

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Luis Felipe Martins e Silva**  
Discente

**Otávio dos Reis Teixeira**  
Discente

**Prof. PhD. Márcio Bacci**  
Orientador

**IMPLEMENTAÇÃO DO PASSO 4 DE MANUTENÇÃO  
AUTÔNOMA EM UM MÓDULO DE PRODUÇÃO**

Uberlândia – MG

2021

**Luis Felipe Martins e Silva  
Otavio dos Reis Teixeira**

**IMPLEMENTAÇÃO DO PASSO QUATRO DE  
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM UM MÓDULO DE  
PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para conclusão do curso de graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. PhD. Márcio Bacci

UBERLÂNDIA-MG

2021

# AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus e às nossas famílias por terem nos apoiado durante todos os anos de estudo e terem possibilitado que vivêssemos esta experiência de aprendizado.

Aos nossos colegas de sala, que se tornaram grandes amigos que levaremos para a vida, que sempre estiveram ao nosso lado para nos incentivar e apoiar durante o curso.

A todos da empresa na qual este projeto foi realizado que fizeram possível atingirmos os resultados esperados.

Aos nossos professores que contribuíram diretamente para nos tornarmos os profissionais que somos hoje. Em especial ao Prof. PhD. Wisley Falco Sales (*in memoriam*) que nos orientou e nos suportou no início desse projeto e ao Prof. PhD. Márcio Bacci da Silva que está nos acompanhando na finalização do trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia e, em especial, à Faculdade de Engenharia Mecânica por terem nos proporcionado toda a estrutura e apoio necessário para concluirmos o curso.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso é fruto de um projeto que implementou o Passo 4 de Manutenção Autônoma (MA) em um módulo de produção de uma empresa do ramo alimentício, que englobou a mensuração dos indicadores de produção como MTBF (*Mean Time Between Failure*) e OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). O objetivo principal era reduzir em 75% o número de paradas de um equipamento a partir da implementação desta forma de trabalho em um módulo de produção. Foi feita revisão bibliográfica, e planejamento das etapas, bem como do treinamento para os operadores mecânicos e técnicos. Além disso, realizou-se comparativo entre as análises das paradas do equipamento antes e após a implementação do Passo 4. Por fim, foram feitas análises e discussões dos resultados, resultando nesse Trabalho de Conclusão de curso, que teve seu desenvolvimento prático centrado nas metodologias internas da empresa. Devido às implementações realizadas, foi possível alcançar resultados satisfatórios. Entre eles destaca-se a redução de paradas e perdas, o que resultou em um aumento da eficiência, e conseqüente lucro, além de uma facilitação do dia a dia dos operadores.

# ABSTRACT

This course conclusion work is the result of a project that implemented Step 4 of Autonomous Maintenance in a production module of a food company, which included the measurement of production indicators such as MTBF and OEE. The main objective was to reduce by 75% the number of equipment stops due to the implementation of this process in a production module. Bibliographic review and planning of the stages, as well as training for mechanical and technical operators were carried out. In addition, a comparison was made between the analysis of the equipment stops before and after the implementation of Step 4. Finally, analyzes and discussions of the results were made, resulting in this Course Conclusion Work, which had its practical development centered on internal methodologies from the company. Due to the implemented implementations, it was possible to achieve satisfactory results. Among them, there is a reduction in stops and losses, which resulted in an increase in efficiency, and consequent profit, in addition to facilitating the day-to-day activities of operators.

# LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<b>MA</b>	Manutenção autnoma
<b>MTBF</b>	<i>Mean Time Between Failure</i>
<b>OEE</b>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
<b>MTTR</b>	<i>Mean Time To Repair</i>
<b>EO</b>	<i>Equipment Owner</i>
<b>DMS</b>	<i>Daily Management System</i>
<b>DH</b>	<i>Defect Handling</i>
<b>CIL</b>	<i>Clean, Inspection and Lubrication</i>
<b>CL</b>	<i>Centerline</i>
<b>MP&amp;S</b>	<i>Maintenance Planning &amp; Scheduling</i>
<b>PTA</b>	Analysis Transformation Point
<b>MTM</b>	Matriz de Transformação de Máquina
<b>WPA</b>	Work Point Analysis
<b>OPL</b>	<i>One Point Lesson</i>

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	9
<b>OBJETIVO</b>	10
<b>2.1 Objetivo Principal</b>	10
<b>2.2 Objetivos Secundários</b>	10
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	11
<b>3.1 Manutenção Clássica – Conceitos Gerais</b>	11
<b>3.2 Manutenção Corretiva</b>	11
<b>3.3 Manutenção preventiva</b>	11
<b>3.4 Manutenção preditiva</b>	11
<b>3.5 Indicadores da manutenção</b>	12
<b>3.6 MTBF – Mean Time Between Failure</b>	Erro! Indicador não definido.
<b>3.7 OEE -Overall Equipment Effectiveness</b>	12
<b>3.8 Toyota</b>	12
<b>3.8.1 TPM – Total Productive Maintenance</b>	13
<b>3.8.2 Manutenção autônoma</b>	14
<b>METODOLOGIA</b>	20
<b>4.1 A importância da manutenção autônoma</b>	20
<b>4.2 Estrutura da equipe de trabalho</b>	20
<b>4.3 A base para implementação do passo 4</b>	21
<b>4.3.1 EO: Equipment Owner</b>	21
<b>4.3.2 DMS: Daily Management System</b>	21
<b>4.3.2.1 DH: Defect Handling</b>	21
<b>4.3.2.2 CIL: Clean, Inspection and Lubrication</b>	22
<b>4.3.2.3 CL: Centerline</b>	23
<b>4.3.2.4 MP&amp;S: Maintenance Planning &amp; Scheduling</b>	23
<b>4.4 Ferramentas do passo 4 da manutenção autônoma</b>	24
<b>4.4.1 TMP: Trajeto da Matéria Prima</b>	24
<b>4.4.2 Tabela de Perdas</b>	25
<b>4.4.3 Tabela de Priorização</b>	25
<b>4.4.4 MPM (Matriz de Padronização de Máquina)</b>	27
<b>4.4.5 APM (Análise do Ponto da Máquina)</b>	28
<b>4.4.6 Pontos de Inspeção</b>	29
<b>4.4.7 Diagrama de Inspeção</b>	30

<b>4.4.8 Porque Fazer Inspeção</b>	30
<b>4.4.9 Cadernos de Acompanhamento</b>	30
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	32
<b>5.1 Estudo do ponto inicial</b>	32
<b>5.2 Resultados após a implementação do passo 3</b>	32
<b>5.3 Resultados após a implementação do passo 4</b>	33
<b>5.3.1 Resultados após seis meses da implementação do passo 4</b>	33
<b>5.3.2 Resultados após o um ano da implementação do passo 4</b>	34
<b>5.3.3 Impactos financeiros</b>	36
<b>CONCLUSÃO</b>	38
<b>REFERÊNCIAS</b>	39

# 1 INTRODUÇÃO

Antigamente a manutenção era tratada como um custo adicional para as empresas, dentro delas esse ramo tinha pouca visibilidade. Fato é que com o passar dos anos foram sendo aperfeiçoadas as técnicas de manutenção, ganhando a sua devida importância e espaço dentro de uma empresa. Atualmente é considerada uma função estratégica no ambiente industrial, que otimiza a produção contribuindo para que as empresas tenham cada vez mais lucro.

A filosofia da Manutenção da Produtividade Total engloba três das maiores forças de produção: a utilização plena dos equipamentos, a eficácia dos processos e o melhor desempenho do trabalho humano. Os pilares principais desta teoria são as ações preventivas, a reeducação das pessoas, com baixos investimentos econômicos e alto retorno. Com isso, ela vem ganhando espaço no mercado, e vem sendo implementada por empresas de todos os ramos de atividades.

As empresas têm investido em técnicas que contribuem para a manutenção no mercado, que cada vez mais competitivo, exige produtos de alta qualidade, com menor custo e num tempo certo. O controle de manutenção é uma das ferramentas que contribuem para o alcance de um gerenciamento dos processos eficaz, propiciando o alcance da qualidade, aumento da vida útil dos equipamentos, e aumento da capacidade de produção, além de claro, redução dos custos.

A manutenção está relacionada ao bom funcionamento do equipamento, diretamente ligada à produtividade. A ausência de manutenção impacta diretamente na produtividade, seja pela redução do tempo de produção causada pela redução do desempenho, seja pela parada total do equipamento. Esses atrasos na produção geram horas extras, não cumprimento de prazos contratados, perdas e rescisões.

A qualidade da produção também está diretamente ligada à manutenção. O produto tem sua qualidade determinada por diversos fatores, dentre eles o desempenho do equipamento utilizado, ou seja, uma manutenção correta evita falhas e desvios.

Nesta senda, entende-se que uma boa manutenção reduz perdas na produção, assegura a continuidade da produção, sem paradas ou atrasos, e ainda entrega um produto de qualidade em tempo hábil menor. Este trabalho visou aferir a eficiência da implementação do Passo 4 de manutenção autônoma na estabilidade e entrega de performance de uma linha de produção por meio de um estudo de dentro de uma indústria alimentícia.

