

APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM UMA PRENSA DE CONFORMAÇÃO DE TAMPAS

Ana Clara Sales dos Reis ⁽¹⁾ (anaclarareis31@gmail.com), Efraim Menezes de Lima Costa ⁽²⁾
(efraim.costa@ifam.edu.br)

⁽¹⁾ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM); Campus Manaus Centro

⁽²⁾ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM); Campus Presidente Figueiredo

RESUMO: *Este artigo apresenta a implementação da manutenção autônoma, um dos pilares da Manutenção Produtiva Total (MPT), em uma máquina de conformação de tampas numa indústria de embalagens de alumínio para bebidas. O estudo se concentra nas quatro primeiras etapas da metodologia da “Manutenção Autônoma” e tem o objetivo de analisar seus efeitos sobre o tempo de máquina parada e na eficiência do equipamento. Através de um estudo de campo, foi possível denotar os detalhes de cada uma das etapas, incluindo capacitação dos operadores, implantação de inspeções periódicas e realização de análises de anomalias, sendo estas, atividades essenciais para evitar a deterioração do equipamento e garantir a manutenibilidade. Para verificação dos resultados, utilizou-se um questionário sobre o conhecimento dos procedimentos pela equipe e acompanhamento dos parâmetros de eficiência linhal e tempo de inatividade de máquina. Observou-se que a manutenção autônoma, alinhada aos princípios da MPT, trouxe benefícios substanciais. Entre os benefícios, destacam-se o aumento do nível de conhecimento dos operadores, a redução significativa do tempo de inatividade da máquina por falha ou quebra e um aumento notável na eficiência do equipamento.*

PALAVRAS-CHAVE: MANUTENÇÃO AUTÔNOMA, MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL, PRENSA, CONFORMAÇÃO DE TAMPAS.

APPLICATION OF AUTONOMOUS MAINTENANCE IN A END-FORMING PRESS

ABSTRACT: *This article presents the implementation of autonomous maintenance, one of the pillars of Total Productive Maintenance (TPM), on a end-forming machine in an aluminum beverage packaging industry. The study focuses on the first four stages of the “Autonomous Maintenance” methodology and aims to analyze its effects on machine downtime and equipment efficiency. Through a field study, it was possible to identify the details of each of the phases, including operator training, implementation of periodic inspections and anomaly analysis, all of which are essential activities for preventing equipment deterioration and ensuring maintainability. To verify the results, a questionnaire was used on the team's knowledge of the procedures and monitoring of the parameters line efficiency and machine downtime. It was observed that autonomous maintenance, aligned with the principles of TPM, brought substantial benefits. Among the benefits were an increase in the operators' level of knowledge, a significant reduction in machine downtime due to failure or breakdown and a notable increase in line efficiency.*

KEYWORDS: AUTONOMOUS MAINTENANCE, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, PRESS, END FORMING

1. INTRODUÇÃO

Para Almeida (2014), a palavra manutenção, deriva do latim *manus tenere*, tem por significado “manter o que se tem” e pode ser definida de diferentes maneiras pelos órgãos certificadores e normalizadores. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na Norma Brasileira (NBR) número 5462 define manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994).

Na engenharia, uma das temáticas com relevante contexto industrial e acadêmico é a manutenção, considerada para projetar, fabricar e reproduzir máquinas, equipamentos, instalações, peças, elementos de máquinas e ferramentas, e deve ser considerada no cuidado, conservação para o bom funcionamento de todos esses elementos.

Assim, as atividades de manutenção são essenciais para prevenir a degradação de equipamentos e instalações. Essa degradação, causada pelo desgaste natural e uso contínuo dos equipamentos, pode se manifestar de diversas formas, como perdas de desempenho e fabricação de produtos com má qualidade. Além disso, as atividades de manutenção devem ter um escopo mais abrangente do que apenas manter a condição básica dos equipamentos. Muitas vezes, manter essas condições é insuficiente, tornando necessária a introdução de melhorias que evitem a recorrência de falhas e melhorem as condições de desempenho e confiabilidade de operação por meio de alterações no projeto do equipamento (Xenos, 2014). Com isso temos na literatura diversos tipos de manutenção, onde cada agrupamento é feito com o conjunto de técnicas, métodos, tempo e natureza que se diferem entre si, mas que, de maneira complementar, compõem a manutenção enquanto campo do setor industrial.

