



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



VICTORIA SANTOS SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Uberlândia – MG

2023

VICTORIA SANTOS SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Moilton Ribeiro Franco
Junior

Uberlândia – MG

2023

VICTORIA SANTOS SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Moilton Ribeiro Franco
Junior

Uberlândia, 01 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora:

Jader Conceição da Silva – Doutor (FEQUI/UFU)

Moilton Ribeiro Franco Junior – Doutor (FEQUI/UFU)

Rubens Gedraite – Doutora (FEQUI/UFU)

Uberlândia – MG

2023

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Itens de controle da TPM -----	2
Tabela 2. 6W2H -----	15
Tabela 3. Resultados atingidos antes da implementação da MA-----	20
Tabela 4. Resultados dos principais impactos antes da implementação da MA-----	20
Tabela 5. Resultados atingidos ao final do Passo 1 -----	21
Tabela 6. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 1-----	21
Tabela 7. Resultados atingidos ao final do Passo 2-----	22
Tabela 8. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 2-----	22
Tabela 9. Resultados atingidos ao final do Passo 3-----	23
Tabela 10. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 3-----	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquematização da Manutenção Produtiva Total-----	5
Figura 2. Line Struct Team (LST)-----	9
Figura 3. Níveis de capacitação dos membros do time-----	10
Figura 4. Foto do material de apoio do time (Quadro de AM) -----	14
Figura 5. Mapa de calor-----	16
Figura 6. Lição de um Ponto-----	17

RESUMO

Por volta dos anos 50, na indústria só era conhecida a manutenção corretiva, cujo objetivo era apenas a recuperação dos componentes (fixadores, de transmissão, pneumáticos etc.) avariados. Este aspecto motivou os americanos a implementarem a cultura da manutenção preventiva, que buscava prever futuras falhas, reduzindo os impactos de quebras. Na década de 60, os japoneses elevaram o nível de “prevenção de quebras” para “redução de pequenas paradas e melhoria no processo de produção”. Entretanto, com o passar dos anos essa metodologia foi difundida para outras áreas, como suporte e administração apropriada, para melhoria das suas respectivas atividades e rotinas. Baseado neste histórico supracitado, este trabalho tem o objetivo de estudar e comprovar os resultados obtidos em uma indústria do ramo de alimentos, após a implementação do sistema de melhoria contínua proposto ao longo do texto.

Palavras-chave: Manutenção. Melhoria contínua. Indústria de alimentos.

ABSTRACT

Around the 50's, in the industry only corrective maintenance was known, whose objective was only the recovery of damaged components. This aspect motivated the Americans to implement the culture of preventive maintenance, which sought to predict future failures, reducing the impacts of breakdowns. In the 1960s, the Japanese raised the bar from “preventing breakdowns” to “reducing minor stoppages and improving the production process”. However, over the years, this methodology was disseminated to other areas, such as support and appropriate administration, to improve their respective activities and routines. Based on this aforementioned history, this work aims to study and prove the results obtained in a food industry, after the implementation of the continuous improvement system proposed throughout the text.

Keywords: Maintenance. Continuous improvement. Food industry.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

AdA – *Área de Difícil Acesso*

AM – *Autonomous Maintenance*

CIL – *Cleaning, Inspection and Lubrication*

CL – *Centerline*

DH – *Defect Handling*

DMS – *Daily Management System*

EO – *Equipment Owner*

FdC – *Fonte de Contaminação*

IPS – *Inicial Problem Solution*

IWS – *Integrated Work System*

LL – *Líder de Linha*

LST – *Line Struct Team*

MA – *Manutenção Autônoma*

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

ML – *Líder de Manutenção*

MP&S – *Maintenance Planning & Scheduling*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OPL – *One Point Lesson*

PL – *Líder de Processo*

SL – *Líder de Turno*

TPM – *Total Productive Maintenance*

SUMÁRIO

1. Introdução-----	1
2. Objetivos-----	2
3. Revisão Bibliográfica-----	3
3.1. <i>Lean Manufacturing</i> -----	3
3.2. <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> -----	3
3.3. Indicadores-----	5
3.3.1. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> -----	5
3.3.2. <i>Mean Time Between Failures (MTBF)</i> -----	6
3.4. <i>Daily Management System (DMS) – Sistema de Gerenciamento Diário</i> -----	6
3.4.1. <i>Cleaning, Inspection and Lubrification (CIL)</i> -----	6
3.4.2. <i>Centerline (CL)</i> -----	7
3.4.3. <i>Defect Handling (DH)</i> -----	7
3.5. <i>Equipment Owner (EO)</i> -----	8
3.6. <i>Line Struct Team (LST)</i> -----	8
3.7. Manutenção Autônoma (AM)-----	9
3.7.1. Fase 1-----	10
3.7.2. Fase 2-----	11
3.7.3. Fase 3-----	11
3.7.4. Fase 4-----	12
4.1 Metodologia-----	13
4.2 . Passo 1-----	14
4.3 . Passo 2-----	17
4.4 . Passo 3-----	18
5. Resultados e Discussão-----	20
5.1 . Resultados antes da implementação da MA-----	20
5.2 . Resultados após a implementação do Passo 1 da MA-----	21
5.3 . Resultados após a implementação do Passo 2 da MA-----	21
5.4 . Resultados após a implementação do Passo 3 da MA-----	22
6. Conclusão-----	24

1. Introdução

Segundo Ohno (1997), até meados da década de 50, as máquinas só eram alvos de reparo (ajuste ou troca de peça) no momento posterior à quebra de algum dos seus componentes, sendo assim mantidas corretivamente, ou seja, ações tomadas para corrigir algum problema que já se manifestou. Com o intuito de reduzir a correção e buscando prevenir eventos de falhas, a indústria norte americana implementou o que hoje conhecemos como Manutenção Preventiva, ou seja, são atividades que buscam impedir que a falha aconteça por meio de rotinas de inspeção periódicas.

Dessa forma, os japoneses, nos anos 1960, elevaram o nível das manutenções, passando a se tornar a Manutenção Produtiva Total (TPM). Além de buscar o tratamento das grandes falhas e quebras, a TPM visa também a redução das pequenas paradas, medidas de prevenção para estas e envolvimento total da equipe de produção.

De acordo com Tenório (2003), desde sua concepção, a TPM vem passando por um processo de evolução constante. A princípio foi desenvolvida para uso em indústrias de manufatura, sendo utilizada ainda atualmente ativamente por indústrias. As atividades da TPM eram aplicadas somente no setor maquinário. Contudo, nos dias de hoje, os setores administrativos e de apoio, aqueles que suportam a linha de produção, utilizam sua metodologia também para incremento na eficiência de seus respectivos processos.