O presente trabalho abordará resumidamente os tipos de manutenção existentes, a metodologia utilizada, e os resultados encontrados.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Principal**

Implementar o Passo 4 da Manutenção Autônoma em um módulo de produção de uma empresa do ramo alimentício.

### **2.2 Objetivos Secundários**

- Reduzir em 80% o número total de paradas do equipamento;
- Atingir um MTBF igual ou maior que 30 minutos;
- Capacitar o time nas ferramentas do Passo 4 da Manutenção Autônoma;
- Capacitar a tripulação do módulo a encontrar defeitos a nível de componentes;
- Capacitar a tripulação do módulo a sugerir contramedidas a nível de componentes.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Manutenção Clássica – Conceitos Gerais**

Atualmente, a manutenção industrial é um custo a ser reduzido, o intuito aqui é que a manutenção corretiva não exista. Não é um paradoxo, a ideia é evitar falhas ao invés de corrigi-las. Um bom reparo é necessário, mas melhor ainda seria evitar que a falha ocorra. A manutenção clássica compreende três tipos de manutenção: Corretiva, preventiva e preditiva. Todas elas são aplicadas no meio industrial e possuem respaldo científico, vejamos.

#### **3.2 Manutenção Corretiva**

A Manutenção Corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor que o esperado, para Pinto e Xavier (2001, apud ALVES, 2009). É aquela realizada quando há um problema atual impossibilitando a utilização normal do equipamento, seja total ou parcial. A falha ou perda de desempenho ocorrerá e, só então, acontecerá a intervenção da equipe de manutenção. A utilização desse tipo de manutenção faz-se necessária no momento em que a quebra ou paralisação ocorre, geralmente vem acompanhada de gastos excessivos, sem previsão.

#### **3.3 Manutenção preventiva**

Xenos (1998), afirma que este deve ser o principal tipo de manutenção realizada dentro de uma empresa. Podendo ser definida como um conjunto de atividades realizadas em um equipamento a fim de eliminar ou reduzir as probabilidades da mesma falhar. Neste sentido, ela é a responsável por diminuir a ocorrência de falhas, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e reduzindo as paradas inesperadas na produção, e ainda dando possibilidade de prever possíveis deteriorações do equipamento.

#### **3.4 Manutenção preditiva**

Por fim, a manutenção preditiva contribui ainda mais com as previsões, pois é realizada através de inspeções das peças mais importantes. Segundo Ribeiro (2003), a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção, que vem se intensificando quando o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

É um monitoramento contínuo do equipamento onde os dados obtidos servem de base para decidir a parada para manutenção. (SLACK, 2009)

### 3.5 Indicadores

Quando um novo processo é implementado em uma empresa, faz-se necessária a análise dos dados obtidos, e um comparativo que relaciona os investimentos feitos com os lucros aferidos, ou perdas evitadas. Dentro do processo de manutenção os resultados dos investimentos em manutenção e a disponibilidade do equipamento podem ser mensurados e analisados por meio dos indicadores, dentre eles: Tempo Médio Entre Falhas (MTBF – *Mean Time Between Failure*) e Eficiência Global do Equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*).

#### 3.5.1 MTBF – Mean Time Between Failure

Para Viana (2002, apud Cagliume; Pilatti e Kovaleski, 2007) MTBF é definido como a divisão da soma dos minutos trabalhados do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período, conforme Equação 1. Esse KPI tem como objetivo principal verificar a estabilidade da máquina e não sua eficiência, já que uma máquina pode ter alto MTBF, mas não ser eficiente.

$$MTBF = \text{Número dos minutos trabalhados} \div \text{Número de falhas} \quad (1)$$

#### 3.5.2 OEE - Overall Equipment Effectiveness

Conforme Equação 2, o OEE é o produto das taxas de disponibilidade, performance e qualidade. Esse KPI tem como principal objetivo aferir a performance da máquina e não sua estabilidade, já que uma máquina pode apresentar alta eficiência e baixa estabilidade, o que não garante sustentabilidade ao processo.

$$OEE = \%Disponibilidade \times \%Performance \times \%Qualidade \text{ de produção} \quad (2)$$

### 3.8 Toyota

Criado por Eiki Toyoda e Taiichi Ohno, teve seu embasamento em estudos de especialistas de qualidade e nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor. Estes dois entenderam que o maior problema do modelo de Ford era o desperdício de recursos e a falha na qualidade de seu processo tornando assim estes dois pontos, os princípios básicos do modelo Toyota de produção. Seu objetivo é aumentar a eficiência, a produtividade, evitando desperdício como: superprodução, interferência dos processos ou estoque sem necessidade.

De acordo com (LIKER E MEIER, 2007), o modelo Toyota tem a ver com conhecimento tácito (tipo de aprendizagem obtida a partir da experiência e da reflexão, e não apenas com a teoria), não conhecimento de procedimentos explícitos. A vantagem no processo Toyota de Produção é baseada em *Lean Manufacturing*, também chamado de produção enxuta.

Mais um princípio para eliminar desperdícios estava em a filosofia de fazer certo da primeira vez e inovar para circuitos de qualidade.

Três ideias principais são utilizadas:

- Simplificação da força de trabalho;
- Método Just in Time, ou na hora certa, redução de estocagem;
- Produção flexível tratava da fabricação de lotes pequenos de determinados produtos, de acordo com a demanda do cliente.

### **3.8.1 TPM – Total Productive Maintenance**

O termo em inglês *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total, surgiu na década de 1970 quando houve um processo de mudanças industriais muito acelerado. O foco era manter os processos sem falhas e acidentes, maximizando a produção e minimizando os custos.

Seiichi Nakajima recebeu o crédito por definir os conceitos da TPM ao propor um significado para cada letra do termo. Total no sentido de eficiência global, ciclo total de vida útil do sistema de produção e de todos os departamentos e de participação; Produtiva como sendo a busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, atingindo “zero acidentes/defeitos/quebras”; Manutenção em sentido amplo, que objetiva o ciclo total de vida útil do sistema de produção e designa a manutenção que tem como objeto o sistema de produção de processo único, a fábrica e o sistema de vendas.

Essa metodologia tem como principal objetivo eliminar todas as perdas, atingindo zero falhas das máquinas e zero defeitos nos produtos, bem como zero perdas nos processos. A Manutenção Produtiva Total requer investimentos na formação e no conhecimento das pessoas, exigindo a adoção de ferramentas, como reuniões, transmissão de conhecimento e quadro de atividades. Percebe-se que são ferramentas fáceis, com baixos investimentos econômicos e grande capacidade de retorno.

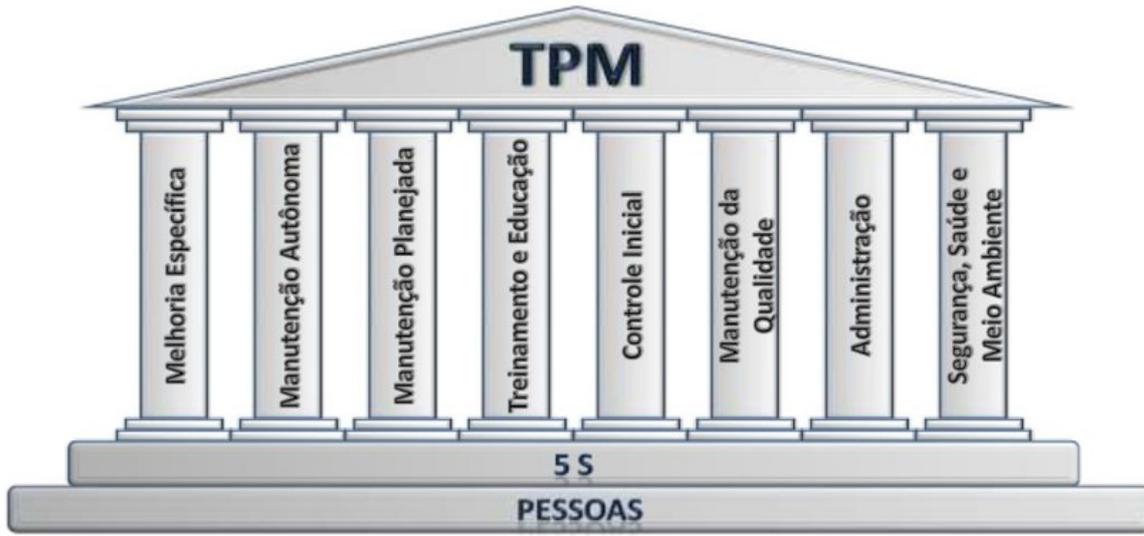
A filosofia da TPM é fundamentada em oito pilares, e em cada pilar devemos ter uma equipe e um líder, respeitando a hierarquia da empresa.

- Manutenção Planejada
- Manutenção autônoma
- Manutenção da qualidade

- Melhorias específicas
- Controle Inicial
- Treinamento e educação
- Segurança, higiene e meio ambiente
- Áreas administrativas

A figura 1 mostra como esses pilares sustentam a metodologia de TPM. Observa-se ainda que a metodologia tem como alicerce o “5S” e “Pessoas”, que são fundamentais para a mudança de cultura necessária para aplicação do TPM.