FIGURA 1. Tipos de manutenção



Fonte: Trojan *et al.* (2013) adaptado de Mirshawka e Olmedo, (1993)

A conceituação de cada bloco da figura 1 tem o objetivo de conhecer as subáreas da manutenção e delimitar ações específicas para cada tipo. Existem dois grupos principais, a manutenção preventiva e a manutenção corretiva. Para Pereira (2009), a manutenção corretiva “é a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema”. É aquela em que a intervenção da equipe de manutenção acontece após a ocorrência de quebra ou mau funcionamento em um equipamento. Já a manutenção preventiva é um processo planejado e controlado, realizado periodicamente, com o objetivo de manter máquinas e equipamentos em condições adequadas de funcionamento e conservação, evitando falhas e paradas inesperadas. O planejamento dessa manutenção é viabilizado pelo histórico das manutenções corretivas realizadas e pelas informações sobre a vida útil das peças (Almeida, 2014).

No âmbito da manutenção preventiva, está a manutenção preditiva. Para Almeida (2014), a manutenção preditiva permite determinar as reais condições de funcionamento de uma máquina com base em dados obtidos a partir de fenômenos como temperatura, vibração e ruídos observados por meio de instrumentos específicos durante inspeções periódicas. Esse tipo de manutenção possibilita o acompanhamento da evolução de defeitos, o aproveitamento do tempo de vida útil dos componentes e o planejamento de intervenções para as substituições necessárias.

Uma metodologia abrangente de gerenciamento e manutenção, a TPM (*Total Productive Maintenance*), ou MPT (Manutenção Produtiva Total) no Brasil, foi proposta na década de 1970 pelo Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), tendo a Nippon Denso Co., integrante do grupo Toyota, como pioneira em sua implementação (Pereira, 2009; JIPM, 2024). A MPT pode ser vista como uma filosofia que abrange uma coleção de práticas e técnicas projetadas para otimizar ao máximo a capacidade dos processos e equipamentos de uma empresa (Davis, 1995 apud Fogliatto e Ribeiro, 2009). Ela se concentra tanto em equipamentos quanto em pessoas, sendo um método de manutenção que envolve todas as funções de uma empresa e visa melhorar a produtividade, alcançando perdas zero e fortalecendo as bases de produção (JIPM, 2024).

Para alcançar esses objetivos, a MPT se baseia em oito pilares tradicionais de sustentação: Manutenção autônoma, Manutenção planejada, Controle Inicial, Melhoria Específica, Manutenção de Qualidade, Educação e Treinamento, Segurança e Meio Ambiente e TPM Office (MPT em áreas administrativas).

A manutenção autônoma, um desses pilares, é uma abordagem prática e eficaz que envolve os operadores nas atividades diárias de manutenção, como inspeção, limpeza e lubrificação dos equipamentos (Xenos, 2014). Seus objetivos incluem, segundo Suzuki (1994), prevenir a deterioração dos equipamentos por meio de operações corretas, verificações diárias, gerenciamento e restauração adequada dos equipamentos, a fim de mantê-los em condições ideais.

A implantação da manutenção autônoma visa o aumento da capacitação dos operadores, permitindo que eles possam lidar adequadamente com o equipamento. Essa manutenção deve ser implementada em etapas, acompanhando o desenvolvimento dos operadores, que, nesse processo, devem assumir a responsabilidade sobre os equipamentos que utilizam (Xenos, 2014).

Nakajima (1928, apud Xenos, 2014) recomenda a implementação da manutenção autônoma em sete etapas básicas: Fazer a limpeza inicial (i), identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas (ii), padronizar atividades de manutenção autônoma (iii), desenvolver habilidades de inspeção geral nos equipamentos (iv), promover a inspeção dos equipamentos (v), organizar e gerenciar o local de trabalho (vi) e consolidar a implantação da manutenção autônoma (vii). Essas etapas podem ser adaptadas conforme a realidade de diferentes empresas, seja combinando uma ou mais etapas ou introduzindo etapas intermediárias para melhor atender às necessidades específicas de cada contexto industrial.

1.1. Objetivos

O presente artigo tem o objetivo de analisar o processo de implantação parcial de manutenção autônoma em uma máquina de conformação de tampas, em uma indústria de embalagens de alumínio para bebidas, das etapas 1 a 4, considerando os indicadores de máquina parada e eficiência do equipamento.

