

**GABRIEL GNEMMI LOZANO  
WILLIAN ROCHA DE SOUSA**

**MANUTENÇÃO PROGRESSIVA E AUTÔNOMA  
APLICADA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

2021

**GABRIEL GNEMMI LOZANO**  
**WILLIAN ROCHA DE SOUSA**

**MANUTENÇÃO PROGRESSIVA E AUTÔNOMA  
APLICADA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

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.

Orientadora: Prof.(a) Dr.(a) Flávia Cristina Sousa e Silva.

UBERLÂNDIA-MG

2021

*“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”.*

*Roger Von Oech*

## AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais, Luciana Rocha Lozano e Nelson Gnemmi Castellanos (Gabriel L.) e Ivan Rodrigues de Sousa e Geralda Vália da Rocha Sousa (Willian Sousa) por terem sido meus exemplos de caráter e de integridade e pelo incentivo na busca pelos meus objetivos.

Ao nosso antigo gestor de estágio, Luís Felipe Sosnowski, por ser nosso exemplo de profissional e de líder e por me apresentar sua visão sobre a manutenção.

Ao nosso falecido professor e amigo, Wisley Falco Sales que foi o primeiro orientador e responsável pela sugestão do tema ao qual ele tinha grande domínio e nós dava um grande auxílio. Expressamos nossas condolências aos familiares e amigos do professor neste ano de tantos desafios.

À professora doutora Flávia Cristina por nos auxiliarem sobre a conclusão e finalização da tese, além da orientação desse trabalho.

À todas nossas famílias e amigos por darem o suporte necessário nos momentos difíceis durante a graduação.

À empresa na qual tivemos a oportunidade de realizar o estágio e por terem confiado em nós na implementação desse projeto e a todos colaboradores que direta ou indiretamente ajudaram nesse trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia e a Faculdade de Engenharia Mecânica pela oportunidade de realização do curso e pelo respeito a diversidade.

## Resumo

O trabalho aqui apresentado retrata a implementação de uma reestruturação do projeto de implementação da metodologia de manutenção autônoma em uma empresa das maiores empresas alimentícias da região do interior de Minas Gerais. Utilizando a filosofia da melhoria contínua, mais precisamente, dos preceitos do IWS – sistema produtivo adaptado do sistema Toyota para bens de serviço feito pela Procter and Gamble. O ponto de partida foi a implementação em módulo piloto com treinamento de toda a equipe operacional, mecânica e da liderança do grupo. A partir disso, desenvolveu-se ferramentas do AM e ocorreu a consolidação das contramedidas sugeridas pela equipe. Também, foram realizadas implementação de projetos macros ligados a toda a estratégia de manutenção PM. O foco deste trabalho está muito relacionado a transmissão de conhecimentos técnicos e desenvolvimento da equipe operacional que atua no dia-a-dia no maquinário. Desta forma, a implementação e evolução do sistema aconteceu, a partir de certo momento, por si só, como sugere os ideais de melhoria contínua. Como resultado, o objetivo de melhoria nos indicadores de performance de maquinário foi atingido, além ainda, do atingimento de diversas métricas ligadas a gestão a manutenção como um todo que foram o foco do trabalho.

**Palavras Chave:** *Manutenção Progressiva, Preditivas, Melhoria Contínua, Custos.*

## Abstract

The work presented here portrays the implementation of a restructuring of the project to implement the autonomous maintenance methodology in a company of the largest food companies in the region of the interior of Minas Gerais. Using the philosophy of continuous improvement, more precisely, the precepts of IWS - production system adapted from the Toyota system for service goods made by Procter and Gamble. The starting point was the implementation in a pilot module with training of the entire operational, mechanical and group leadership team. Based on this, AM tools were developed and the countermeasures suggested by the team were consolidated. Also, macro projects linked to the entire PM maintenance strategy were implemented. The focus of this work is closely related to the transmission of technical knowledge and the development of the operational team that works on a daily basis in machinery. In this way, the implementation and evolution of the system happened, from a certain moment, by itself, as suggested by the ideals of continuous improvement. As a result, the objective of improving the performance indicators of machinery was achieved, in addition to reaching several metrics related to management and maintenance as a whole, which were the focus of the work.