Figura 1 - Pilares do TPM



Fonte: (Sellitto, 2016).

### 3.8.2 Manutenção autônoma

Como é o foco deste trabalho, far-se-á um aprofundamento no estudo do pilar Manutenção Autônoma, que pode ser considerado um dos mais importantes dentro do TPM. É o ponto de partida para a implementação e o desenvolvimento deste método, e tem como objetivo implementar nas equipes uma filosofia de zero defeitos sem necessidade de intervenção externa. É durante as atividades de Manutenção Autônoma que os operadores recebem formação para assumirem responsabilidades sobre o seu local de trabalho e equipamentos.

De acordo com a IM&C Internacional (2006, p. 3):

“ (...) esta postura, este novo perfil, não se implanta num relance de olhos. Há necessidade de desenvolver em cada um dos operadores, a habilidade e a capacitação para a condução destas funções adicionais.”

Ao aplicar os princípios básicos da Manutenção Autônoma tem-se uma eliminação de perdas por toda a empresa, e podemos descrever cinco objetivos gerais:

- Capacitar as pessoas desenvolvendo competência técnicas e estimulando o trabalho autônomo e o autodesenvolvimento;
- Reduzir falhas nos equipamentos, no tempo de paragens, nas perdas para o meio ambiente e nos custos;
- Minimizar os tempos que os equipamentos operam sem produzir;
- Eliminar produtos com defeitos e acidentes;
- Elevar a produtividade.

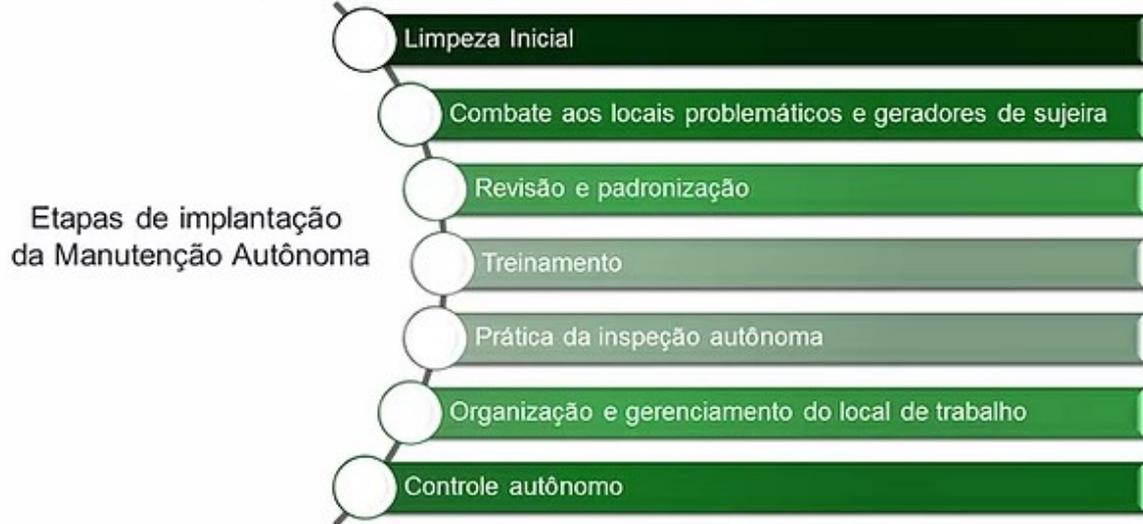
Teles (2015) todos os profissionais que têm contato direto com as máquinas de uma indústria desenvolvem habilidades preciosas e úteis em identificar anomalias em estágio inicial. Qualquer alteração no funcionamento normal dos equipamentos não passa despercebida aos olhos e ouvidos de um bom operador, e a Manutenção Autônoma dá autonomia para esse operador inspecionar, identificar e solucionar pequenas falhas e anomalias em seu equipamento durante o processo de produção.

Nas obras de Kardec e Ribeiro (2002) sobre Manutenção Autônoma percebe-se que a implementação da Manutenção Autônoma pode ser dividida em três etapas: preparatória, implementação e ampliação.

Na primeira fase, é definido um comitê de manutenção autônoma, são feitos treinamentos, divulgação e definição do piloto com a elaboração do plano de implantação. Logo depois temos a implementação de fato que abrange 7 etapas para a prática gradativa da manutenção em uma área específica. E por fim a ampliação de todas as experiências adquiridas e os resultados obtidos que serão estendidos a outros locais e setores com as devidas adequações.

Em consonância com a teoria geral do TPM, o processo de implementação da Manutenção Autônoma é composto por sete passos mais o passo zero, conforme Figura 2.

Figura 2 – Etapas de implantação da Manutenção Autônoma



Fonte: Adaptado de Manfredini 2009

Na etapa zero serão divulgadas as estratégias de implementação do TPM. Os líderes de Manutenção Autônoma devem trabalhar junto com os demais com o intuito de definir as modalidades de integração e desenvolver os planos mestres de cada um.

### **Passo 0 – Preparação**

Este é considerado o período de preparação do módulo / equipe para iniciar a implementação desta forma de trabalho.

Nesta fase são definidos os objetivos a serem alcançados com a implementação do AM. Para isso são necessárias as definições da equipe de trabalho, definindo os donos de cada equipamento; do baseline, criado através das análises dos indicadores da máquina, que serão considerados como o ponto de partida, e servirão para avaliações dos próximos passos.

### **Passo 1 - Limpeza inicial**

É como se fosse uma forma de inspeção, a função principal abrange não só a limpeza em si, mas também a exposição dos defeitos escondidos ou anomalias não identificadas anteriormente, os quais poderiam estar mascarados devido à sujeira. Ou seja, o passo 1 estabelece as condições básicas do equipamento e traz a um estado ideal, criando um ambiente de trabalho livre de anomalia, falha parada e defeitos de qualidade.

No primeiro passo realizam-se as limpezas das máquinas aproveitando para detectar problemas que causem sujeira, partes soltas, desgastes, fontes de contaminação, riscos de incidentes e demais danos. A ideia é eliminar desgastes causados por elementos como

poeira, prevenir a deterioração acelerada, melhorar a qualidade da inspeção e corrigir falhas menores.

Conforme Kardec e Ribeiro (2002), é importante orientar, conscientizar e estimular os supervisores e os operadores a fazerem uma análise criteriosa em tudo que existe no posto de trabalho para que os materiais desnecessários sejam descartados. Os operadores são como detetives, e ao identificarem problemas que não podem ser solucionados no momento, devem etiquetá-los, isso servirá como uma forma de evidenciar e documentar o equipamento com alguma anormalidade, para isso utilizam as Etiquetas de Defeitos.

As Etiquetas de Defeitos registram o módulo de produção, a máquina, a área da máquina, a perda, qual foi a solução do defeito e a sugestão de contramedida. Sendo que a contramedida deve ser validada nos três turnos de trabalho.

## **Passo 2 - Eliminar Fontes de Sujeira e Lugares de difícil acesso**

É o momento de eliminar fontes que causem sujeiras e locais de difícil acesso. O principal objetivo é consolidar a restauração obtida no passo 1, e preparar o equipamento para o passo 2.

Para Teles (2015), esse é o momento de eliminar vazamentos de óleo, água, produtos de produção, tudo aquilo que gera sujeira no ambiente. Também é a hora de redesenhar layouts, visando facilitar acessos à algumas partes da máquina e gestão do ambiente, e redefinir processos que deixam o ambiente fabril sujo ou com acúmulo de sujeira.

Sendo assim, após identificar e eliminar a maioria dos problemas, atacam-se as fontes causadoras do problema com o escopo de reduzir o tempo que se leva para limpar, verificar e lubrificar. Um exemplo de Nakasato, ao encontrar algum tipo de fluido no solo pode ser um indicador de vazamento, cabe à equipe de operação identificar a fonte de sujeira (NAKASATO, 1994).

Segundo Kardec e Ribeiro (2002) os locais de difícil acesso existentes e que causem impasses para equacionar as soluções devem ser minimizados ao máximo, sempre aliando melhorias.

## **Passo 3 - Elaborar padrões de limpeza e inspeção**

Neste ponto da implementação elaboram-se os manuais com normas básicas para as inspeções, desenvolve-se o mapa e fluxo de lubrificação, o qual indica os pontos a serem aplicados, a quantidade e o tipo de lubrificante, além dos controles visuais, os quais colaboram com a rapidez de identificação de problemas, velocidade de execução das tarefas e garantem que a rota de inspeção não seja perdida, através da numeração de seus pontos de verificação.

Esta etapa objetiva manter as três condições básicas para a conservação adequada dos equipamentos e prevenir a deterioração. Por isso a importância de manuais que definem detalhadamente as atividades dos operadores.

#### **Passo 4 - Inspeção Geral do Equipamento**

Para Manfredini (2009), esta etapa exige o desenvolvimento dos operadores para compreender as funções básicas, a estrutura e os princípios de funcionamento dos equipamentos. Nas etapas anteriores os operadores apenas detectavam as anomalias, a partir dessa etapa, com os treinamentos e qualificações recebidos, passam a compreender mais profundamente sobre as estruturas e as funções dos equipamentos. O ponto fundamental para o sucesso desse passo é a capacitação a nível de componentes.