1.2. Justificativa

Em um ambiente industrial cada vez mais competitivo, ter máquinas e equipamentos com eficiência adequada ao planejado é um fator importante para a produtividade. Por este motivo,

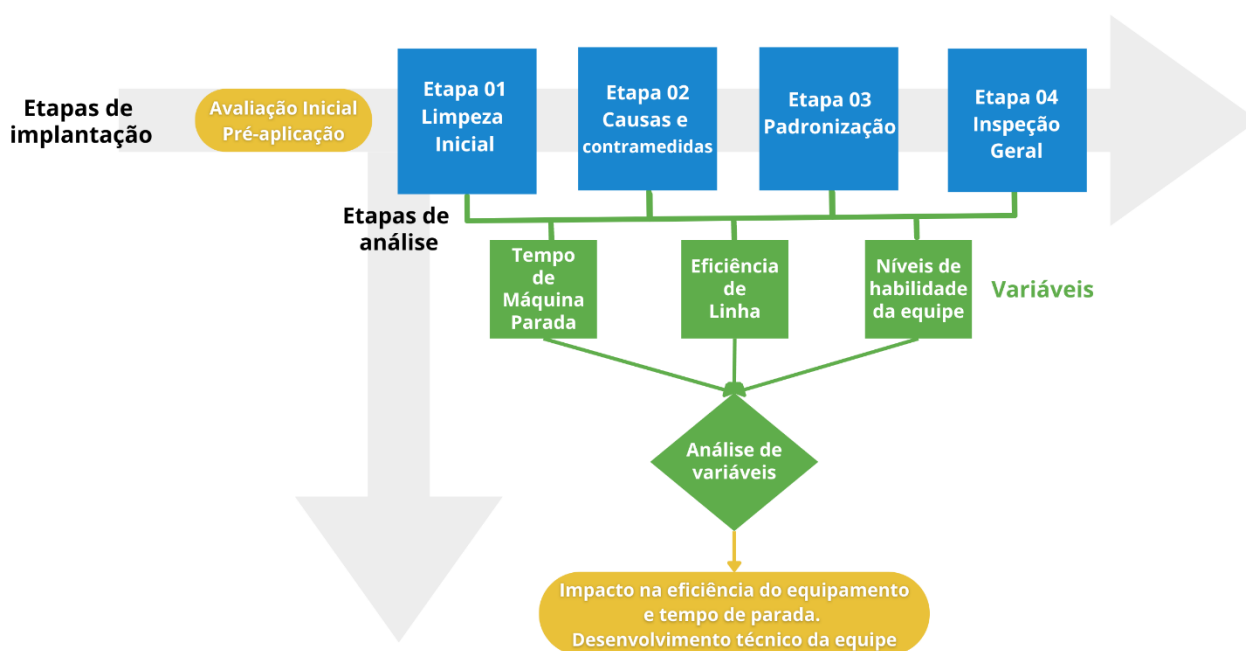
reside a necessidade de entender melhor a implementação autônoma em uma indústria, visando a disseminação da experiência e fornecendo informações para outros engenheiros e gestores que pretendam aplicar este tipo de manutenção em suas fábricas.

Desta maneira, é possível estudar a melhor a implementação da manutenção autônoma em uma indústria, para adoção de práticas de manutenção com foco num ambiente de produção eficiente e racional, com uso das melhores técnicas em busca dos melhores resultados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O tipo de pesquisa escolhido é o estudo de campo definido por Gil (2002) por buscar mais o aprofundamento das questões do que a distribuição da população, estudando-se uma única aplicação, utilizando técnicas de observação, captando explicações e interpretações que ocorrem nesta aplicação. Outra característica é a participação dos pesquisadores, que no estudo de campo, têm experiência direta com o estudo, garantindo fidedignidade nos dados coletados e informações obtidas.

FIGURA 2. Delineamento do estudo de campo



Fonte: Autores (2024)

A Figura 2 ilustra a delimitação utilizada na pesquisa, começando com a “Avaliação Inicial Pré-aplicação”, seguida pela aplicação das “4 etapas iniciais da Manutenção Autônoma” que envolvem atividades como limpeza, inspeção, lubrificação e treinamento. Durante essas etapas foram utilizados instrumentos de coletas tais como observação e entrevistas. Posteriormente, a “Análise de Variáveis” mede o impacto da implementação, considerando o tempo de máquina parada, a eficiência da linha e os níveis de habilidade da equipe. Por fim, a etapa de “Saídas” avalia os resultados, demonstrando os benefícios da manutenção autônoma.