**Keywords:** *Progressive Maintenance, Predictive, Continuous Improvement, Costs.*

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

CL - Center Line: Linha de centro

CIL - Clean, Inspection and Lubrification

MP&S - Maintenance Planned & Scheduled

ERP - Enterprise Resource Planning

FMEA - Failure Modes and Effect Analysis

ISO - International Standard Organizational

MCC - Manutenção Centrada em NPSH

NPSH – Net Positive Suction Head

MTBF - Mean time between failure: Tempo médio entre falhas

MTTR - Mean time to repair: Tempo médio para reparo

OEE - Overall Equipment Effectiveness: Eficiência geral do equipamento

PAS - Public Available Specification

PMI - Project Management Institute

RAM - Reliability, Availability and Maintainability

RAV - Reposition Asset Value RCM

RCM - Reliability Centered Maintenance

ROI - Return of Investment

RONA - Return Of Net Asset

TOEE - Total Overall Equipment Effectiveness TPM

TPM - Total Productive Maintenance: Manutenção produtiva total

AM - Manutenção Autônoma;

PM - Manutenção Progressiva

OBZ - Orçamento Base Zero

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1. <i>Objetivo</i> .....	12
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1. <i>Conceitos Gerais ligados a manutenção</i> .....	12
2.2. <i>Manutenção autônoma e os 7 passos:</i> .....	15
2.3. <i>Conceitos Específicos</i> .....	19
2.4. <i>CBN e IWS</i> .....	19
2.5. <i>DMS e SWP</i> .....	22
2.6. <i>Ferramentas do IWS</i> .....	23
2.7. <i>Implementação do Passo 4 de AM</i> .....	25
2.8. <i>Manutenção Progressiva</i> .....	29
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>31</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
3.1. <i>A importância da manutenção preditiva:</i> .....	31
3.2. <i>Utilização de sistema de gestão de manutenção online:</i> .....	31
3.3. <i>A importância de Warehouse</i> .....	37
3.4. <i>Equipe de Sub-room e otimização de recursos:</i> .....	38
3.5. <i>Transferência de Conhecimento técnico para operadores mantenedores</i> .....	39
3.6. <i>A revisão de planos de manutenção</i> .....	41
3.7. <i>Estudo para modificação de componentes de manutenção</i> .....	41
3.8. <i>Desenvolvimento técnico de equipe</i> .....	43
3.9. <i>Engagement em cultura de custos com equipe operacional e técnica:</i> .....	44
3.10. <i>Repasse de custos ligados a peças com falhas de fabricação;</i> .....	45
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>47</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>61</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>63</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>



# CAPÍTULO I

## 1.1. Introdução

Neste trabalho serão abordados vários conceitos e resultados da implementação em conjunto dos pilares de manutenção autônoma e manutenção progressiva em uma indústria ligada à produção de itens derivados do tabaco. Estes pilares seguem a metodologia de IWS comprada pelo grupo global detentor da companhia em estudo e aplicado como piloto na unidade fabril de Uberlândia.

O pilar da Manutenção Autônoma tem como objetivo implementar a filosofia de zero defeitos sem intervenções externas. Na manutenção autônoma, o operador deixa de olhar apenas para os processos produtivos e se torna capaz de fazer intervenções. Esse conceito surge para dar maior autonomia para o operador junto ao equipamento, implementando uma cultura onde eles deixam de ser reativos e se tornam proativos, de forma a antecipar a falha, além de reduzir o tempo de máquina parada, aumentando sua disponibilidade.

A manutenção autônoma é de fundamental importância no atual ambiente baseado em alta performance e redução de custos. Outro ponto fundamental é lembrar que a disponibilidade de máquina, melhoria e garantia de performance são consequência de uma manutenção aplicada em dia e de maneira efetiva, realizada por uma equipe técnica bem qualificada, capaz de garantir realizações de tarefas complexas e de encontrar defeitos com antecedência a fim de anteceder falha.

Com a implementação da manutenção autônoma acredita-se que o operador desenvolva algumas habilidades como:

- Capacidade de análise e ação;
- Capacidade de cumprir normas para a manutenção (limpeza, inspeção e lubrificação);
- Capacidade em descobrir anomalias.