Os componentes avaliados durante este nível de preparação são aqueles relacionados à fixação, transmissão, lubrificação, pneumáticos, rolamentos / retentores, sistema de adesivos e sensores.

Percebe-se que as etapas que antecedem o passo 4 são condições básicas que devem ser consideradas para evitar degradação e envelhecimento das máquinas. Faz-se necessário operadores polivalentes, com amplo conhecimento na área e dos equipamentos, eles devem estar envolvidos com o equipamento. Estamos diante da etapa mais complexa, pois é aqui que se propõe instrumentalizar os operadores para a prática de Manutenção Autônoma (Kardec; Ribeiro, 2002)

#### **Passo 5 - Inspeção geral no processo**

Aqui consolida-se em um único programa integrado de inspeções os standards criados nos passos anteriores com os já existentes, isso garantirá a eficiência de inspeções e contribuirá para efetivar o nível de componentes de inspeções desenvolvidas no Passo 4. A ideia central é eliminar paragens não planejadas, defeitos de qualidade e avarias.

#### **Passo 6 - Manutenção autônoma sistêmica**

A sistematização da manutenção autônoma acontecerá gradualmente após a implantação dos cinco passos anteriores. A partir desse momento, a equipe estará com uma maturidade técnica elevada e isso resultará em um ambiente mais seguro, confiável e quase à prova de falhas. Teles (2015).

Nesse passo, segundo Teles (2015), devem-se melhorar os procedimentos já estabelecidos anteriormente, visando o preenchimento de lacunas e uma melhoria na produtividade e agilidade dos processos. Todas as pessoas do chão de fábrica já devem

estar familiarizadas com a manutenção autônoma. E os gestores devem estar engajados para garantir a mudança cultural, bem como a sua sustentabilidade.

## **Passo 7 - Gestão autônoma**

Segundo descreveu IM&C Internacional, 2006, sobre este último passo:

“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).

Podemos citar como principais objetivos: recolher e analisar sistematicamente os dados para melhorar os equipamentos, elevar a fiabilidade, segurança, qualidade e processo, melhorar continuamente os equipamentos, com base nos registos e análises criteriosas do MTBF.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 A importância da manutenção autônoma

A Manutenção Autônoma tem sido uma metodologia em ascensão nas indústrias por todo o mundo, que buscam ser mais competitivas no mercado. Os dois maiores objetivos da MA se dividem em pessoas e em equipamentos. O primeiro é capacitar as pessoas e o segundo é aumentar a vida útil do equipamento, tendo como consequência a redução do número de paradas do equipamento, o aumento da produtividade e a redução do custo final do produto.

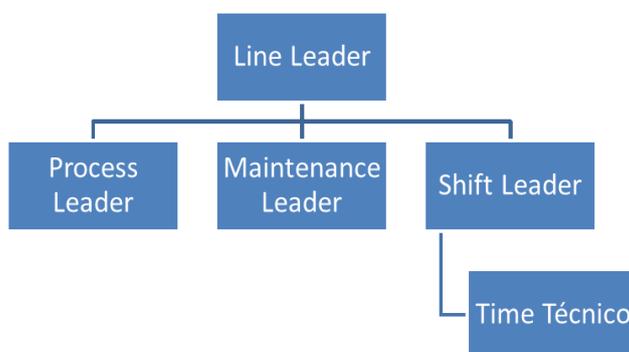
### 4.2 Estrutura da equipe de trabalho

A tese em comento foi realizada no Triângulo Mineiro, dentro de uma empresa alimentícia. A empresa possui mil e quinhentos funcionários diretos e indiretos, no regime de trabalho 6x3 com revezamento de três turnos. Como uma fábrica, funciona todos os dias da semana, sem intervalos, ou seja, vinte e quatro horas por dia.

Dentro da fábrica existem vinte e três módulos de produção. Os vinte e três módulos são divididos entre estruturas de gestão, as quais são responsáveis por responder pelas entregas dos KPIs de “OEE”, “MTBF” e Número de paradas de cada um dos módulos de produção.

Conforme a Figura 3, um *Line Leader*, um *Process Leader*, um *Maintenance Leader* e três *Shift Leaders* (ficando um em cada turno), compõem a estrutura de gestão. Os *Shift Leaders* são os responsáveis pelo time técnico, ou seja, técnico mecânico, mecânico e operador.

Figura 3 – Estrutura organizacional da linha de produção



Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Dentro do processo de Manutenção Autônoma cada cargo tem sua atividade pré-definida, qual seja:

- *Line Leader* é o responsável pela limpeza, inspeção e lubrificação.
- *Process Leader* é o responsável pela estratégia de ajuste padrão da máquina.
- *Maintenance Leader* é o responsável pela estratégia de Gestão de defeitos e tarefas de Manutenção.
- *Shift Leader* é o encarregado de garantir a execução das atividades do time.
- Time técnico por fim executam e sugerem ação ou retiradas de atividades acima relacionadas.

### **4.3 A base para implementação do passo 4**

Na empresa em que o presente trabalho foi desenvolvido os módulos de produção já haviam sido auditados e aprovados nos passos 1, 2 e 3 da MA. Sendo assim, pontos importantes para o início do Passo 4 já estavam implementados e funcionando.

#### **4.3.1 EO: *Equipment Owner***

Para que o ciclo de ferramentas e rotinas da MA passe a ser uma cultura dentro da empresa é preciso o envolvimento de todos e, por isso, busca-se o empoderamento e o sentimento de dono de cada membro da equipe. Para isso, a máquina é dividida em áreas e cada membro da tripulação do módulo passa a ser dono de uma das áreas.

As áreas do equipamento são divididas com base nas alimentações de matéria prima e subdivididas em grupos, que são pontos da máquina por onde a matéria prima passa. O EO se torna responsável por acompanhar as principais perdas relacionadas a sua área, encontrar defeitos e sugerir contramedidas.

#### **4.3.2 DMS: *Daily Management System***

Os DMSs são sistemas de gerenciamento diário que garantem o acompanhamento e a implementação das contramedidas sugeridas pelo time, que buscam aumentar a vida útil dos equipamentos e eliminar perdas de produção. Cada DMS tem um dono que é responsável por fazer a gestão diária.

##### **4.3.2.1 DH: *Defect Handling***

O DH é o DMS responsável pela gestão de defeitos dos equipamentos e, por esse motivo, é considerado como um DMS base para todos os outros, pois é através dele que as contramedidas são sugeridas.

Neste DMS são utilizadas etiquetas de defeitos que ficam disponíveis no módulo de produção, as etiquetas se dividem em três tipos:

- Mecânica que são utilizadas para documentar defeitos mecânicos do equipamento
- Eletrônica que são utilizadas para documentar defeitos eletrônicos do equipamento
- Manutenção que são utilizadas para sugerir e planejar troca de peças do equipamento

Após encontrar um defeito o time precisa garantir 5 passos que compõem o fluxo do *Defect Handling*:

- Passo 1: Definir qual tipo de etiqueta deve ser utilizado.
- Passo 2: Preencher a etiqueta com as informações necessárias, sendo elas o módulo, a máquina, a perda, a solução e a sugestão de contramedida.
- Passo 3: Caso haja alguma contramedida sugerida, a etiqueta deverá ser lida e validada pelos três turnos de trabalho.
- Passo 4: O *Line Lead* faz a gestão das etiquetas e direciona a etiqueta para o dono do DMS que será responsável por implementar a contramedida.
- Passo 5: Implementar a contramedida

Todas as etiquetas são documentadas e geram a Lista de Defeitos, que é disponibilizada nos módulos de produção para que a tripulação possa acompanhar as pendências e as implementações de contramedidas que eles sugeriram.

#### **4.3.2.2 CIL: *Clean, Inspection and Lubrication***

O CIL é um DMS presente no primeiro passo da Manutenção Autônoma, ele consiste em uma lista de atividades de limpeza, inspeção e lubrificação do equipamento e visa aumentar a vida útil do equipamento através de uma metodologia, limpar para poder inspecionar e inspecionar para encontrar defeitos.

O responsável pela gestão do CIL é o *Line Lead*, ele deve garantir que a lista de atividades a serem executadas esteja disponível no módulo. Cada atividade precisa ter uma Lição de Um Ponto (LUP), que é uma ferramenta simples e informativa que diz ao colaborador como executar a atividade.

Caso algum defeito seja encontrado durante a inspeção realizada no CIL, o colaborador deve utilizar as etiquetas de defeito para documentar e sugerir uma contramedida.

O CIL é uma atividade que faz parte da parada planejada de um módulo de produção, além de limpar, inspecionar e lubrificar, os membros do time precisam executar atividades de manutenção planejadas previamente e encontrar e solucionar defeitos. As paradas planejadas acontecem três vezes no dia, uma em cada turno de trabalho e variam entre trinta e quarenta minutos.