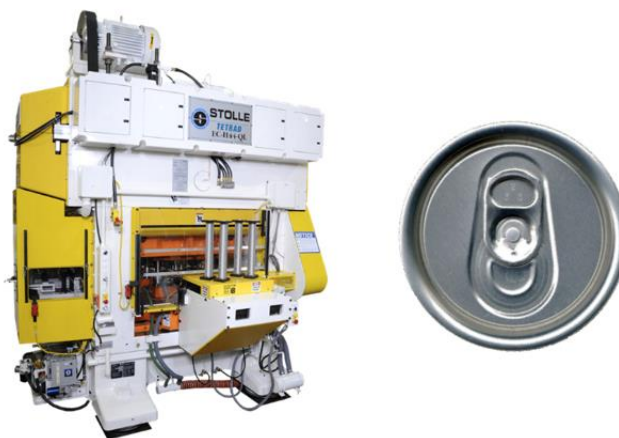
2.1 Lócus da pesquisa

O local de realização da pesquisa é uma indústria do ramo de embalagens de alumínio na fabricação de tampa para latas de bebidas, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM), sendo uma das líderes mundiais no segmento.

2.2 Equipamento objeto do estudo

A máquina em que a pesquisa foi desenvolvida é denominada “*Conversion Press*”, uma prensa de conversão que possui capacidade para produzir três mil tampas por minuto, operando a uma velocidade de 750 golpes por minuto. Essa prensa desempenha diversas operações essenciais, como a conformação do alumínio para formação do painel e do rebite, além da linha de corte na tampa. Também realiza o processo de conformação e união do anel (lacre) à tampa. Ao final deste processo, obtém-se o que é denominado “tampa convertida” ou “tampa acabada”, o produto finalizado que será entregue ao cliente.

FIGURA 3. Conversion Press e tampa acabada



Fonte: Stolle Machinery (2024)

2.3 Delimitação temporal e de parâmetros avaliados

Do ponto de vista temporal, a análise delimitou dois períodos distintos: de julho de 2020 a março de 2021, período anterior ao processo de implementação da manutenção autônoma, e de abril de 2021 a dezembro de 2023, durante o processo de implementação. Esta delimitação foi escolhida para contemplar desde as análises para delimitação dos benefícios esperados a definição da equipe e treinamento sobre os conceitos gerais da Manutenção Produtiva Total (MPT) e organização e aplicação das atividades referentes aos passos, bem como o monitoramento contínuo de atividades e indicadores de desempenho.

Em relação aos parâmetros, além dos passos da manutenção autônoma, com vistas a restauração da condição básica do equipamento, foram considerados os parâmetros de tempo de máquina parada por falha e quebra, bem como a eficiência do equipamento.

2.3.1 Tempo de máquina parada

Para estabelecer uma referência inicial para avaliação de desempenho do equipamento, foram analisados dados do período de julho de 2020 a março de 2021. Esse levantamento serviu para definir uma linha de base (*baseline*) e propor metas de redução para tempo de máquina parada. Nesse contexto, foram consideradas paradas por falha e quebra que excederam 10 minutos. Esses

dados foram obtidos através de um sistema de gerenciamento operacional que se comunica diretamente com o equipamento, sendo as paradas justificadas e comentadas pelos operadores.

Foram definidas duas metas para a redução das paradas mensais em relação ao baseline: uma meta conservadora, visando uma redução de 30% nas paradas mensais, e uma meta agressiva, buscando uma redução de 50% nas paradas mensais.

2.3.2. Eficiência de linha

A eficiência de linha foi medida utilizando a Equação 1, que avalia o rendimento do equipamento considerando a razão entre o volume de tampas produzidas que atendem aos critérios de qualidade estabelecidos e o potencial de produção planejado. O resultado é expresso em termos percentuais, proporcionando uma visão clara da capacidade produtiva real em comparação com a capacidade teórica.

A aplicação desta equação permitiu identificar variações na eficiência ao longo dos períodos analisados, destacando os efeitos da implementação da manutenção autônoma na produtividade.

$$\text{Eficiência de linha} = \frac{\text{Tampas conformes}}{\text{Potencial de produção planejada}} \quad (1)$$

2.4 Entrevistas

Para avaliar o nível de conhecimento dos operadores sobre o equipamento, foram realizadas entrevistas estruturadas com os operadores envolvidos. Um conjunto de perguntas foi elaborado para avaliar o conhecimento dos operadores sobre os componentes e o funcionamento dos equipamentos, abrangendo diversos aspectos técnicos e operacionais.