Após realizar a introdução do trabalho ligado a manutenção autônoma, é importante levantar os principais pontos relacionados à manutenção progressiva. O pilar da Manutenção

Progressiva permite atingir ótimas condições de equipamento e de processo de uma forma eficiente.

A manutenção progressiva como um todo prevê a implementação e desenvolvimento de boas práticas as quais garantem melhoras significativas em:

- Otimização de Custos atrelados à manutenção;
- Melhoria de performance de equipamento;
- Redução de impacto de quebras de componentes;
- Acuracidade de inventário;
- Desenvolvimento de metodologia de treinamento da equipe técnica;
- Aumento significativo em performance

Todo este trabalho tem forte exigência da indústria global devido a alta competitividade e a necessidade constante de reduções de custos a fim de garantia e entrega de produtos no tempo solicitado. Por fim, o trabalho temo como base referencial principal o “Guide de IWS” de Implementação da metodologia fornecido pela Consultoria internacional responsável pelo Projeto e também grandes autores de que suportam a metodologia do AM em contexto nacional e global como Alan Kardec, M. Belinelli, J. Fitch e Andréia Manfredini.

## **1.2. Objetivo**

### *1.2.1. Objetivo Principal:*

Desenvolver e otimizar todo o modelo de gestão da manutenção com a garantia do atendimento de todos objetivos secundários atrelados à performance de máquina ou a custos de manutenção na maior fábrica do grupo multinacional na região (LATAM South).

### *1.2.2. Objetivos Secundários:*

- Otimizar o Planned Downtime ligado à manutenção shutdown para manutenções mais pesadas;
- Redução do inventariado de sobressalentes a fim de garantir primordialmente itens de alto giro;
- Diminuir o custo de manutenção atrelado à produção dos itens;
- Identificar e solucionar falhas em estágio inicial;
- Eliminar paradas de produção por pequenas falhas;
- Elevar a disponibilidade dos equipamentos através de ajustes, limpezas e *set-ups* rápidos;

- Alavancar a performance do time de operação trabalhando em conjunto com a manutenção;
- Garantir a confiabilidade do equipamento, produto e processo de produção.

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Alguns conceitos e nomenclatura serão bastante citadas no decorrer desse projeto. Abaixo, estão relacionados conceitos gerais referentes ao estudo da lubrificação e também conceitos específicos do sistema de produção e manutenção que a empresa em específico segue como direcionamento de suas atividades. Esses conceitos formam a base para o início do projeto realizado.

#### **2.1. Os três tipos de manutenção clássica**

A manutenção clássica compreende três tipos de manutenção: Corretiva, Preventiva e Preditiva. Todas as três já estão consolidadas no meio industrial e possuem uma vasta base na literatura. Por conseguinte, far-se-á a apresentação de cada uma das estratégias.

##### *2.1.1. Manutenção corretiva*

Segundo Pinto e Xavier (2001), a Manutenção Corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. A manutenção corretiva será aquela realizada quando houver algum problema que impossibilite utilização normal do equipamento de forma parcial ou total. Sendo assim, será sempre uma manutenção tardia. A falha ou perda de desempenho ocorrerá e, só então, acontecerá a intervenção da equipe de manutenção.

Ainda que sejam gastos muitos recursos e capital intelectual para eliminar esse tipo de manutenção, não se pode prever com 100% de exatidão o momento em que uma quebra acontecerá, o que torna quase que impossível a não utilização desse tipo de manutenção.

### *2.1.2. Manutenção preventiva*

A Manutenção Preventiva é o conjunto de atividades realizadas em um equipamento com o objetivo de eliminar ou reduzir as probabilidades da mesma falhar. Xenos (2014), afirma que esta deve ser a principal atividade de manutenção de qualquer empresa, visto que é a responsável por diminuir a ocorrência de falhas, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir as paradas inesperadas na produção.