#### **4.3.2.3 CL: *Centerline***

O *Centerline* é o DMS que trata os ajustes padrões do equipamento, assim como o CIL, uma lista de ajustes padrões é disponibilizada no módulo para que a tripulação faça a conferência diariamente, em todos os turnos. O responsável por gerenciar este DMS é o *Process Leader*. Existem três tipos básicos de *Centerline*, são eles:

- Intervalo: O ajuste pode variar entre dois valores pré determinados. Ex. a pressão de um determinado manômetro deve variar entre 3 e 4 bar.
- Fixo: O ajuste deve ser fixado em um determinado valor. Ex. A posição do componente “x” deve ser alinhada com o número 3 da escala fixada no equipamento.
- Variável: O ajuste pode ser de intervalo ou fixo, mas deve ser alterado de acordo com o tipo de produção atual do módulo. Ex. para produzir o “produto 1” o ajuste é 3 bar e para produzir o “produto 2”, deve ser 2 bar.

Com uma lista de ajuste padrão clara e que se relaciona com as principais perdas, a tendência é melhorar a eficiência do equipamento, diminuir o número de paradas e facilitar o trabalho dos operadores utilizando as gestões visuais necessárias.

Durante a produção, podem acontecer situações em que o ajuste padrão é alterado, caso isso ocorra, uma etiqueta de defeito deve ser aberta para informar o time e para propor uma solução. Neste caso, o ajuste padrão será alterado para um novo valor ou existirá alguma pendência que gerou a necessidade de variar o *Centerline* momentaneamente e que deve ser solucionada.

Para inserir um novo ajuste padrão a ser conferido diariamente ou para alterar um ajuste já existente, a etiqueta de defeito deverá ser validada nos três turnos e o *Process Leader* irá alterar a lista conforme recomendado e validado pela equipe.

#### **4.3.2.4 MP&S: Maintenance Planning & Scheduling**

Este DMS é uma rotina que tem como objetivo a administração da manutenção visando o aumento da disponibilidade do equipamento, minimizando os custos e eliminando as quebras. É utilizada de forma contínua, através da administração de todas as atividades de manutenção, utilizando o sistema SAP.

O responsável por esse DMS é o *Maintenance Lead*, semanalmente ele disponibiliza as ordens de serviço a serem executadas, e as classifica por módulo de produção e tecnologia do equipamento. O time técnico e mecânico fica responsável por executar as atividades requisitadas nas ordens e a meta semanal é atingir uma porcentagem de execução igual ou maior a 90%.

#### **4.4 Ferramentas do passo 4 da manutenção autônoma**

Para implementar o Passo 4 o time precisou ser treinado em algumas ferramentas, as quais se interagem e facilitam a eliminação de perdas do equipamento, são elas:

- Process Transformation Analysis (PTA)
- Mapa de Perdas
- Matriz de Perdas
- Matriz de Transformação de Máquina (MTM)
- *Work Point Analysis* (WPA)
- Mapa de Inspeção
- Know Why OPL
- *Logbook*

##### **4.4.1 PTA: *Process Transformation Analysis***

A PTA é a ferramenta inicial para implementação do Passo 4, o seu intuito é facilitar a visualização dos processos da máquina que transformam a Matéria Prima até a saída do produto final e, assim, auxiliar na análise de solução dos defeitos encontrados pela tripulação.

Esta ferramenta é composta por Área da Máquina, que são as alimentações de matéria prima, e por Grupos, que são os pontos da máquina que realizam a transformação da matéria prima. Estes grupos são classificados de acordo com a sua natureza de trabalho

- Inspeção: Pontos de verificação. Ex. Sensores.
- Mudança: Pontos que alteram a matéria prima física ou quimicamente (curvas, quedas, dobras, aquecimento, dissolução).
- Armazenamento: Grupos que armazenam a matéria prima. Ex. Reservatórios.

- Transporte: Grupos responsáveis apenas por movimentar a matéria prima. Ex. Lonas, transportadores.
- Espera: Grupos
- Retrabalho: Grupos responsáveis por reprocessar a matéria prima.

As classificações dos grupos são importantes para direcionar a tripulação na identificação de defeitos. Por exemplo, se o defeito for no atraso da chegada da matéria prima em um certo ponto da máquina, o mecânico irá analisar primeiramente os grupos responsáveis pelo transporte da matéria prima antes do ponto que ocorre o defeito. Além disso, a PTA tem um caráter didático, pois pode ser utilizada para explicar todo o processo de produção de uma forma simples e clara, o que se torna extremamente importante na capacitação de novos colaboradores.

#### **4.4.2 Mapa de Perdas**

Após ser estudado o trajeto da matéria prima no equipamento através da PTA, todos os grupos são listados em uma tabela e o *Process Leader* fica responsável por relacionar as principais perdas com cada grupo da PTA. Previamente é feito um estudo estatístico para elencar as principais perdas do módulo e, posteriormente, são classificadas em 5 tipos, são eles:

- Pequenas paradas: são paradas de equipamento menores que dez minutos;
- Falhas de processos: são paradas de equipamento com durabilidade igual ou maior a dez minutos;
- Quebras: são paradas de equipamento com durabilidade igual ou maior a dez minutos e que tenha troca de peças;
- Qualidade: Defeitos de qualidade no produto;
- Segurança: Acidentes com ou sem afastamento.

O Mapa de Perdas, após finalizado, diz ao colaborador quais perdas ele poderá ter caso um grupo específico da sua área falhe, além disso, o direciona para construir ferramentas de solução de problemas que irão o ajudar a mitigar as principais perdas do módulo e, conseqüentemente, incrementar os resultados.

#### **4.4.3 Matriz de Perdas**

Nesta etapa da implementação do Passo 4 de Manutenção Autônoma, os donos de equipamento utilizam a Matriz de Perdas para criar um ranking dos grupos que pertencem à

sua área. Esta ferramenta é similar ao Mapa de Perdas, com as mesmas classificações, porém, aqui deve-se dar notas para os grupos em cada um dos tipos de perdas.

As notas possíveis são 1, 3 ou 5, sendo nota 1 o grupo que não impacta no determinado tipo de perda e 5 o grupo que mais impacta. Para criar a Matriz de Perdas os donos de equipamento precisam ser suportados pelo Process Leader e pelo Maintenance Leader, serão eles que avaliarão o histórico do módulo para responderem os critérios de nota. Na Figura 4 conseguimos visualizar os critérios que deverão ser utilizados para criar a Matriz de Perdas.

Figura 4 - Critérios da Matriz de Perdas

Priorização	Segurança	Qualidade	Quebras	Paradas	Falhas
5	Aconteceu um acidente	Alta severidade e baixa detecção	Repetição de quebras nos últimos 6 meses	Top 30%	Top 30%
3	Near Miss historico	Incidente historico	Quebrou no periodo de 1 ano	Top 30-60%	Top 30-60%
1	Baixo risco	Baixo risco	Sem historico de quebra	Bottom 40%	Bottom 40%

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Após avaliarem cada grupo em cada tipo de perda, deve ser calculada uma pontuação final fazendo a multiplicação das notas. Por exemplo, se o grupo 1 receber notas 1, 3, 3, 5 e 3, a sua pontuação final será 135, conforme disposto na Equação 1.

Matriz de Perdas:  $1 \times 3 \times 3 \times 5 \times 3 = 135$  .....Eq. 1

Figura 5 - Matriz de Perdas hipotética

EQUIPAMENTO								
Área do Equipamento	Grupo	Top Paradas	Top Quebras	Falhas de Processo	Defeitos de Qualidade	Segurança	Pontuação	Rank
Alimentação A	Grupo 1	5	5	5	3	1	375	
Alimentação A	Grupo 2	5	5	3	3	1	225	
Alimentação A	Grupo 3	5	3	5	3	1	225	
Alimentação A	Grupo 4	5	3	3	1	3	135	
Alimentação A	Grupo 5	5	5	1	1	1	25	
Alimentação A	Grupo 6	5	3	5	1	1	75	
Alimentação A	Grupo 7	5	1	5	3	1	75	
Alimentação B	Grupo 8	5	5	1	1	1	25	
Alimentação B	Grupo 9	5	3	5	3	1	225	
Alimentação B	Grupo 10	5	1	3	3	1	45	
Alimentação B	Grupo 11	5	1	5	3	1	75	
Alimentação B	Grupo 12	5	5	5	3	1	375	
Alimentação B	Grupo 13	3	5	3	1	1	45	
Alimentação B	Grupo 14	3	5	3	3	1	135	
Alimentação B	Grupo 15	3	1	3	3	1	27	
Alimentação C	Grupo 16	5	1	5	1	1	25	
Alimentação C	Grupo 17	5	3	5	1	1	75	
Alimentação C	Grupo 18	5	3	1	1	1	15	
Alimentação C	Grupo 19	5	1	1	1	1	5	
Alimentação C	Grupo 20	3	1	1	1	1	3	

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2021)

Para priorizar os grupos é realizado um diagrama de pareto, no qual os grupos que compõem 80% do total da pontuação são separados para uma nova avaliação e os grupos restantes, que representam 20% do total, são classificados como prioridade “C”. Na nova avaliação é realizado um novo diagrama de pareto e os grupos que integram os 80% são classificados como “A” e os grupos restantes como “B”, conforme Figura 6.