As entrevistas foram conduzidas individualmente e as respostas foram registradas pelo entrevistador em uma planilha específica, facilitando a organização e interpretação dos dados coletados. Os resultados das entrevistas foram utilizados para identificar áreas prioritárias para treinamento, assegurando que os programas de capacitação fossem adequados às necessidades específicas dos operadores. No quadro 1, estão apresentadas algumas das perguntas utilizadas durante a pesquisa:

QUADRO 1. Questionário para análise de conhecimento

Grupo Funcional	Ponto de controle
Ferramental	Sabe identificar desgaste no <i>kiss block</i> ?
Ferramental	Sabe identificar alinhamento de componentes fixos?
Ferramental	Sabe identificar fixação dos componentes de alinhamento da lâmina?
Ferramental	Sabe identificar as ferramentas superiores e inferiores?
Ferramental	Sabe realizar a conferência da mola do pisador?
<i>Lane die</i>	Sabe identificar sujidades na área de corte do tab na 6ª estação lane die?
<i>Lane die</i>	Sabe quais são os pontos de limpeza no score?
<i>Lane die</i>	Sabe o procedimento de limpeza do score?
<i>Lane die</i>	Sabe realizar o procedimento de limpeza na área de corte na 6ª estação?
<i>Tab die</i>	Sabe identificar os pontos de sujidade na 1ª placa?
<i>Tab die</i>	Identificar a falhas inerentes ao corte da 1ª placa na progressão?
<i>Tab die</i>	Sabe realizar a limpeza da primeira placa conforme procedimento?

Fonte: Autores (2023)

3. RESULTADOS

Na apresentação dos resultados, foi considerada a metodologia dos passos da Manutenção Autônoma, para definir os resultados diretos a partir da aplicação de estudo de campo proposta neste trabalho, que estão contidos nos cinco subitens iniciais, sendo seguidos por um subitem de discussão dos resultados obtidos.

3.1 Estágio pré-implantação: Organização

Como premissa interna, o time de gestão autônoma é composto por operadores da máquina e profissionais dos setores de manutenção mecânica, elétrica, ferramentaria e qualidade. Essa formação multidisciplinar visou unir uma variedade de conhecimentos e habilidades, proporcionando uma abordagem abrangente durante as atividades desenvolvidas durante as etapas.

Após a formação da equipe, foi realizado um treinamento introdutório a metodologia. O treinamento abordou os conceitos fundamentais da Manutenção Produtiva Total, a dinâmica de implementação da manutenção autônoma, as ferramentas os resultados esperados e as responsabilidades de cada integrante.

3.2 Etapa 01 – Limpeza Inicial

As atividades da primeira etapa de implementação da manutenção autônoma começaram com o planejamento do evento "Grande Limpeza". Durante esse evento, a produção é interrompida por um período específico para realizar atividades destinadas a restaurar as condições básicas do equipamento.

Nos preparativos do evento foram listados os recursos necessários para desenvolvimento das atividades, tais como materiais de limpeza e equipamentos de proteção individual. O equipamento foi dividido em áreas de trabalho com equipes e atividades pré-determinadas. Uma apresentação inicial foi realizada para a equipe, abordando os tipos de anomalias que poderiam ser encontradas no equipamento, os recursos disponíveis, a escolha adequada de materiais de limpeza para cada área de trabalho e os procedimentos de segurança aplicáveis. Foram registradas, por meio de fotografias, as condições do equipamento antes e depois das atividades.

Durante o evento, foram executadas atividades de limpeza, inspeção e correção de anomalias. As correções classificadas como "ver e agir" foram tratadas pelos times de produção e manutenção imediatamente. As anomalias que não puderam ser resolvidas de imediato, devido à necessidade de mais recursos ou tempo, foram identificadas com etiquetas. O sistema de etiquetas utilizou duas cores: vermelho para anomalias que necessitavam da intervenção do setor de manutenção e azul para aquelas que os operadores conseguiam resolver. Para fins de registro, foram abertas ordens de serviço para todas as anomalias identificadas.

Após a "Grande Limpeza" do equipamento a equipe introduziu um padrão provisório de limpeza e inspeção, conforme mostra a figura 4, com base nas atividades realizadas durante o evento e nas necessidades diárias identificadas pela operação.