A manutenção preventiva é a manutenção diária (limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto) necessária para manter uma boa condição de operação e prever deterioração do equipamento. Este trabalho é feito através de um diagnóstico periódico das condições do equipamento, de forma a mensurar a deterioração do mesmo. (VENKATESH, 2009)

### *2.1.3. Manutenção preditiva*

A manutenção preditiva atua de forma a prever, através de inspeções ou diagnósticos, a vida útil de peças importantes de um processo e/ou equipamento; podendo assim prever, também, o limite de utilização desta peça. (VENKATESH, 2009; RIBEIRO, 2003).

Entende-se que há um monitoramento contínuo de alguma característica do equipamento em questão e que, os dados obtidos deste monitoramento sejam a base para decidir a parada para manutenção. (SLACK, 2009)

Segundo Ribeiro (2003), a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção, e se intensifica cada vez mais quando o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

## **2.1. Conceitos Gerais ligados à Manutenção**

Para melhor entendimento do estudo de caso, fez-se necessário uma pesquisa sobre o que o meio acadêmico e mercadológico aplica como estratégia de manutenção, sendo assim os próximos itens do capítulo trarão tais assuntos.

- Indicadores da manutenção

Como todo processo de melhoria, é necessário que os resultados dos investimentos em manutenção e a disponibilidade do equipamento possam ser mensurados e analisados. Para isso existem os chamados indicadores: Tempo Médio Entre Falhas (MTBF – Mean Time Between Failure) e Eficiência Global do Equipamento (OEE - Overall Equipment Effectiveness) são alguns exemplos.

- Padronização

Padrão é, conforme CAMPOS (1994, p.31), “Instrumento que indica a meta (fim) e os procedimentos (meios) para execução dos trabalhos, de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados de seu trabalho”.

- Confiabilidade

Probabilidade do equipamento submetido a determinadas condições, desempenhar as suas funções sem falhas durante um período de tempo especificado. Representada na manutenção pelo tempo médio entre falhas - MTBF.

$$1. \text{ MTBF} = \frac{\text{Somatório tempo entre falhas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de falhas}}$$

- Manutenibilidade

Probabilidade do retorno do equipamento a uma condição especificada em um determinado período de tempo, com o uso de recursos também definidos. Representado na manutenção pelo tempo médio para reparar - MTTR.

$$2. \text{ MTTR} = \frac{\text{Somatório tempo de recuperação das falhas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de falhas}}$$

- Anomalia

A anomalia é caracterizada pelos sintomas do equipamento ou componente que fogem da normalidade precedendo a falha. Compreendem em folga, sujeira, trepidação, estragos e anormalidades em geral como alterações de cor, pressão, corrente elétrica, ruído, vibração, etc. Como se observa, são sintomas identificados pelos cinco sentidos dos inspecionadores.

- Falha

É a diminuição parcial da capacidade de desempenho de um componente, equipamento ou sistema em atender a uma certa função durante um período de tempo estabelecido.

- Quebra

É a parada total de um equipamento ou componente, resultante de uma falha.

- Procedimento Operacional - PO

É um documento que demonstra as atividades desenvolvidas numa tarefa específica do processo.

- Manual de Treinamento - MT

É um documento padrão que serve de apoio ao treinamento da equipe na execução dos Procedimentos Operacionais. Esse padrão desdobra as atividades contidas no PO, explicando-as em como fazer e porquê fazer. Ainda aborda ações a serem tomadas mediante alguma circunstância inesperada, orientando o colaborador quanto a segurança no trabalho.

- Solicitação de Serviço - SS

É um documento padrão preenchido pela produção utilizado nos casos de Manutenção Corretiva.

- Criticidade do Equipamento

A criticidade de um equipamento pode ser determinada seguindo diversas linhas de raciocínio. Foi optado por variar o nível de criticidade de 1 (menos crítico) a 10 (mais crítico) em função da extensão do problema para a Empresa, devido a parada do equipamento ou instalação. Este indicador é definido pelo PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) ao ser cadastrado o equipamento no aplicativo.