Figura 6 - Matriz de Perdas hipotética após a priorização dos grupos

EQUIPAMENTO								
Área do Equipamento	Grupo	Top Paradas	Top Quebras	Falhas de Processo	Defeitos de Qualidade	Segurança	Pontuação	Rank
Alimentação A	Grupo 1	5	5	5	3	1	375	A
Alimentação B	Grupo 12	5	5	5	3	1	375	A
Alimentação A	Grupo 2	5	5	3	3	1	225	A
Alimentação A	Grupo 3	5	3	5	3	1	225	A
Alimentação B	Grupo 9	5	3	5	3	1	225	B
Alimentação A	Grupo 4	5	3	3	1	3	135	B
Alimentação B	Grupo 14	3	5	3	3	1	135	B
Alimentação A	Grupo 6	5	3	5	1	1	75	c
Alimentação A	Grupo 7	5	1	5	3	1	75	c
Alimentação B	Grupo 11	5	1	5	3	1	75	c
Alimentação C	Grupo 17	5	3	5	1	1	75	c
Alimentação B	Grupo 10	5	1	3	3	1	45	c
Alimentação B	Grupo 13	3	5	3	1	1	45	c
Alimentação B	Grupo 15	3	1	3	3	1	27	c
Alimentação A	Grupo 5	5	5	1	1	1	25	c
Alimentação B	Grupo 8	5	5	1	1	1	25	c
Alimentação C	Grupo 16	5	1	5	1	1	25	c
Alimentação C	Grupo 18	5	3	1	1	1	15	c
Alimentação C	Grupo 19	5	1	1	1	1	5	c
Alimentação C	Grupo 20	3	1	1	1	1	3	c

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Portanto, de acordo com a matriz de perdas hipotética, os grupos que devem ser foco do time são os grupos 1, 12, 2 e 3, e devem ser observados de perto pelos donos das áreas Alimentação A e Alimentação B.

#### 4.4.4 MTM (Matriz de Transformação de Máquina)

A Matriz de Transformação de Máquina é uma ferramenta de solução de problemas que mapeia todos os ajustes padrão dos grupos envolvidos em uma determinada perda e com um determinado efeito. A intenção é reduzir o tempo médio de reparo dos equipamentos e aumentar a eficiência.

Na implementação do Passo 4, o Process Leader, na Matriz de Perdas, relaciona as principais perdas dos equipamentos com os grupos da PTA e, cada *Equipment Owner*, deve produzir uma MTM das suas principais perdas, a fim de reduzir os impactos da sua área.

Com as principais perdas definidas no Mapa de Perdas, o EO deve preencher as seis colunas presentes na MTM, são elas:

- 1ª Coluna: Efeito. Neste campo o EO afunila a sua análise determinando qual o efeito observado no momento da ocorrência desta determinada perda, por exemplo, caso a perda fosse falha na dobra de uma determinada matéria prima, deve-se especificar o local, pois os grupos que realizam esta atividade podem variar caso a falha aconteça na lateral direita ou na lateral esquerda. Sendo assim, o efeito poderia ser “falha na dobra lateral esquerda”.
- 2ª Coluna: Condições Ideais de Produção. Nesta coluna são descritos os ajustes padrão necessários nos grupos que estão relacionados à perda e ao efeito em questão. É muito importante que sejam utilizadas métricas para descrever estes ajustes. A sequência deve respeitar o fluxo da PTA.
- 3ª Coluna: Condições Ideais do Produto. Este é o campo no qual deve-se descrever as especificações da matéria prima, como espessura, gramatura, largura, comprimento, entre outros. Além disso, também, deve-se mencionar as condições esperadas do produto, podendo especificar as medidas definidas do produto final.
- 4ª Coluna: Ponto de Ocorrência. Esta coluna se relaciona diretamente com os ajustes ideais de produção, portanto, é onde deve ser mencionado o grupo referente ao ajuste descrito na segunda coluna.
- 5ª Coluna: Ponto de verificação. São os componentes do grupo indicado na quinta coluna, nos quais o técnico/mecânico irá atuar para garantir o ajuste descrito na segunda coluna.
- 6ª Coluna: Ação. Na sexta coluna é descrita a ação para garantir o ajuste ideal de produção e, também, é um campo utilizado para sugerir ou mencionar alguma contramedida existente para o ajuste citado na segunda coluna.

#### **4.4.5 WPA (Work Point Analysis)**

Após o *equipment owner* ter em mãos a Matriz de Perdas da sua área de alimentação preenchida e saber quais são os grupos ranking “A”, é necessário utilizar a WPA para conhecer estes grupos a nível de componentes. Esta ferramenta é utilizada para aprender sobre o grupo e propor contramedidas baseando-se nos principais componentes do ponto em questão.

A WPA é dividida em oito itens, são eles:

- 1º Item: Ponto de transformação. O nome do grupo a ser analisado.
- 2º Item: Perdas. Citar quais perdas do equipamento estão relacionadas a este grupo, como defeitos de qualidade, paradas de equipamento e motivos de rejeição.

- 3º Item: Esboço. Neste espaço, deve-se fazer um desenho a próprio punho do grupo em questão, preocupando-se em detalhar os componentes que fazem parte do ponto analisado.
- 4º Item: Princípio de operação. Deve-se descrever de maneira detalhada qual e como ocorre a transformação da matéria prima ao passar pelo ponto da máquina que está sendo analisado.
- 5º Item: Padrões existentes. Citar quais são as contramedidas já implementadas ao grupo, como CIL, *Centerline* e MP&S.
- 6º Item: Componentes e Variáveis: Neste item são detalhados os componentes do grupo de trabalho que realizam a transformação da matéria prima e quais são os materiais dos mesmos. Além disso, deve-se analisar se existe alguma variação ou adição no processo, como variação de pressão e temperatura e adição de adesivo ou ingredientes.
- 7º Item: Componentes de Posicionamento. No Passo 4 de Manutenção Autônoma, os componentes são divididos em sete grupos principais, conforme descrito na revisão bibliográfica. Na WPA, o *equipment owner* deverá citar todos os componentes e separá-los em dois grupos, o primeiro deles é o de posicionamento, que são os componentes que garantem a posição/fixação do grupo analisado.
- 8º Item: Componentes de Continuidade. Neste item são citados os demais componentes que não pertenciam ao item anterior, esses são os componentes que garantem a continuidade do funcionamento ideal do grupo.
- 9º Item: Criação/Atualização de Padrões: Caso seja necessário criar um novo padrão ou alterar algum existente, deve ser citado neste item.

Esta divisão é importante, pois capacitamos a tripulação a distinguir quais componentes são responsáveis por um determinado defeito, tornando as intervenções no equipamento mais efetivas.

Feito isto, os componentes de fixação são identificados através de um código de cores, sendo:

- Amarelo: Componentes que necessitam de inspeção periódica;
- Azul: Componentes que demandam atuação apenas durante manutenções;
- Vermelho: Componentes permanentes e só demandam atuação caso o equipamento necessite ser desmontado.

Os elementos de fixação que são identificados com a cor amarela serão mapeados como pontos de inspeção e inseridos nas rotinas da manutenção autônoma, como o C.I.L.

#### **4.4.6 Pontos de Inspeção**

Pontos de inspeção é um processo no qual são mapeados os elementos de fixação citados no APM que necessitam de uma inspeção periódica para garantir as condições básicas dos mesmos. O EO deverá definir quais serão os critérios de inspeção, sendo eles:

- Condição da cabeça do parafuso;
- Condição do corpo do parafuso/porca;
- Aperto;
- Oxidação do componente;

Além de indicar os critérios de inspeção, o EO também define em qual rotina o componente deverá ser inspecionado e qual será a periodicidade.

#### **4.4.7 Diagrama de Inspeção**

Além dos componentes de fixação que possuem contramedidas mapeadas através do processo de pontos de inspeção, é utilizado o diagrama de inspeção para tratar os demais componentes do Passo 4 que possui o mesmo objetivo do processo anterior, porém sem a necessidade de determinar os critérios de inspeção.

Diferente dos componentes de fixação, não é utilizado o código de cores nos demais componentes, entretanto as inspeções são realizadas nas mesmas rotinas do MA, como MP&S e CIL, com a periodicidade pré-determinada pelo EO.

#### **4.4.8 Know Why OPL**

Para cada inspeção determinada pelo Equipment Owner é necessário informar e instruir toda a equipe o porquê é necessário realizar esta inspeção e como ela deverá ser executada. Para isso, é utilizada uma ferramenta informativa chamada de Know Why OPL.

Nesta ferramenta o EO especifica qual a área do equipamento e qual o grupo em que se encontra o componente a ser inspecionado e ilustra com fotos. Descreve como deverá ser realizada a inspeção e quais serão os critérios. Além disso, é explicado o porquê fazer esta inspeção visando gerar valor para toda a tripulação e é determinado em qual rotina será inserida.