FIGURA 4. Modelo de padrão de limpeza e inspeção

Padrão de Limpeza e Inspeção									
No.	Foto do item	Item de verificação	Parâmetro	Operação	Métodos e ferramentas	Frequência	Responsável	Tempo atual	Máquina parada
1									

Fonte: Autores (2021)

Conforme o modelo, para cada item inspecionado, o funcionário incluirá a foto com a anomalia encontrada, indicando também uma descrição resumida do item de verificação, a conformidade ou não da limpeza na coluna parâmetro, o procedimento operativo de correção da anomalia no item operação, os métodos e ferramentas que serão necessários, além da frequência, os responsáveis e tempo necessário para a correção.

3.3 Etapa 02 – Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas

Com base nas atividades realizadas na etapa anterior, foi elaborado uma lista das fontes de sujeira e dos locais de difícil acesso à inspeção, limpeza e ajuste, identificados durante o evento e que não puderam ser resolvidos. Essas áreas foram listadas e categorizadas para facilitar a organização e o planejamento das medidas de contenção imediatas e, posteriormente, das medidas definitivas.

Para cada anomalia, foi preenchido um formulário de análise e definição de contramedidas. Nesse formulário, conforme mostra a figura 5, foi necessário descrever o problema, associá-lo à ordem de manutenção correspondente, realizar a análise dos 5 porquês e definir as ações necessárias para correção, incluindo o prazo e o responsável pela execução.

FIGURA 5. Modelo de relatório de análise

Fonte de sujeira: Vazamento de óleo na parte superior da prensa																				
Análise Problema Contramedida Nº 1	Tipo do Problema: ☒ Limpar ☐ Lubrificar ☒ Inspecionar Data: 12/dez Nº Etq: 45098 Área: Produção Equipamento: Conversion Operador: LF																			
	1. Esclarecimento - Descrição		3. Análise 5 porquê?																	
	Excesso de óleo escorrendo pela estrutura do equipamento, vindo da parte superior da prensa		1- Falha na vedação do tanque de lubrificação 2- Retentores de vedação saturados 3- Falha no PM preventivo 4- Não priorizado a periodicidade de troca. 5-																	
	2. Esboço/Foto		4. Solução - Plano de ação																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ação</th> <th>Responsável</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Comprar os retentores de vedação e cadastrar como item de estoque.</td> <td>PCM</td> <td>TBD</td> </tr> <tr> <td>Incluir vedação como troca mandatória da Manutenção Anual</td> <td>PCM</td> <td>TBD</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Ação	Responsável	Data	Comprar os retentores de vedação e cadastrar como item de estoque.	PCM	TBD	Incluir vedação como troca mandatória da Manutenção Anual	PCM	TBD								
Ação	Responsável	Data																		
Comprar os retentores de vedação e cadastrar como item de estoque.	PCM	TBD																		
Incluir vedação como troca mandatória da Manutenção Anual	PCM	TBD																		

Fonte: Autores (2021)

Nesta etapa, foram analisados nove itens: quatro fontes de sujeira e cinco locais de difícil acesso. Quatro itens foram solucionados por meio de medidas de contenção, quando inerentes ao processo, ou por melhorias. Os demais itens, por implicarem alterações na estrutura do equipamento, foram encaminhados ao setor de engenharia e projetos para os devidos trâmites administrativos.

3.4 Etapa 03 - Estabelecer padrões de limpeza, inspeção e lubrificação

Nesta etapa, o padrão de limpeza e inspeção desenvolvido na primeira fase foi revisado, com foco nas atividades listadas e na frequência de execução. Com base nessa revisão, instruções de trabalho foram criadas ou atualizadas, e listas de verificação diárias e semanais foram implementadas para assegurar a realização das tarefas de forma consistente.

Com a finalidade de transferir as atividades de lubrificação da máquina, anteriormente realizadas pelo setor de manutenção, para a equipe de produção, houve uma ênfase significativa na capacitação dos operadores. Para isso, o setor de manutenção colaborou com a equipe para desenvolver treinamentos detalhados sobre conceitos gerais de lubrificação, pontos específicos de lubrificação do equipamento e o plano preventivo existente.

Os procedimentos de lubrificação previamente estabelecidos foram avaliados e, quando necessário, revisados. Padrões adicionais foram criados para cobrir quaisquer lacunas identificadas.

Após revisar e estabelecer os padrões de limpeza, inspeção e lubrificação, a equipe implementou diversas melhorias visuais no equipamento para facilitar a manutenção. Entre essas melhorias, foram incluídos marcadores de intervalo de trabalho em manômetros, limites máximos e mínimos para níveis de fluidos, e proteções em policarbonato para permitir melhor visualização das partes internas do equipamento. Além disso, um código de cores foi aplicado aos pontos de lubrificação, facilitando a identificação e a execução das tarefas pelos operadores.

