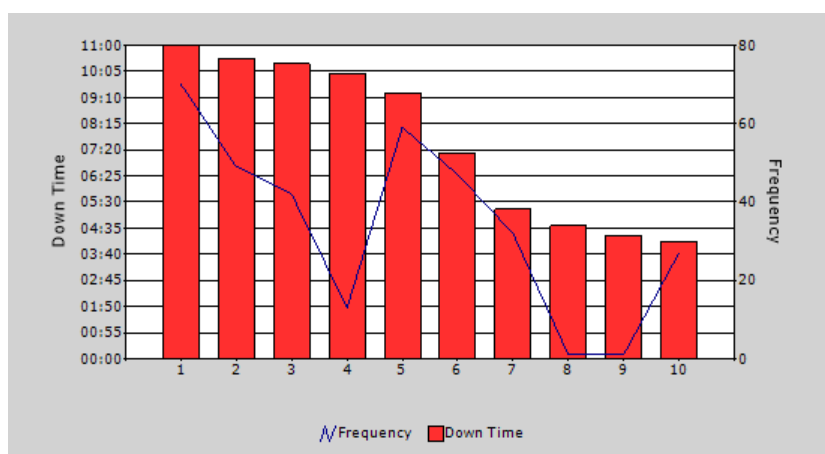


Tabela 2.1 - Principais causas de paradas dos equipamentos no período de agosto/setembro de 2020, após à manutenção.

	Razão da parada	Tempo de inatividade	Frequência	Embalagens perdidas
1	MS30: embalagem caída nas barras voadoras	10:59:11	70	4.933
2	MS30: embalagem caída na barra de envolvimento	10:31:08	49	3.443
3	Unidade das fotocélulas, código de barras não detectado	10:21:05	42	3.901
4	Sistema de enchimento	9:59:57	13	1.455
5	ACHX: Embalagem caída	9:19:38	59	4.300
6	Sistema de mandíbulas, Congestionamento de embalagens na caixa de descarte	7:13:53	47	4.906
7	Embalagens caídas	5:14:42	32	2.324
8	Lâmpada UV	4:39:31	1	7
9	Câmara de secagem, falha no inversor de frequência	4:20:12	1	98
10	ACHX: Congestionamento na alimentação externa	04:06:48	27	1.615

Fonte: PLMS Centre, gráfico das paradas dos equipamentos – 10 primeiras causas do tempo de inatividade, referente ao período agosto/setembro de 2020, posterior à manutenção preventiva.

A fim de garantir a realização de sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, de qualidade, confiabilidade, de segurança, de prazos, de custos e de vida útil A manutenção industrial desempenha um conjunto de atividades como vistas a manter os sistemas ou equipamentos nas condições adequadas de funcionamento e de desempenho (PINTO; XAVIER, 1998).

Os indicadores MTBF, MTTR, coletados no período de 1 de maio a 30 de junho de 2020, demonstrados na Tabela 1, e de 1 agosto a 30 de setembro de 2020 apresentados nas Tabelas 2, respectivamente, demonstram melhoria do indicador MTBF que apresentava o tempo médio entre falhas de 29:26 minutos no período antes da realização da manutenção preventiva, após a realização da manutenção preventiva o tempo médio entre falha apresentou melhora demonstrando o tempo de 40:11 minutos. Já o indicador MTTR não apresentou melhora no período estudado, conforme foi observado na Tabela 1, onde tempo médio para reparo foi de 12:39 minutos antes da manutenção e após a realização da manutenção preventiva este indicador demonstrou 13:22 minutos em média.

A Figuras 1 e 2 apresentaram os gráficos com as principais causas de paradas dos equipamentos da linha de produção antes e após à manutenção preventiva, com essas informações é possível estabelecer estratégias afim de melhorar a eficiência da manutenção nos pontos mais críticos.

A Tabela 1.1 e Tabela 2.1 mostram o histórico com período e frequência das principais causas de paradas dos equipamentos da linha de produção antes e após à manutenção preventiva, com essas informações é possível estabelecer estratégias afim de melhorar a eficiência da manutenção nos pontos mais críticos evitando paradas não programadas.