Ao longo deste trabalho serão esclarecidas dúvidas a respeito dos resultados obtidos após a aplicação dos três primeiros passos da Manutenção Autônoma e se esses resultados, a longo prazo, são sustentados.

A relevância deste estudo de caso contribui, diretamente, para a validação do processo para as empresas, sejam elas de grande ou médio porte. Em síntese, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é um estudo de caso que acompanha, por meses, uma indústria de alimentos e tem o objetivo de provar a legitimidade da metodologia.

2. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar a metodologia de implantação da Fase 1 da TPM (adaptada para IWS - *Integrated Work System*) de forma a maximizar os ganhos na produção e as melhorias nos processos produtivos. No caso deste trabalho serão testados, por exemplo, os seguintes pontos listados a seguir:

1. MTBF (*Mean Time Between Failures*) igual ou acima de 30 minutos;
2. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) de valor 77% ou mais;
3. Redução de, ao todo, 75% dos três principais impactos;
4. 100% do time treinado e capacitado para serem autônomos no processo.

3. Revisão bibliográfica

3.1. *Lean Manufacturing*

Segundo Cardon e Bribiescas (2015), a globalização está gerando cada vez mais competitividade no setor de manufatura. Para se adaptar nesse novo ambiente, as indústrias viram a necessidade de buscar alternativas para se adaptar às mudanças e demandas dos clientes. Com isso, estão sendo implementadas sistemas de fabricação enxuta.

Lean manufacturing (ou manufatura enxuta) é uma ideologia que visa produzir e administrar a redução de desperdícios e, conseqüentemente, agregando valor a cada etapa do processo. É um sistema regido de acordo com a demanda do mercado, ou seja, visa entregar aquilo que a sociedade espera consumir no momento.

De acordo com Ghinato (1996), o termo *Lean* foi desenvolvido no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), nos Estados Unidos da América. O estudo dessa metodologia mostrou que a aplicação na indústria trouxe benefícios na produtividade, qualidade e desenvolvimento dos produtos e explicava o motivo dos japoneses serem líderes nesse setor.

3.2. *Total Productive Maintenance (TPM)*

A TPM é uma prática gerencial que está totalmente integrada e interligada ao *Lean Manufacturing*. A natureza desse método foi elaborada pelo grupo japonês *Toyota*, durante os anos 1960 e 1970. O objetivo principal dessa estrutura de trabalho é a eliminação/redução das principais perdas dos equipamentos: quebras, tempos de *set up*, pequenas paradas, retrabalho e perda por instabilidade no início de arrancadas. Enquanto a ideologia *Lean* está voltada para eliminação de perdas relacionadas às pessoas e processos, a TPM é inteiramente voltada para a redução de perdas na produção, ligada aos componentes de máquina.

A Manutenção Produtiva Total pode ser considerada como “a ciência médica das máquinas”. O objetivo da TPM é obter um aumento significativo da produção e, ao mesmo tempo, melhorar o ambiente de trabalho dos colaboradores que estão à frente da operação.

A TPM utiliza as atividades de manutenção como centro total e parte necessária e de vital relevância do negócio. Não é mais considerada uma atividade sem valor agregado, como antes era vista. Atualmente, o tempo destinado às manutenções é igualmente planejado, bem como o tempo e volume das produções. Portanto, o propósito do sistema é reduzir, o máximo possível, as intervenções não planejadas. Os objetivos da TPM estão dispostos de forma mais didática na Tabela 1.

Tabela 1. Itens de controle da TPM

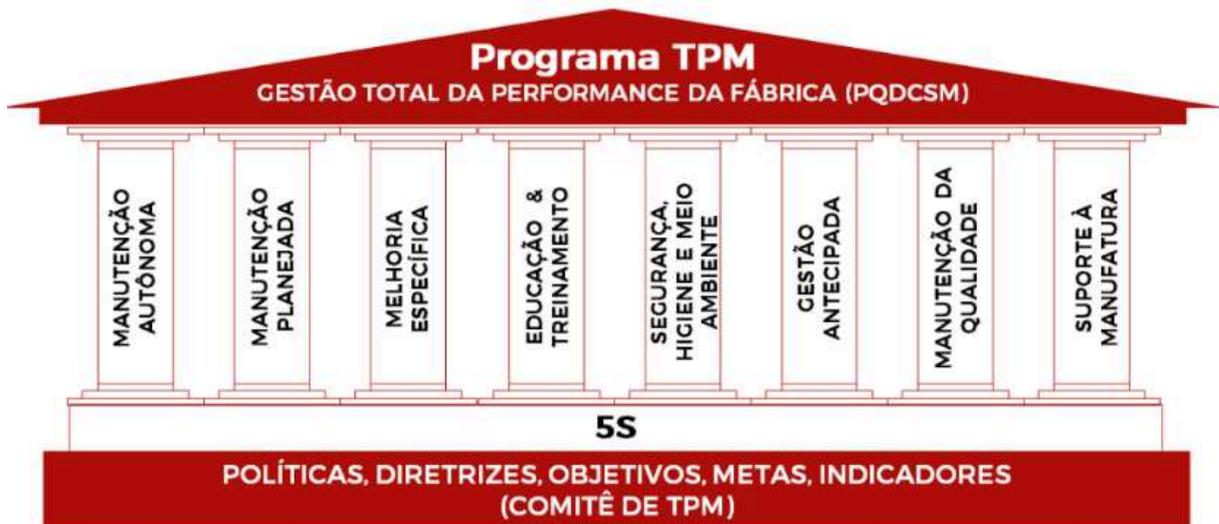
FATOR		ITEM DE CONTROLE
QUALIDADE (QUALITY)	– Q	Redução do nível de produtos defeituosos. Redução do nível de reclamações internas e externas
PRODUTIVIDADE (Productivity)	– P	Aumento do volume de produção pelos operadores. Aumento da disponibilidade operacional das máquinas Redução das paradas acidentais das máquinas.
CUSTO – C (Cost)		Economia de energia. Redução do custo de manutenção ao longo do tempo Simplificação do processo (redução de etapas). Redução de volume estocado.
ATENDIMENTO (Delivery)	– D	Aumento do cumprimento do prazo
MOTIVAÇÃO – M (Moral)		Aumento do número de sugestões. Redução de absenteísmo. Redução/eliminação dos acidentes.
SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE – S (Safety)	E	Redução/eliminação da poluição e de gastos com tratamento de rejeitos.

Fonte: BG Almeida e Fabro (2019)

A TPM é um sistema que possui, originalmente, oito pilares e parte do princípio de que todos os colaboradores envolvidos no processo devem fazer parte do esforço exercido em busca de resultados melhores e consistentes. Portanto, operadores, mecânicos e técnicos devem trabalhar juntos na jornada da melhoria contínua.