3.5 Etapa 04 - Desenvolver habilidades de inspeção geral nos equipamentos

Para aprimorar os conhecimentos dos operadores sobre os equipamentos em que trabalham, permitindo que realizem inspeções detalhadas e direcionadas, foram elaborados treinamentos específicos para os grupos funcionais do equipamento.

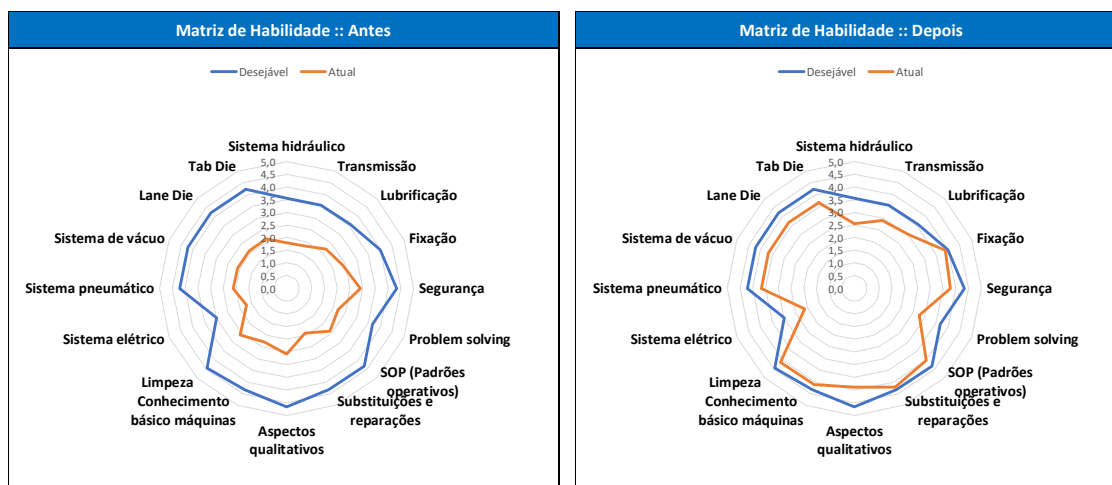
Primeiramente, identificaram-se os grupos funcionais do equipamento e, em seguida, elaboraram-se perguntas sobre os componentes para avaliar, por meio de entrevistas apresentadas no Quadro 1, o nível de conhecimento de cada integrante em relação aos grupos funcionais definidos. Os níveis de conhecimento foram classificados da seguinte forma:

- a) Nível 1: Não conhece a teoria;
- b) Nível 2: Conhece a teoria;
- c) Nível 3: Sabe fazer na prática, em condição de trabalho padrão;
- d) Nível 4: Sabe fazer na prática, mesmo em condição de trabalho fora do padrão;
- e) Nível 5: Sabe ensinar e dar assistência a outras pessoas.

A partir dos resultados das entrevistas, foram definidos os treinamentos prioritários. Estes treinamentos incluíram conceitos teóricos, atividades práticas, detalhamento de como identificar anomalias e como resolvê-las (*troubleshooting*), além de reforçar as consequências em caso de mau funcionamento dos equipamentos.

Após o término do ciclo de treinamentos, foram realizadas novas avaliações quanto aos níveis de habilidades sobre os grupos funcionais. Os resultados se mostraram positivos, conforme demonstra a comparação antes e depois na Figura 06.

FIGURA 6. Matriz de habilidades antes e depois



Fonte: Autores (2023)

Em uma análise inicial, é possível verificar que todos os níveis de habilidade reais ficaram muito mais próximos dos níveis de habilidades desejados, quando comparadas as matrizes antes e após a aplicação dos treinamentos com a equipe. Especialmente nos itens Fixação, Substituições e Reparos e Limpeza e Conhecimento Básico da Máquina, o nível de habilidade do time ficou dentro do nível desejado.

3.6. Resultados Obtidos

A análise dos dados referentes às etapas de implementação da manutenção autônoma demonstrou melhorias significativas na redução do tempo de parada e no aumento da eficiência do equipamento ao longo do tempo. O Quadro 2 resume os resultados obtidos em cada etapa do processo, assim como o tempo planejado de produção e o tempo de operação da máquina, bem como os percentuais de redução de tempo de parada e eficiência do equipamento. No quadro, não constam os dados de tempo de disponibilidade do equipamento, devido a impossibilidade de acessar a informação na empresa.