#### **4.4.9 Logbook**

Para garantir a sustentabilidade dos processos do passo 4, cada Equipment Owner possui um *Logbook*, no qual são centralizadas as ferramentas e processos, além disso, existe um acompanhamento diário das principais perdas da área.

Este processo tem como objetivo garantir o sentimento de dono à tripulação, tornando cada membro responsável por garantir o acompanhamento da área de responsabilidade, analisar a tabela de priorização e garantir a execução das MTMs e WPAs necessárias, buscando a redução de impactos relacionados à área.

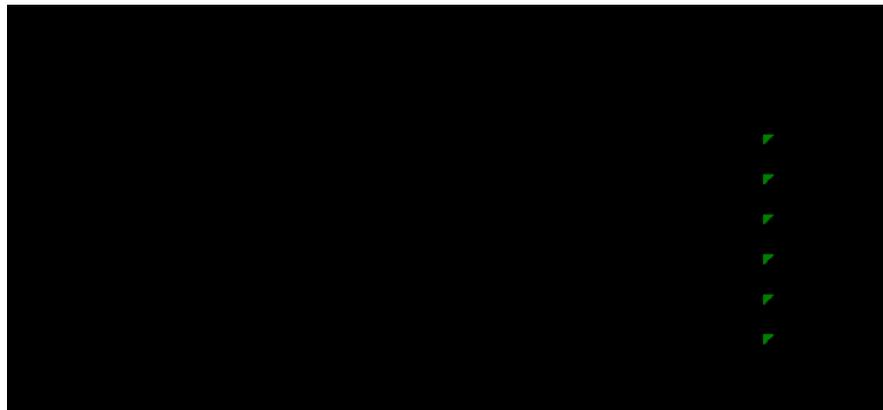
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Estudo do ponto inicial

Antes da implementação da Manutenção Autônoma no módulo em questão, foram avaliados os indicadores de performance, os quais de acordo com o passo 0, foram definidos como ponto inicial para efeitos de comparações, para aprovação e implementação dos próximos passos.

Neste período, foram calculados os valores dos indicadores de OEE (63%), MTBF (5.6 min) e paradas não planejadas (177). Dentre os principais impactos, selecionamos aquelas que eram responsáveis por 80% das interrupções da produção, as quais podemos ver um detalhamento das paradas na tabela abaixo.

Figura 7 - Descritivo das principais paradas do módulo em análise



Fonte: Material desenvolvido pelo autor

### 5.2 Resultados após a implementação do passo 3

Após a implantação desta forma de trabalho, o módulo de produção em análise atingiu os targets estipulados para os KPI 's, considerados para aprovação no passo 3 da MA.

Neste cenário, pudemos perceber uma melhora significativa nos indicadores, atingindo valores de 72% de OEE, um tempo médio entre paradas de 15.1 minutos e 78 paradas não planejadas por dia.

Dentre os principais motivos que levaram as máquinas a falha ou interrupção anteriormente, de forma não planejada, podemos verificar a evolução destes números no figura 8 abaixo.

Figura 8 - Principais paradas do módulo após implementação do passo 3

<b>PRINCIPAIS PARADAS DO MÓDULO</b>				
DESCRIÇÃO DA PARADA	Nº PARADAS / DIA		VARIÇÃO (%)	
	Ponto Inicial	Pós passo 3		
Falta de Produto no Funil	30	6	80%	
Bolsa de Produto Incompleta	27	5	81%	
Ausência de matéria no tambor	25	5	80%	
Entupimento na barra móvel	16	15	6%	
Entupimento no semianel da última roda	14	14	0%	
Ausência de papel na aspiração	14	15	-7%	
Ausência de papel no grupo	13	11	15%	
Ineficiência na presença de matéria	8	7	13%	

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

### 5.3 Resultados após a implementação do passo 4

#### 5.3.1 Resultados após seis meses da implementação do passo 4

Com este novo cenário de paradas após o passo 3, utilizando da nova ferramenta disponibilizada pelo passo 4 da manutenção autônoma, a tabela de priorização, foi verificado quais seriam os principais impactos a serem atacados.

A partir deste ponto a principal diferença é que antes atuavam para reduzir as principais **paradas**, desta vez, o foco se direciona para as **áreas** que impactam mais a performance, a partir do cálculo feito pela Equação 1.

Desta forma, utilizando da tabela de priorização criada para este módulo (Figura 6, página 28), podemos relacionar às principais paradas com a priorização das áreas, verificado na figura 9 abaixo.

Figura 9 - Relação das principais paradas x Priorização de áreas

<b>PRINCIPAIS PARADAS DO MÓDULO</b>				
PARADA	Nº PARADAS / DIA	GRUPO	RANK DO GRUPO	
Entupimento na barra móvel	12	12	A	
Entupimento no semianel da última roda	12	3	A	
Ausência de papel no grupo	10	2	A	
Ausência de papel na aspiração	9	14	B	
Falta de Produto no Funil	9	4	B	
Bolsa de Produto Incompleta	8	9	B	
Ausência de matéria no tambor	7	17	C	
Ineficiência na presença de matéria	6	5	C	

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

Assim, após seis meses do início desta etapa, desenvolvendo e utilizando as diversas ferramentas disponíveis, foi possível verificar uma melhora significativa nas paradas relacionadas às áreas de foco, denominadas como rank A, conforme figura abaixo.

Figura 10 - Variação das paradas relacionadas às áreas rank A, após 6 meses de Passo 4

DESCRIÇÃO DA PARADA	PRINCIPAIS PARADAS DO MÓDULO		VARIACÃO (%)
	Nº PARADAS / DIA		
	Pós Passo 3	1º Sem. Passo 4	Rel. ponto inicial
Entupimento na barra móvel	12	3	75%
Entupimento no semianel da última roda	12	2	83%
Ausência de papel no grupo	10	2	80%

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

Como resultado desta redução de perdas relacionadas às áreas classificadas como principais impactos, o módulo obteve uma performance de 79% de OEE, 22.7 MTBF e 52 paradas, as quais estão detalhadas abaixo.

Figura 11 - Variação das paradas após 6 meses de Passo 4

DESCRIÇÃO DA PARADA	PRINCIPAIS PARADAS DO MÓDULO			VARIACÃO (%)
	Nº PARADAS / DIA			
	Ponto Inicial	Pós Passo 3	1º Sem. Passo 4	Rel. ponto inicial
Falta de Produto no Funil	36	9	8	78%
Bolsa de Produto Incompleta	33	8	7	79%
Ausência de matéria no tambor	31	7	7	77%
Entupimento na barra móvel	13	12	3	77%
Entupimento no semianel da última roda	11	12	2	82%
Ausência de papel na aspiração	11	9	9	18%
Ausência de papel no grupo	9	10	2	78%
Ineficiência na presença de matéria	8	6	6	25%

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

### 5.3.2 Resultados após o um ano da implementação do passo 4

Após o primeiro semestre da implementação deste passo, verificamos uma necessidade de refazer a tabela de priorização, visto que com o avanço das ferramentas, as áreas que mais nos impactavam no início, não eram as mesmas que mais nos impactavam neste segundo momento.

Desta forma, foram refeitos os cálculos de pontuação de impacto, utilizando novamente da equação 1. Assim, podemos novamente relacionar as principais paradas com o grupo pertencente e o rank em que se encontra.

Figura 12 - Relação das principais paradas x Priorização de áreas, após 6 meses de Passo 4

PRINCIPAIS PARADAS DO MÓDULO			
PARADA	Nº PARADAS / DIA	GRUPO	RANK DO GRUPO
Ausência de papel na aspiração	10	14	A
Bolsa de Produto Incompleta	9	9	A
Falta de Produto no Funil	8	4	B
Ausência de matéria no tambor	7	17	B
Ineficiência na presença de matéria	6	5	B
Entupimento na barra móvel	3	12	B
Entupimento no semianel da última roda	2	3	C
Ausência de papel no grupo	2	2	C

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

No fim do segundo semestre, com o avanço das ferramentas propostas pelo Passo 4, somado com o contínuo processo de melhoria das atividades estipuladas pelos passos anteriores da manutenção autônoma, o módulo obteve uma melhora significativa em seus resultados, reduzindo em 80.23% o quantidade de paradas não planejadas por dia, conforme podemos verificar a comparação na figura a seguir.