Na Figura 1 está representada a estrutura da TPM. Esta pode ser descrita como uma casa, representada pela TPM no geral, e seus pilares, cujo objetivo é a “sustentação”. Além dos pilares, a estrutura tem em sua base o 5S, que é um programa de gestão que visa, resumidamente, na organização e limpeza do ambiente de trabalho.

Figura 1. Esquematização da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Guilherme Sandrini, <https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/>. Acesso em: dezembro de 2022

3.3 Indicadores

Os indicadores são números que mostram a saúde dos processos de qualquer indústria. São usados para análises e, posteriormente, tomadas de decisão baseados nos resultados entregues. Abaixo serão listados os principais indicadores usados neste texto.

3.3.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

A sigla OEE (Eficiência Global de Equipamento) vem do inglês “*Overall Equipment Effectiveness*”, introduzido por Seiichi Nakajima. Esse indicador representa o quanto de valor é agregado em um equipamento ou uma linha de montagem. O OEE é composto por três fatores, sendo eles: disponibilidade, performance e qualidade (ACCADROLI; TERSI; IVAN, 2010).

Onde Cardoso (2013) define os fatores como:

- Disponibilidade: É a quantidade de tempo que os equipamentos estão disponíveis para serem operados e gerar produção.
- Performance: Representa o quanto uma máquina é capaz de produzir.
- Qualidade: É o número total de peças boas produzidas, comparando com o número total de peças produzidas.

Mas para encontrar os valores dos fatores que compõe o OEE, é importante usar a Equação (1), apresentada na sequência.

$$OEE = \text{Disponibilidade}(\%) \times \text{Desempenho}(\%) \times \text{Qualidade}(\%) \quad (1)$$

O OEE tem como objetivo fazer a medição da eficiência do equipamento em questão. Seu valor pode variar de 0 a 100%, a depender do desenvolvimento da máquina no período analisado.

3.3.2. Mean Time Between Failures (MTBF)

A sigla MTBF é usada para designar “*Mean Time Between Failures*”, que em português significa tempo médio entre falhas, e trata-se de um tipo muito importante e comum de indicador de desempenho quando se fala da disponibilidade de um equipamento e aplicação dele. Inúmeras empresas utilizam esses indicadores de desempenho em suas rotinas de controle (KARDEC, 2009; VIANA, 2009).

O MTBF é o indicador que mede, em minutos, o tempo médio entre uma parada de equipamento e outra. O propósito desse indicador é, com a evolução do time na manutenção autônoma, aumentar seu valor, indicando que o equipamento está parando cada vez menos. Seu valor é calculado conforme apresenta a Equação (2).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo em que o equipamento operou}}{\text{Quantidade de falhas ocorridas no tempo de produção}} \quad (2)$$

3.4. Daily Management System (DMS) – Sistema de Gerenciamento Diário

3.4.1. Cleaning, Inspection and Lubrification (CIL)

O CIL é uma lista, montada separadamente e especificamente para cada máquina, para reunir atividades de limpeza (C – *CLEANING*), inspeção (I – *INSPECTION*) e lubrificação (L – *LUBRIFICATION*).

Este documento contém a lista de todas as atividades que deverão ser feitas na parada planejada bem como uma instrução de como realizá-las corretamente.

A parada planejada é uma parada estratégica adotada pela equipe para limpar, inspecionar e encontrar defeitos no equipamento. Há uma reunião rápida e objetiva para organização de todas as atividades que serão realizadas durante esse tempo.

Esse momento é importante para que anormalidades sejam encontradas antes que haja alguma falha ou quebra de algum componente, impactando diretamente nos resultados já apresentados (*OEE* e *MTBF*).

3.4.2. Centerline (CL)

O processo de *Centerline*, em português “Ajustes Padrão”, existe para assegurar que o equipamento estará ajustado da melhor maneira existente, entregando um processo confiável e um produto de qualidade para a empresa e para o consumidor. Além disso, torna o equipamento fácil de entender e operar, facilitando o trabalho dos colaboradores e facilitando a análise de possíveis problemas futuros.

3.4.3. Defect Handling (DH)

O *Defect Handling* (Etiqueta de Defeito) é o processo usado para informar qualquer defeito/anormalidade no equipamento.

Este processo está diretamente ligado ao CIL, visto que é o momento ideal para encontrar os defeitos encontrados, documentá-los na etiqueta de defeito e resolvê-los, com o intuito de impedir que os defeitos se tornem falhas maiores e/ou quebras dos componentes.

No documento deverá conter as seguintes informações:

- Identificação de qual é o tipo do defeito: segurança, qualidade, difícil acesso, condições básicas, falhas menores, fonte de contaminação ou itens desnecessários;
- Data e nome do colaborador que encontrou a anormalidade;
- Qual a máquina contém o defeito;
- A descrição do defeito (o que está causando a anormalidade);
- A tratativa dada ao problema;
- Qual o procedimento proposto para que esse mesmo problema não volte a acontecer;
- Assinatura do colaborador que encontrou o defeito.

As etiquetas são dispostas em três cores diferentes, para diferenciar os grupos de defeitos. Suas cores são:

- Azul: essa etiqueta deverá ser aberta sempre que a solução for ajustes operacional/mecânico ou limpeza do equipamento;
- Vermelha: deverá ser usada caso haja troca/recuperação de peça;
- Amarela: entrará em cena quando for necessário atuação do time eletrônico.

Caso não haja a possibilidade de resolver o problema no momento da sua descoberta, o próximo time analisará a etiqueta relatada e colocará na agenda do dia (na parada planejada) a ação de corrigir o defeito.