QUADRO 2. Resultados dos indicadores por etapa

Etapa	Período	Tempo planejado (horas)	Tempo de operação (horas)	Redução do tempo de parada (%)	Eficiência do Equipamento (%)
Referência	Jul/20 a Mar/21	6267	4898	-	78,1%
Etapa 01	Abr/21 a Jul/21	2571	2160	60%	83,9%
Etapa 02	Ago/21 a Dez/21	3480	2928	57%	84,1%
Etapa 03	Jan/22 a Mai/22	3204	2773	71%	86,5%
Etapa 04	Jun/22 a Dez/23	8407	7158	69%	85,1%

Fonte: Autores (2024)

Na etapa 01 a redução do tempo de parada atingiu 60%, superando a meta agressiva de 50%. A eficiência do equipamento aumentou para 83,9%. A etapa 02 manteve um desempenho elevado com uma redução de 57% no tempo de parada, ainda superior à meta agressiva, e uma eficiência de 84,1%.

A etapa 03 apresentou os melhores resultados, com uma redução de 71% no tempo de parada, ultrapassando ambas as metas estabelecidas, e a maior eficiência registrada de 86,5%. Na Etapa 04, a redução do tempo de parada foi de 69%, também acima da meta agressiva, com a eficiência do equipamento se mantendo alta em 85,1%.

Esses resultados evidenciam a efetividade das práticas de manutenção autônoma adotadas, demonstrando um impacto positivo contínuo no aumento da eficiência e na redução de tempo de parada de máquina. A análise sugere que as intervenções realizadas ao longo das etapas foram fundamentais para a melhoria gradual do desempenho do equipamento.

4. CONCLUSÕES

Em uma revisão do objetivo do estudo, é possível afirmar que a implementação da manutenção autônoma em uma máquina de conformação de tampas, se demonstrou eficaz e com resultados significativos, com melhoras em indicadores como redução do tempo de máquina parada e aumento consistente na eficiência do equipamento.

Em cada uma das etapas do processo de implementação, são caracterizadas bases importantes para o processo: como a participação ativa e integração das equipes, verificada na primeira etapa; a rápida identificação e implementação de contramedidas específicas para aumento de eficiência, vistas nas etapas seguintes, reforçam a necessidade de práticas sistemáticas planejadas; ainda, a partir da última etapa discutida no artigo, é possível verificar o desenvolvimento de habilidades de inspeção e capacitação para garantir que os conhecimentos adquiridos fossem aplicados de maneira eficaz.

Os dados obtidos até aqui, confirmam que a manutenção autônoma, quando implementada de forma fundamentada, pode trazer benefícios para as indústrias, principalmente na melhora dos indicadores de produção dos equipamentos. Por outro lado, pela delimitação temporal do artigo, não foi possível mensurar os resultados nesta máquina das etapas posteriores propostos pela manutenção autônoma. Em particular, a etapa cinco, que teve início em janeiro de 2024, ainda está em fase de implementação, e as etapas subsequentes não foram iniciadas. Uma outra limitação do artigo é que não foi possível realizar o cálculo de Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* - OEE) devido a impossibilidade de acessar a informação de disponibilidade da máquina, variável fundamental para realização do cálculo.

Espera-se, no entanto, que em estudos futuros, essas limitações sejam superadas e novas contribuições sejam obtidas, para que os resultados sejam disseminados na comunidade científica.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA. P. S. Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada. Érica, São Paulo, BRA, 256p., 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR5462 - Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, ABNT, 1994.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e manutenção industrial. Elsevier, Rio de Janeiro, BRA, 265., 2009.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.

Stolle Machinery. Stolle Beer-Beverage EOE Conversion System. Disponível em: <https://www.stollemachinery.com/sites/default/files/uploads/sales-sheets/Stolle_Beer-Bev_EOE_Conversion_Systems.pdf>. Acesso em: 12 julho 2024.

TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério electre tri. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Natal: 2013.

PEREIRA, M. J. Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, BRA, 228p., 2009.

Japan Institute of Plant Maintenance. TPM (Total Productive Maintenance). Disponível em: <<https://jipmglobal.com/about/tpm>>. Acesso em: 05 julho 2024.

XENOS, H. G. D. Gerenciando a manutenção produtiva. 2ed. Falconi, BRA, 312p., 2014.

SUZUKI, T. TPM in Process Industries. Productivity Press, New York, EUA, 349 p., 1994.