Para manter a competitividade e lucratividade das empresas, é desejado um OEE superior a 65%, abaixo desse percentual caracteriza elevada perda monetária para as organizações (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013). De acordo com as Tabelas 1 e 2 a linha apresentava o percentual de 74,59% após a realização da manutenção preventiva a eficiência teve uma melhora em seu valor percentual, atingindo 82,26%.

O índice de perdas de embalagens apresentou queda no período analisado, onde antes da realização da manutenção preventiva, conforme demonstra a Tabela 1, a linha de produção apresentava o percentual de perdas de: 1,74% e no período

após a realização da manutenção preventiva, como demonstra Tabela 2, o indicador apresentou o percentual de perda de embalagens de 1,36%.

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que após a realização da manutenção preventiva houve melhora nos indicadores MTBF, OEE e perda de embalagens, entretanto não obteve melhora no índice MTTR.

O tempo médio entre falhas MTBF apresentou melhora no período avaliado; onde antes da realização da manutenção, conforme a Tabela 1, o indicador apresentava o tempo de 29:26 minutos e após a realização da manutenção preventiva, conforme a tabela 2, apresentou o tempo de 40:11 minutos.

O tempo médio para reparo MTTR não apresentou melhora no período estudado; pois no período anterior à manutenção de acordo com a Tabela 1 este indicador apresentava o tempo de 12:39 minutos e após a realização da manutenção preventiva, conforme a Tabela 2, apresentou o tempo de 13:22 minutos.

A eficiência da linha de produção OEE aumentou após a realização da manutenção preventiva, onde o indicador apresentava antes da realização da manutenção preventiva, como mostra Tabela 1, apresentava o percentual de 74,59% de eficiência dos equipamentos, após a realização da manutenção preventiva, conforme a Tabela 2 este indicador apresentou percentual de 82,26% de eficiência dos equipamentos.

As perdas de embalagens diminuíram após a manutenção preventiva, conforme a Tabela 1, as perdas de embalagens estavam com um percentual de 1,74%, após a realização da manutenção preventiva dos equipamentos, como demonstra a Tabela 2, o indicador perdas de embalagens apresentou um valor percentual de 1,36%.

5. REFERÊNCIAS

BARROS, B. A. A importância da manutenção industrial como ferramenta estratégica de competitividade. 2018. Disponível em: Acesso em: 10 mai. 2020.

GARCIA, B. R. A.; CAVALCANTE, F. J. N. Estudo para implantação de um plano de manutenção preventiva aplicada a uma indústria: um estudo de caso. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2017, Belém – PA, 8 a 11 de agosto de 2017. Anais... Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/contecc2017/mecanica/17_epidupdmpaauiedc.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2020.

MENDES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. Um estudo do suporte quantitativo necessário para a operacionalização da MCC. *Produção*, v. 21, n. 4, p. 583-593, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132011005000032>

NOGUEIRA, C. F; GUIMARÃES, L. M; SILVA, M. D. B. Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (tpm). **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 175-197, 2012.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

PIMENTEL, Hugo de Souza; LIMA, Aleksandro Guedes; NOGUEIRA NETO, Severino Cesariano. Emprego dos indicadores de manutenção classe mundial nas indústrias da Paraíba. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012, Palmas.

OLIVEIRA, Monique Miranda. Análise de métodos estatísticos em planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

RAUSAND, M. Reliability centered maintenance. Reliability Engineering and System Safety, v. 60, n. 2, p. 121-133. 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(98\)83005-6](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(98)83005-6)

RODRIGUES, A. F.; FERRARIN, F. V.; OLESKO, P. G. M. Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar condicionado automotivo. 2013. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ZEN, Milton Augusto Galvão. Indicadores de manutenção. 2011. Disponível em: < <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/indicadoresBR.pdf> >. Acesso em: 27 de out 2020.