3.5. Equipment Owner (EO)

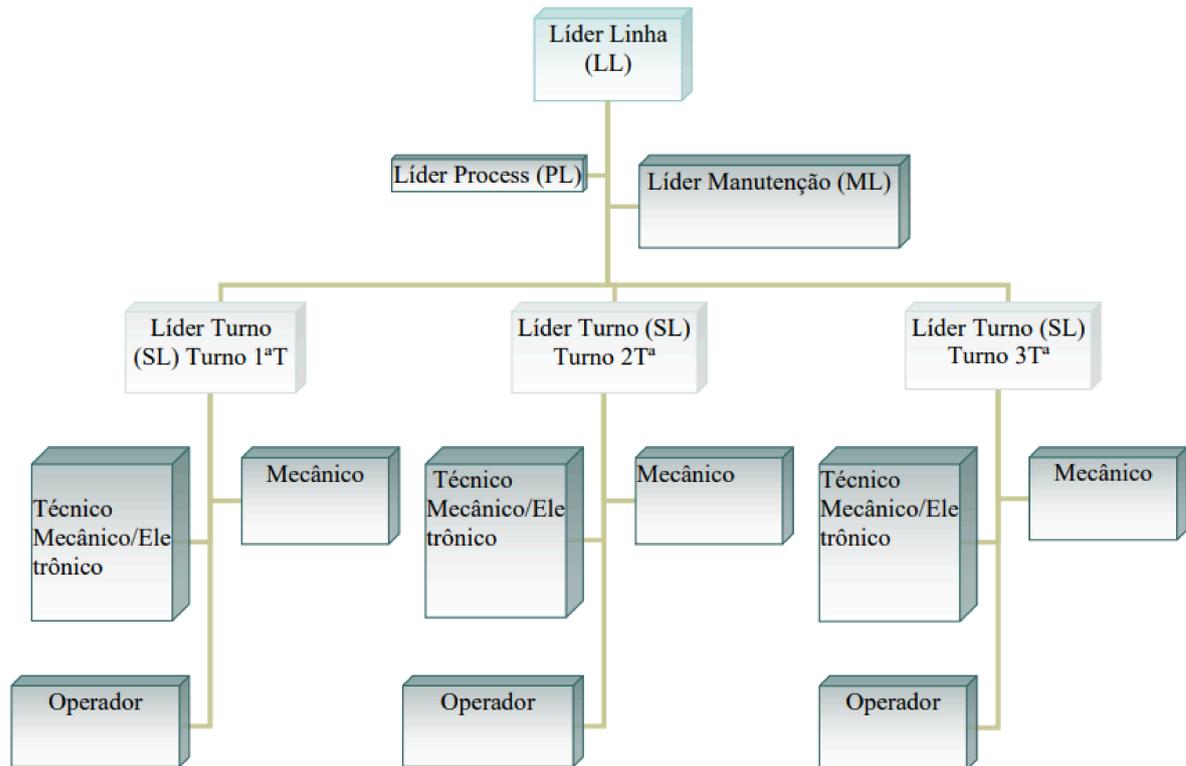
O dono de equipamento surge para que as tarefas sejam divididas. Ele é o responsável por cuidar de uma área da máquina, com as funções definidas e listadas abaixo:

1. Acompanhar as falhas e quebras da sua respectiva área;
2. Se necessário, analisar defeitos com ferramentas de análise (serão mais bem descritas ao longo do texto);
3. Propor atividades de melhoria que garantirão que os defeitos já tratados não voltarão a acontecer;
4. Influenciar todo o time a fazer o mesmo trabalho, para garantir que o equipamento não saia da sua condição básica.

3.6 Line Struct Team (LST)

No local cujo este trabalho se inspira tem-se a necessidade de uma equipe estruturada bem definida e preparada para garantir que a melhoria contínua seja exercida de forma padronizada.

O objetivo dessa estrutura é fornecer aos colaboradores uma visão ampla e objetiva das principais perdas que impactam a área de trabalho para que, juntos, possam fazer uma análise aprofundada da causa raiz e, assim, propor uma solução efetiva, garantindo que o defeito verificado não volte a acontecer. O organograma da equipe é apresentado na Figura 2.

Figura 2. Line Struct Team (LST)

Fonte: Dirk Swart e Jacques du Preez (2013)

As atribuições de cada um dos cargos apresentados no organograma da Figura 2 são apresentadas na sequência, a saber:

- i. Líder da Linha: responsável pelos DMSs CIL e DH;
- ii. Líder do Turno: responsável por garantir que todos os padrões estão sendo seguidos, incluindo os DMSs e inspeções de qualidade;
- iii. Líder de Processo: faz a gestão dos ajustes padrão (CL) tem o objetivo de direcionar o time em quais perdas resolver primeiro;
- iv. Líder de Manutenção: é o(a) responsável pelo DMS MP&S (*Maintenance Planning & Scheduling*) que não faz parte do pilar AM. Essa rotina garante os processos de manutenção das máquinas.
- v. Proprietário do Equipamento: são operadores, mecânicos e técnicos que fazem o trabalho de cuidar das suas respectivas áreas, para garantir a condição básica dos equipamentos.

3.7. Manutenção Autônoma (AM)

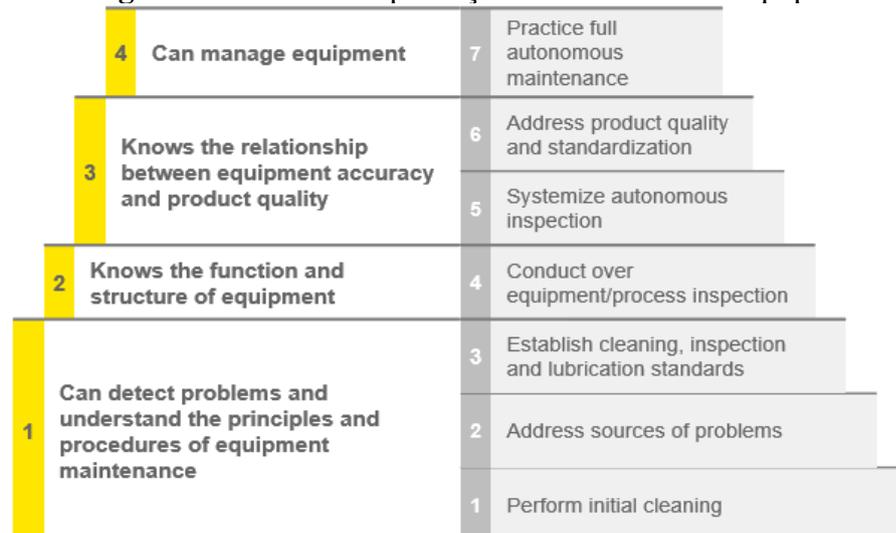
Segundo KARDEC e RIBEIRO (2002):

“A manutenção autônoma é classificada como o desenvolvimento dos sentimentos de propriedade e zelo pelos equipamentos por parte dos operadores, onde estes realizam limpezas e lubrificações periódicas, pequenos reparos, ajustes, regulagem e detecção.”

De acordo NAKASATO (1994) apud SILVA e SILVA (2014):

“A manutenção autônoma designa o conjunto de atividades desempenhadas diariamente pelos operadores com a missão de manter os equipamentos operando de forma eficaz para atender às determinações do plano de produção, compreendendo atividades como: inspeção, lubrificação, pequenos reparos, solução de problemas e detecção de anomalias, limpeza dos equipamentos.”

O AM é dividido em 7 (sete passos) que, por sua vez, são divididos no que é chamado Fases do IWS.

Figura 3. Níveis de capacitação dos membros da equipe

Fonte: Ernest Young e P&G

3.7.1. Fase 1

Os objetivos principais da primeira fase do IWS são:

1. Restaurar/restabelecer as condições básicas do equipamento;
2. Praticar todas as normas e processos padrões para manter a condição básica reparada.