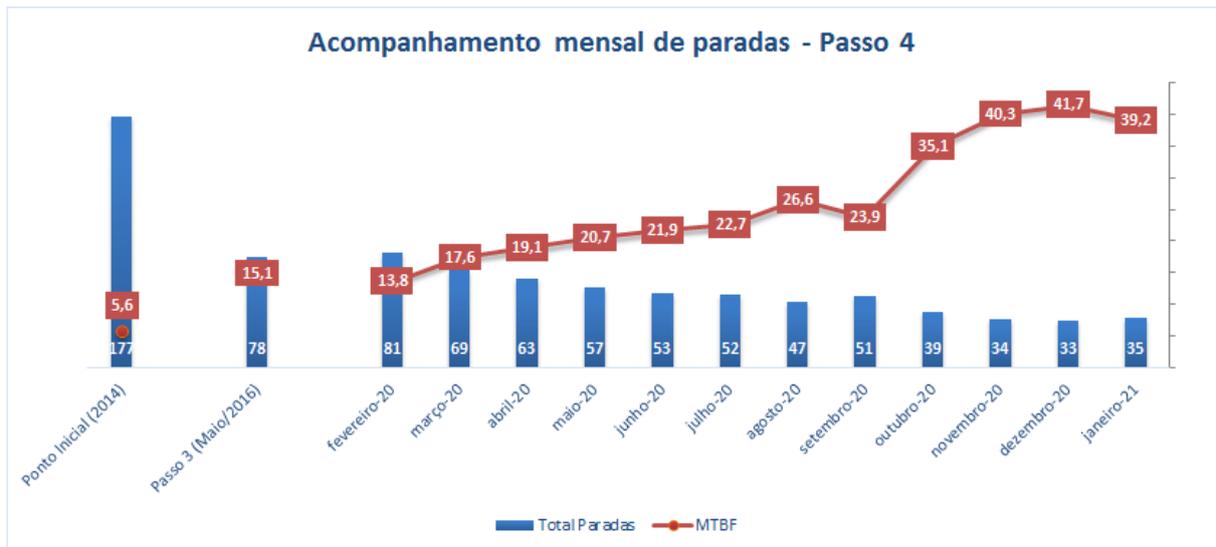
Figura 13 - Comparativo do número de paradas por etapas

DESCRIÇÃO DA PARADA	Nº PARADAS / DIA			VARIACÃO (%) Rel. ponto inicial
	Ponto Inicial	Pós Passo 3	1º Sem. Passo 4 Pós passo 4	
Falta de Produto no Funil	36	9	8	81%
Bolsa de Produto Incompleta	33	8	9	82%
Ausência de matéria no tambor	31	7	7	84%
Entupimento na barra móvel	13	12	3	77%
Entupimento no semianel da última roda	11	12	2	73%
Ausência de papel na aspiração	11	9	10	64%
Ausência de papel no grupo	9	10	2	78%
Ineficiência na presença de matéria	8	6	6	75%
Número total de paradas	177	78	51	80.23%

Fonte: Material desenvolvido pelo autor

Por consequência da maior estabilidade do processo, podemos verificar que, comparando a situação antes do AM e após o passo 4, o OEE subiu 21 pontos percentuais, alcançando 84%, o número de paradas decresceu de 177 para 35 por dia, o que gerou um aumento no MTBF em 33.6 minutos, passando de 5.6 para 39.2 minutos . A Figura 15 mostra o acompanhamento mensal de MTBF e número de paradas após a implantação da MA.

Figura 14 - Comparativo mensal dos dados de performance



Fonte: Material desenvolvido pelo autor

Diante das Figuras 13 e 14, percebe-se claramente que a evolução dos KPI's avaliados, que estão de acordo com os resultados propostos anteriormente pelo método, ficando desta forma aprovado nos critérios estipulados.

### 5.3.3 Impactos financeiros

Os resultados apresentados a seguir sobre o estudo e projeto na empresa referenciada mostram o comparativo a partir da evolução dos resultados ao longo das semanas da implementação da manutenção autônoma.

Anteriormente ao Passo 4, o resultado de OEE nesta linha estava em 72% e após a consolidação da implementação este resultado aumenta para 84%, conforme podemos observar na atingindo os resultados esperados no início do projeto. Esse aumento gerou um aumento diário na receita da companhia, referente a este módulo de produção, baseado no valor do custo percentual de OEE apresentado na equação abaixo, de **R\$50.544,00**.

$$Receita = Standard Rate \times Scheduled Time \times Variação OEE \times Custo \text{ médio Unitário} \quad (3)$$

Onde temos:

- Standard Rate - Velocidade nominal da máquina, neste caso 450 unidades por minuto;
- Scheduled Time - Tempo planejado de produção, neste caso foi considerado um dia inteiro, 1440 minutos.
- Variação do OEE - Como o intuito desta equação é calcular o aumento da receita com a melhora da performance do módulo de produção, foi utilizado a variação do OEE, final menos inicial.

- Custo Médio Unitário - Valor médio de venda de cada unidade dentre os SKU's produzidos no módulo em questão, o qual no caso é de R\$6,50.
- Divisão da receita – Impostos 80%, Custo 10%, Lucro 10%;

Considerando estes valores e realizando uma estimativa para o aumento do lucro, dado a melhora da performance, considerando uma quantidade média de 360 dias trabalhados no ano, este valor chega a aproximadamente **R\$18.195.840,00** anuais.

Diante destes resultados podemos afirmar que o método se mostrou efetivo e eficaz como uma forma de diferenciação operacional e como vantagem competitiva.

## 5 CONCLUSÃO

Após análise bibliográfica e estudo do caso em tela, pode-se concluir que o operador de produção é o principal agente da implementação da Manutenção Autônoma. Um operador capacitado é o diferencial ao implementar a Manutenção Autônoma. O operador deve estar envolvido e motivado, além de sempre muito bem treinado. Sem isso é impossível consolidar a MA.

A realização deste projeto se deu em conformidade com a metodologia previamente definida pela empresa, e foram de suma importância, ferramentas essenciais para o desenvolvimento das atividades e condução do projeto. Na empresa onde o estudo do caso ocorreu, apesar do curto período de tempo analisado, encontrou-se uma grande mudança para melhor em relação ao comportamento dos colaboradores, em geral. Que pode ser considerado o principal ponto na melhoria dos resultados. O percentual dos indicadores aumentou e as perdas diminuíram significativamente.

É do conhecimento de todos que o envolvimento com as ações das empresas, o engajamento das equipes e a busca de aprimoramento é o principal fator que contribui para o crescimento de uma empresa.

Como era esperado, a rotina dos operadores para realizar a limpeza, inspeção e reparos gera resultados positivos, e contribui para um melhor desempenho na linha de produção. A Manutenção Autônoma é eficiente, e foi eficaz em aumentar a confiabilidade e performance do equipamento, atingindo o objetivo inicial.

As empresas têm cada vez mais pautado suas ações em estudos como este. Que sempre são de grande valia para o crescimento e melhoria contínua dos processos e das pessoas. Apesar de ter sido um grande desafio implementar a Manutenção Autônoma, principalmente no que se refere ao engajamento do time, o que foi superado ao envolver a equipe técnica na tomada de decisão. Pois ao compreenderem o porquê foram incentivados a realizar as tarefas propostas.

Futuramente, espera-se que os resultados alcançados possam, a longo prazo, repercutir satisfatoriamente quanto demonstrado. Mantendo todas as atividades já desenvolvidas, melhorando-as a cada dia, pois foi um sucesso muito grande alcançado em pouco tempo.

## 7 REFERÊNCIAS

[1] ALVES, Paulo Rodrigo. **Proposta de implementação de um plano de manutenção autônoma dentro do contexto da filosofia TPM: Aplicação para um equipamento de corte de chapas em uma empresa metalúrgica.** 2009. Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2009. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/deps/arquivos/tcc/2009\\_1\\_tcc04.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/deps/arquivos/tcc/2009_1_tcc04.pdf)> Acesso em: 04 dez. 2018.

[2] CAGLIUME, Fabiano Roberto; PILATTI, Dr. Luiz Alberto; KOVALESKI, Dr. João Luiz. **Otimizando o Pilar de manutenção planejada com o 5S: um estudo de caso.** Ponta Grossa, 2007. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAgIckA>  
G/otimizando-pilar-manutencao-planejada >. Acesso em: 05 dez. 2018.

[3] MANFREDINI, ANDRÉIA. **Manutenção Autônoma em Operações na Procter & Gamble** Porto. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão. Julho/2009. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60211/1/000134763.pdf>> Acesso em: 06 dez. 2018.

[4] RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira.** 2003. Monografia (Especialização) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003. Disponível em: <[http://ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso\\_ricardo.pdf](http://ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso_ricardo.pdf)> Acesso em: 05 dez. 2018.

[5] SELLITTO, Miguel. **Implantação de técnicas de manutenção autônoma em uma célula de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas.** Revista Produção Online (2015). 16. 606. 10.14488/1676-1901.v16i2.2048. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/304001917\\_Implantacao\\_de\\_tecnicas\\_de\\_manutencao\\_autonoma\\_em\\_uma\\_celula\\_de\\_manufatura\\_de\\_um\\_fabricante\\_de\\_maquinas\\_agricolas](https://www.researchgate.net/publication/304001917_Implantacao_de_tecnicas_de_manutencao_autonoma_em_uma_celula_de_manufatura_de_um_fabricante_de_maquinas_agricolas)> Acesso em: 14 dez. 2020.

[6] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; **Administração da Produção**. 3 ed., São Paulo, Atlas, 2009.

[7] TELES, Jhonata, **Manutenção Produtiva Total - Pliar 1** Manutenção Autônoma. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/manutencao-autonoma/>>  
Acesso em: 06 dez. 2018.

[8] VENKATESH, J. **An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. Plant Maintenance Resource Center, 2009. Disponível em: < [http://plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)> Acesso em: 06 dez. 2020.

[9] XENOS, Harilaus G. P.; **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.