- Prioridade Produtiva

O setor produtivo, através desse indicador, tem a possibilidade de manifestar o grau de necessidade no atendimento ao serviço solicitado. O indivíduo solicitante do setor produtivo, preferencialmente a chefia, define de 1 a 5 a prioridade produtiva. Esse índice é preenchido na Solicitação de Serviço, canalizando a informação à manutenção. Um equipamento pode ter normalmente uma prioridade produtiva baixa e, numa circunstância excepcional, receber uma prioridade elevada, por exemplo pela quebra de seu reserva. É um indicador que permite à produção manifestar a sua necessidade em relação ao equipamento ou instalação em função da situação atual do setor.

## **2.2. TPM – Total Productive Maintenance**

O termo em inglês Total Productive Maintenance (TPM) ou Manutenção Produtiva Total, é uma metodologia que surgiu no Japão e que logo se difundiu pelo ocidente, tendo como um de seus percussores o japonês Seiichi Nakajima. Nakajima acreditava que a melhor prevenção contra quebras e paradas de uma máquina estava nas mãos do próprio operador.

TPM é uma filosofia de melhoria contínua em que é criado um sentimento de “propriedade” nos operadores de cada máquina e também no pessoal da supervisão, tornando-os responsáveis pela manutenção dos equipamentos e operação. A implantação do TPM pode gerar benefícios consideráveis pelo aumento da produtividade dos equipamentos. Quanto maior for o grau de automação da fábrica, maior será a redução de custos provenientes da utilização do TPM (BERTAGLIA, 2005).

Essa metodologia tem como objetivo principal a eliminação de todas as perdas, e, por isso considera zero falha e zero avaria das máquinas, zero defeito nos produtos e zero perda nos processos.

Para a sustentabilidade da metodologia TPM, existem 8 pilares: Melhoria específica, Manutenção autônoma, Manutenção planejada, Treinamento e Educação, Controle inicial, Manutenção da qualidade, Administração e Segurança, Saúde e Meio Ambiente. 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.

### *2.3.1. Ferramentas do TPM*

Em sua essência o TPM requer um investimento na formação e no desenvolvimento do conhecimento das pessoas. Assim, a implementação desta metodologia dá-se com a adoção de diversas ferramentas.

Segundo Manfredini (2009), três ferramentas são fundamentais para o bom funcionamento:

- One Point Lesson (OPL): conhecida como Lição Ponto-a-Ponto ou Lição Pontual. Trata-se de uma importante ferramenta de caráter ilustrativo, que contribui para a transmissão de conhecimentos e estimula a auto-aprendizagem. Visa educar, treinar e capacitar as pessoas de modo rápido, claro e objetivo;
- Reuniões: nas reuniões da equipe são tratados assuntos de interesse geral, bem como avaliados os indicadores de desempenho, a padronização e comunicação entre diferentes equipes e turnos;
- Quadro de atividades: o quadro de atividades tem como objetivo promover de forma padronizada a comunicação entre as equipes. Consiste num local aberto, onde é exposta uma série de documentações, assim como: divisão de funções, gráficos de resultados, controles diários, eficiência global dos equipamentos, segurança e etc. O quadro de atividades é uma ferramenta de trabalho onde a equipe pode observar as prioridades, resultados, planos de ação e etc.

## **2.2. Manutenção Autônoma**

É fundamental para o processo de implementação da manutenção autônoma que haja o envolvimento de toda a equipe, não se concentrando apenas na liderança, mas que seja disseminado para toda a cadeia produtiva. Para que se dê início ao projeto é necessário que a gerência responsável faça uma reunião de ponto de partida para formalizar o começo da implantação, destacar as funções básicas da manutenção autônoma, o motivo de implantação e o papel de cada um dentro do novo sistema. Para a implantação da manutenção autônoma se faz necessário a nomeação de coachs, pessoas com alto conhecimento do assunto que trabalharão como facilitadores e disseminadores do projeto. Definidos os facilitadores é preciso iniciar um processo de treinamento do time voltado para as etapas de implantação da manutenção autônoma, treinamento este que se não for efetuado e as etapas não seguidas pode complicar o desenvolvimento do projeto.