A fase 1 do IWS compreende os Passos 1, 2 e 3 de AM, que serão mais bem trabalhados ao longo do presente texto.

3.7.2. Fase 2

A segunda fase do IWS tem como principal objetivo estabelecer padrões de inspeção melhorada através de treinamento técnico aprofundado e total compreensão de equipamentos e processos.

De acordo com a Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 4, p. 146-156, 2019.:

“Este passo tem como objetivo, aumentar o conhecimento do operador em relação à parte funcional de cada componente que compõe a máquina em detalhes, aumentando o conhecimento da operação de maneira mais técnica podendo identificar mau funcionamento do equipamento antes que venha impactar em uma

quebra dos demais componentes provocando uma parada de máquina.”

3.7.3. Fase 3

Esta fase consiste na padronização dos processos, sistemas e métodos e foco na qualidade do produto para garantir zero defeitos de qualidade. Como parte efetiva desta fase tem-se:

- Passo 5: Padronizar a inspeção dos equipamentos

Nesse passo os colaboradores devem implementar a rota de inspeção, ou seja, todas as atividades até aqui estabelecidas precisarão ser revisitadas (eliminar, combinar, reorganizar e simplificar) e transferidas para um único documento, com o propósito de simplificar as atividades de inspeção.

- Passo 6: Padronização de instrumentos de medição

Padronização dos itens de controle e desenvolvimento dos materiais necessários para manutenções de qualidade. O objetivo é fazer com que o colaborador tenha consciência da importância dessa atividade e o quão impactante, para produção, qualidade e segurança pessoal, seria se essa rotina não existisse.

3.7.4. Fase 4

A última fase da TPM engloba a gestão autônoma da manutenção.

Essa etapa do sistema visa instituir a gestão autônoma das tarefas e resultados, envolvendo toda a equipe do processo em questão. É crucial que a equipe acompanhe os resultados semanais e que o processo seja seguido fielmente, para garantir a melhoria e sustentabilidade dos indicadores. Além disso, é fundamental que, nessa etapa, a equipe já saiba fazer os devidos pedidos de ajuda quando não souberem como prosseguir.

De acordo com IM&C Internacional, 2006:

“Esta etapa visa formar pessoas para que possam agir como um comboio com energia própria, ao invés de como locomotivas movidas à electricidade, e capazes de alcançar as metas estabelecidas tanto pelas directrizes quanto pelos

desafios da empresa.” (IM&C
INTERNACIONAL, 2006, p.52).

4. Metodologia

Quando se fala de implementação da manutenção autônoma, tem-se o entendimento que é necessário uma preparação para este acontecimento, chamado **Passo 0**. Para garantir a implementação correta dessa etapa, existem alguns passos que devem ser seguidos:

1. Garantir que todos os DMSs básicos estejam implementados e funcionando da maneira correta e padronizada:
 - O processo de ajuste padrão (CL) deve ser conferido sempre no início do turno, quando as máquinas iniciarem a produção;
 - Limpeza e inspeção devem ser feitas todo o turno, no horário estipulado, a fim de inspecionar as máquinas para encontrar possíveis defeitos;
 - Assim que o defeito for encontrado, uma etiqueta de defeito deverá ser aberta para documentar a ação, de acordo com a atuação feita.
2. Definição do *baseline*: são todos os resultados atingidos antes da implementação da Manutenção Autônoma no módulo; resultados atingidos assim que as máquinas ganham estabilidade ao arrancarem.
3. Definição dos objetivos: a partir dos resultados do *baseline* elabora-se os objetivos de cada indicador que a equipe deverá alcançar para certificar-se em cada passo da MA.
4. Definição da equipe: é quando a LST define quais serão os colaboradores que trabalharão nas máquinas. Essa etapa é importante pois, uma vez definidos, os colaboradores receberão um caderno de acompanhamento da sua respectiva área, chamado *Logbook*.

Este caderno terá uma capa com a foto do(a) colaborador(a), de qual módulo ele(a) faz parte e qual área cuidará. Além disso, haverá espaços para o(a) colaborador(a) preencher a quantidade de paradas da semana (“Acompanhamento de Paradas”) e quais foram as ações tomadas, via etiqueta de defeito, para tratá-las ao longo dos dias (“Acompanhamento Plano de Ação”).
5. Elaboração do Material de Apoio: essa etapa é a última. É onde começa a elaboração de um quadro que consolida todo o trabalho que será realizado daqui em diante, chamado

Quadro de AM. Nele ficarão todos os cadernos de acompanhamento das áreas, as ferramentas construídas pelos colaboradores e os resultados semanais do módulo.

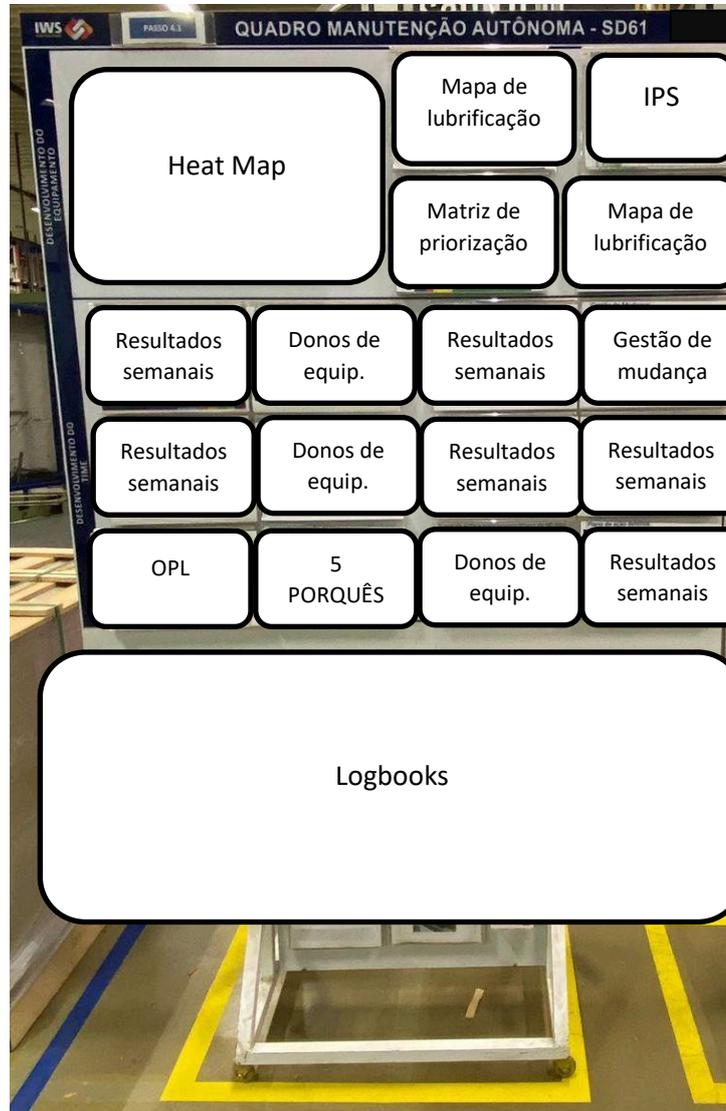


Figura 4. Foto do material de apoio da equipe (Quadro de AM)

4.1. Passo 1

O primeiro passo da MA é o mais simples e tem como objetivo principal restabelecer as condições básicas do equipamento. A melhor forma de se alcançar essa meta é realizando a limpeza inicial da máquina, visando a remoção de todo o acúmulo de sujeira e contaminação existente. Manter o padrão de limpeza é essencial para facilitar a detecção de quaisquer anormalidades ocultas (defeitos).

Estes serão resolvidos corrigindo falhas menores, estabelecendo condições básicas, removendo itens desnecessários e eliminando áreas inseguras.

Ao final deste passo, as paradas e intervenções deverão ter sido reduzidas em 25%.

Quando se fala em Passo 1 da MA é preciso falar também de algumas ferramentas importantes que são fundamentais para o entendimento das causas raiz que estão por trás dos defeitos. Segue, abaixo, as três ferramentas usadas nessa etapa e quais os seus fundamentos:

- **IPS – Inicial Problem Solution:** esta ferramenta é usada para analisar um defeito crônico, ou seja, aquele que está acontecendo há mais de um dia e ninguém consegue encontrar a causa para tratá-la. É uma ferramenta simples, podendo ser preenchida no próprio local de trabalho, em frente às máquinas.

O primeiro passo é o preenchimento do cabeçalho, que contém informações como: qual a área da máquina, data, nome da máquina e nome dos participantes envolvidos.

Em seguida os colaboradores precisam responder ao 6W2H (6 “W’s” - *what, who, when, where, why, with* - e os 2 “H’s” - *how e how much*), os quais estão demonstrados na tabela abaixo: (PALADINI, 2010).^[8]

Método	Definição
<i>What</i>	O que será feito?
<i>Who</i>	Quem será envolvido?
<i>When</i>	Quando irá acontecer?
<i>Where</i>	Onde será realizado?
<i>Why</i>	Motivo de a ação ser feita
<i>With</i>	O que será utilizado para a ação
<i>How</i>	Detalhamento da metodologia a ser utilizada
<i>How much</i>	Quantia de recurso necessário

Tabela 2. 6W2H

Fonte: Adaptação de PALADINI (2010)

Ao finalizar essa etapa, a equipe parte para um pequeno guia de inspeção, para garantir que o equipamento está em perfeito estado, ou seja, que todos os *centerlines*

estão no target, que o *CIL* tenha sido realizado corretamente, que não existam defeitos em matéria prima e que não exista nenhum defeito em aberto na área afetada.

Ao final da análise uma medida/melhoria deverá ser proposta para garantir que esse defeito não volte a acontecer novamente, ou seja, uma forma de se inspecionar a área e encontrar a anomalia antes que ela se evidencie sozinha.

- **Heat Map – Mapa de calor:** ferramenta cujo objetivo é documentar quais são os defeitos apresentados pelas principais perdas dos equipamentos e quais são as medidas usadas para evitá-los. Portanto, à medida que a equipe trabalha e avança na melhoria contínua, alimenta a ferramenta com dados atualizados.

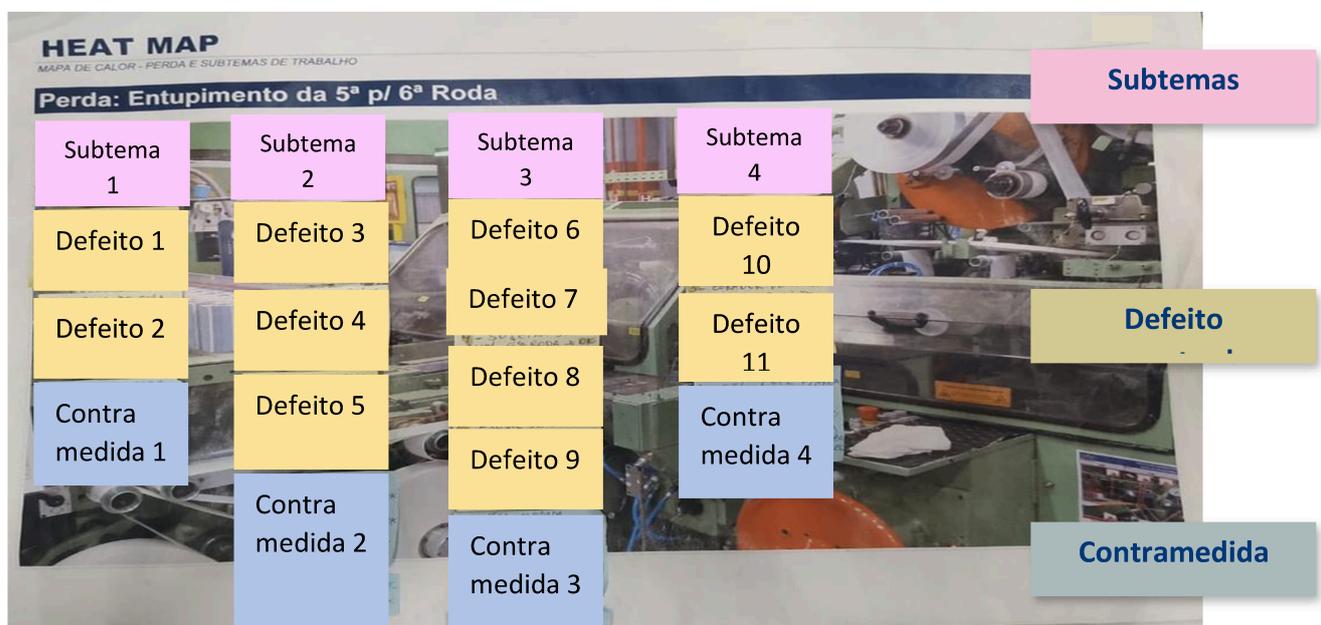


Figura 5. Mapa de calor

Fonte: autoria própria

- **One Point Lesson (OPL) – Lição de um ponto:** essa é a última ferramenta apresentada no Passo 1 da MA e ela tem como objetivo repassar informações e instruções rápidas e importantes para a equipe. Para garantir que o(a) colaborador(a) teve contato com a informação, deverá assinar uma lista de presença anexada à lição. Segue, a seguir, uma imagem que ilustra como a *OPL* deve ser:

Lição de Um Ponto	
Local: _____	
Autor: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Data: 4/26/2021
Assunto: Utilização de Escada Móvel	
<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Solução de Problemas
<input type="checkbox"/> Realização de Melhoria	
<p>INSPETÇÃO DE SEGURANÇA DAS ESCADAS E PALETES</p> <p>UNIDADE POR MÊS: REALIZAR A INSPEÇÃO DAS ESCADAS (Item 1, 2, 4 E 5) E PALETES (2)</p> <p>SECTOR: FERRAGEM E CHECKLIST</p>	
<p>TODAS AS ESCADAS (FIXAS E MÓVEIS) DEVE-SE REALIZAR A INSPEÇÃO UMA VEZ POR MÊS.</p>	
<p>ESCADAS MÓVEIS - SÃO UTILIZADAS DENTRO DOS MÓDULOS PARA ATUAR NOS TRANSPORTADORES AÉREOS</p>	<p>NÃO UTILIZAR ESTE TIPO DE ESCADA PARA ATUAR NOS TRANSPORTADORES AÉREOS</p>
<p>SEMPRE QUE NECESSÁRIO MOVIMENTAR OS PALETES DE MATÉRIA PRIMA QUE ESTEJAM ATRAPALHANDO A ATIVIDADE</p>	

Figura 6. Lição de um Ponto

Fonte: Indústria em que o texto foi inspirado

4.2. Passo 2

O chamado Passo 2 da Manutenção Autônoma tem como principal objetivo o desafio de reduzir o tempo de parada planejada. Para isso, o foco dessa etapa é encontrar e eliminar defeitos do tipo:

- Fonte de contaminação (FdC): água contaminada, vazamento de óleo, vazamento de ar etc.;
- Áreas de difícil acesso (AdA): toda e qualquer área que seja difícil de limpar, inspecionar e operar.

Como resultado quantitativo final espera-se uma redução em 50% das paradas/intervenções e tempo de limpeza e inspeção (parada planejada) reduzido em 90%.

Para auxiliar a equipe a alcançar os objetivos esperados, têm-se três ferramentas com as quais pode-se trabalhar, além das três ferramentas já apresentadas no passo anterior:

- **Matriz de priorização:** é disposta no formato de uma lista de defeitos (de fontes de contaminação e áreas de difícil acesso) onde estes são classificados de acordo com o impacto que causam na máquina. No final da classificação, os pontos são somados e, aquele que alcançar a maior pontuação, é classificado como defeito prioridade e deverá ser tratado imediatamente.
Assim que eliminado, a equipe deverá seguir para o próximo defeito listado e trabalhá-lo até que também seja extinguido.
- **Cinco por quês:** esse método é usado para encontrar causas raiz de problemas. É bastante simples: basta responder à pergunta “por que?” cinco vezes para que tenha êxito no objetivo. Entretanto, existem possibilidades de a meta ser atingida com mais ou menos repetições da pergunta, dependerá do nível de complexidade da área em questão.
- **Change Manangement – Gestão da Mudança:** trata-se de um formulário preenchido a fim de documentar alguma mudança/melhoria proposta e replicá-la nos equipamentos semelhantes, promovendo assim a melhoria contínua. Portanto, a partir do Passo 2, as propostas de melhorias deverão se fazer mais presentes, uma vez que a equipe avançou na MA e tem mais autonomia e habilidade técnica.

4.3. Passo 3

O último passo dessa primeira fase engloba encontrar e resolver defeitos a nível de lubrificação. Portanto, a equipe deverá encontrar e resolver anormalidades dessa categoria, aplicar controles visuais para facilitar a inspeção dos níveis de óleo e manter as condições básicas e melhorias alcançadas nos passos anteriores.

Essa etapa da Manutenção Autônoma é extremamente importante pois a lubrificação promove redução no consumo de energia, eleva a vida útil dos componentes, diminui falhas mecânicas e nos rolamentos.

Como ferramenta para suportar a equipe nesse processo, tem-se o Mapa de Lubrificação, que nada mais é que um caderno onde é reunido todos os pontos de lubrificação do equipamento juntamente com a descrição desse ponto, o código do lubrificante, a quantidade a ser aplicada em cada ponto e a frequência de cada aplicação.

Para cada ponto de lubrificação levantado é necessária uma gestão visual na máquina para que seja fácil a identificação do tipo de lubrificante para cada ponto: óleo (adesivo redondo), graxa (adesivo quadrado) ou outros (adesivo triangular - spray, vaselina, glicerina, grafite etc.).

Para esse último passo da MA espera-se uma redução de 75% nas paradas e intervenções.

5. Resultados e Discussão

5.1. Etapa anterior à implementação da MA.

Para a apresentação dos resultados e comprovação de que o método é eficaz é necessário, primeiramente, evidenciar quais eram os valores dos indicadores importantes antes da implementação do método.

Estes resultados são obtidos quando as máquinas atingem a estabilidade após o que é chamado de “arrancada”, ou seja, quando elas são partidas pela primeira vez.

Portanto, na Tabela 3 são apresentados todos os indicadores importantes e seus respectivos valores:

Tabela 3. Resultados atingidos antes da implementação da MA

Indicador	Resultado
OEE (%)	47,4%
MTBF (min)	6,7'

Fonte: autoria própria

Além disso, tem-se os principais impactos das máquinas, ou seja, as três principais paradas que tiraram a maior parcela dos resultados esperados. Com o intuito de assegurar o anonimato da indústria a qual este trabalho se baseia, alguns termos serão substituídos por “produto”.

Geralmente estipula-se um prazo de noventa dias para a eliminação ou redução de tais perdas. Ao final desse período, espera-se que estes defeitos sejam sanados ou, ao menos, reduzidos em quantidade, evitando desta maneira a ocorrência indesejada de novas paradas. Tais defeitos estão apresentados na Tabela 4, bem como seus respectivos *targets*, ou seja, objetivos e seus resultados reais:

Tabela 4. Resultados dos principais impactos antes da implementação da MA.

Paradas	Target	Resultado real
Falta de produto no Funil	-	23
Bolsa de produto Incompleta	-	15
Entupimento no Virador Correia Saída produto	-	32

Fonte: autoria própria

5.2. Etapa após a implementação do Passo 1 da MA.

Após oito semanas de trabalho, o Passo 1 da Manutenção Autônoma foi considerado totalmente implementado, ou seja, a partir da oitava semana já é possível agendar uma auditoria.

A auditoria é uma sessão destinada à certificação de todo o processo. Portanto, uma pessoa que tenha autoridade no assunto (o auditor) faz uma série de perguntas e investigação nas máquinas para certificar que o processo está funcionando e que as perdas foram reduzidas ou se estão apresentando tendência de melhora. Além disso, existem os auditados, que são pessoas que trabalham nas máquinas (operadores, mecânicos e técnicos) e são responsáveis por defender suas áreas de atuação apresentando as ferramentas construídas durante a implementação dos passos.

Portanto, ao final das oito semanas estipuladas para a aplicação do primeiro passo da MA a equipe alcançou os seguintes resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados atingidos ao final do Passo 1

Indicador	Resultado
OEE (%)	55%
MTBF (min)	15'

Fonte: autoria própria

Como já exposto, é necessário apresentar a evolução das principais perdas das máquinas para validação do propósito. Isto é feito na Tabela 6, a qual contempla os resultados atingidos após a implementação do primeiro passo da Manutenção Autônoma:

Tabela 6. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 1

Paradas	Target	Resultado real
Falta de produto no Funil	17	15
Bolsa de produto Incompleta	11	8
Entupimento no Virador Correia Saída produto	24	25

Fonte: autoria própria

5.3. Etapa após a implementação do Passo 2 da MA.

Imediatamente após a certificação em Passo 1 a equipe inicia o trabalho para atingir os objetivos esperados no Passo 2.

Enquanto no passo anterior os defeitos de fontes de contaminação e áreas de difícil acesso eram encontrados e documentados, no passo 2 estas anomalias precisam ser resolvidas de forma eficiente e eficaz.

Uma vez que os defeitos de FdC e AdA ligados às principais perdas da máquina são eliminados e o tempo de parada planejada é reduzido, espera-se que os indicadores que regem o processo tenham tido um ganho significativo. Portanto, a tabela abaixo faz a apresentação de tais resultados:

Tabela 7. Resultados atingidos ao final do Passo 2

Indicador	Resultado
OEE (%)	66%
MTBF (min)	24'

Fonte: autoria própria

Como forma de comprovação da eficácia do método adotado nesse passo da MA, a tabela abaixo expõe os resultados obtidos ao final da implementação do Passo 2, evidenciando a redução na quantidade de paradas:

Tabela 8. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 2

Paradas	Target	Resultado real
Falta de produto no Funil	12	12
Bolsa de produto Incompleta	8	10
Entupimento no Virador Correia Saída produto	16	14

Fonte: autoria própria

5.4. Etapa após a implementação do Passo 3 da MA.

Para finalizar a Fase 1 do IWS o passo 3 da Manutenção Autônoma é colocado em prática logo após a certificação da equipe no passo anterior.

Visto que toda a condição básica dos equipamentos foi restabelecida e todas as fontes de contaminação e áreas de difícil acesso foram eliminadas, o foco desta etapa é a eliminação de defeitos relacionados à lubrificação.

Em razão da redução destes tipos de defeitos, tem-se, assim como nos passos anteriores, uma considerável melhora nos indicadores:

Tabela 9. Resultados atingidos ao final do Passo 3

Indicador	Resultado
OEE (%)	70%
MTBF (min)	31'

Fonte: autoria própria

Para finalizar, a tabela abaixo apresenta a evolução das principais paradas, mostrando o progresso da equipe no decorrer da implementação do Passo 3:

Tabela 10. Resultados dos principais impactos após a certificação em Passo 3

Paradas	Target	Resultado real
Falta de produto no Funil	6	6
Bolsa de produto Incompleta	4	5
Entupimento no Virador Correia Saída produto	8	10

Fonte: autoria própria

6. Conclusão

Ao final deste estudo de caso pode-se afirmar que o pilar Manutenção Autônoma do IWS se mostrou bastante efetivo e eficaz na entrega dos seus objetivos. Visto todas as ferramentas apresentadas e analisando todos os resultados apresentados anteriormente, fica provado que o método é capaz de auxiliar fielmente a equipe a eliminar/reduzir as perdas que os impactam.

Entretanto, para que as ferramentas sejam úteis aos problemas é importante que toda a equipe esteja engajada e empenhada em analisar as perdas e construir observações assertivas e que, de fato, corrija os defeitos observados. Portanto, é essencial que o time todo esteja junto no processo de limpeza/inspeção e na comunicação geral das atividades. Além disso, para garantir o sucesso do sistema é fundamental que a equipe seja treinada para garantir a qualidade das ferramentas construídas.

Estes resultados mostram o quão importante esse sistema vem se tornando e cada vez mais as empresas têm buscado esse recurso para alavancar as produções e impulsionar os resultados que precisam ser atingidos.

Com o passar das etapas, espera-se que os resultados e a equipe evoluam cada vez mais, alcançando números cada vez maiores e sustentáveis e, com isso, atingindo a rotina da melhoria contínua.

7. REFERÊNCIAS

ACCADROLI, B; TERSI, L; IVAN, L. Eficiência Global de Equipamento. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA6pgAB/oeeficiencia-global-equipamento>>. Acesso em: maio de 2022. (2010).

Almeida, B.G., & Fabro, E. Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM. *Scientia cum Industria*, 7, 23-39. 2019

CARDON, N., & Bribiescas, F. Respect for people: the forgotten principle in lean manufacturing implementation. *European Scientific Journal*, 11(13), 45-61. 2015

CARDOSO, C. O que é o índice OEE e para que serve? Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-o-indice-oeef-para-que-serve/>>. Acesso em: dezembro de 2022. 2013

CARVALHO, Osmar Soares et al. MANUTENÇÃO AUTÔNOMA. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 4, p. 146-156, 2019

GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-In-Time Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul. 1996

KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. Gestão estratégica e manutenção autônoma. 1, Ed., ABRAMAN, 2002.

MANFREDINO, Andréia et al. Manutenção autônoma em operações na Procter & Gamble Porto. 2009

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala Porto Alegre: Bookman, 1997.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. In: Gestão da qualidade: teoria e prática. 2010

SILVA C. P.; SILVA, A. L. Manutenção autônoma aplicada na melhoria de processos: Um estudo de caso em uma indústria de cosméticos. Unicamp, Limeira, 2014.

TENÓRIO, Fernando Guilherme; PALMEIRA, Jorge N. Manutenção produtiva total: um estudo de caso no Brasil. Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão, v. 2, n. 2, p. 106-119, 2003

VIANA, Herbert Ricardo Gracia. Planejamento e Controle da Manutenção. Qualitymark. Rio de Janeiro, 2009.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2023	Silva, Victoria Santos, 1997- IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 1 DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS [recurso eletrônico] / Victoria Santos Silva. - 2023. Orientador: Moilton Ribeiro Franco Junior . Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Química. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Engenharia química. I. , Moilton Ribeiro Franco Junior, 1962-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Engenharia Química. III. Título. CDU: 66.0
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074