Segundo Takahashi. (2010, p 242), "a falta de clareza em relação ao que precisa ser feito exatamente é o maior obstáculo à promoção da manutenção por iniciativa própria. Muitas vezes, as inspeções são realizadas sem o conhecimento adequado, ou a tabela de inspeção é usada apenas como formalidade. Os operários talvez saibam apenas apertar alguns botões, sem saberem nem como retirar uma tampa, sem nunca terem tocado em um dos componentes da máquina ou sem saberem o nome destes componentes. Eles agem como quem dirige um carro sem carteira de motorista."

Conforme a metodologia é preciso estabelecer o que é responsabilidade do departamento de produção e o que é responsabilidade do departamento de manutenção. É preciso uma distinção das atividades para uma forte cooperação entre eles. Para existir essa distinção de responsabilidades é preciso entender as falhas que normalmente ocorrem nos equipamentos. Frequentemente essas causas fundamentais estão relacionadas a alguns poucos tipos de anomalias:

- Sujeira, poeira, contaminação e acúmulo de resíduos em diversas partes do equipamento;
- Vazamento, deterioração e contaminação de lubrificantes ou deficiência na lubrificação;
- Folgas e vibrações excessivas;
- Erros de operação.

Entendidos os tipos de falhas mais comuns, possibilita que a equipe de frente que normalmente são operadores, assimile através de atividades de treinamento de tipos de falhas, tratativas e contramedidas, possam ter a noção de responsabilidade de relatar anomalias nos seus equipamentos de forma rápida, que possam realizar atividades de manutenção e correção de falhas para as quais tiveram treinamento. Além disso o time de



operação deve realizar as atividades de inspeções nos equipamentos, e participar de ações preventivas junto com o time de manutenção. Os operadores devem participar das atividades de manutenção preventiva, para conhecer melhor seus equipamentos e poderem futuramente executar atividades simples como troca de algumas peças.

#### **2.4. Etapas de Implantação da Manutenção Autônoma**

- **Passo 1: Limpeza e inspeção:**

O objetivo é garantir a condição de limpeza do equipamento para prevenir o seu desgaste prematuro, causado por resíduos e poeira, gerados pelo processo de produção ou pela parte externa do equipamento. A limpeza profunda deve possibilitar a identificação de defeitos para que posteriormente, estes venham a ser tratados pelo departamento de manutenção ou pelo próprio time de produção caso sejam atividades simples. Defeitos simples como um parafuso solto ou uma proteção trincada, devem vir à tona com o processo de limpeza aprofundada e uma inspeção detalhada.

Segundo Xenos. "...os operadores devem aprender, na prática, que limpar significa muito mais do que manter o equipamento brilhando e com boa aparência. O objetivo fundamental da limpeza inicial é incentivar os operadores a tocar, olhar e ouvir os equipamentos e se conscientizarem das anomalias, aprendendo a identificá-las. Nesta etapa a equipe de operadores deve aprender a sentir os equipamentos, desenvolver a capacidade de percepção quando algo estiver fora de condição normal, podendo assim detectar pequenos problemas e prevenir falhas futuras." (Xenor, 2014, p.268)

- **Passo 2: Identificação e tratamento de fontes de contaminação e áreas de difícil acesso:**

O segundo passo de implantação da manutenção autônoma visa eliminar as fontes de sujeira, e contaminação das máquinas, prevenindo as anomalias causadas por resíduos nos componentes dos maquinários. Nesta etapa se faz necessário a identificação de pontos de melhoria nos equipamentos, pontos que necessitem melhorar o acesso, a visibilidade e a monitoração pela equipe de operadores, isto com o intuito de ganhar tempo e assertividade na realização das atividades rotineiras. Podemos ver um exemplo de melhoria de limpeza.

- **Passo 3: Elaboração de padrões de limpeza inspeção e lubrificação:**

Nesse momento deve ser priorizado três pontos básicos: Limpeza, inspeção e lubrificação (CIL). Esta etapa busca padronizar e controlar as atividades básicas para evitar a deterioração das máquinas e equipamentos. Ocorre a elaboração de padrões de

procedimentos de inspeção, limpeza e lubrificação para entender e manter as condições de funcionamento básicas do equipamento para evitar a deterioração acelerada. Através do CIL pode-se criar as linhas de centro (CL) ferramenta para controle de ajustes e pontos de monitoramento dos equipamentos. Esses center lines (linhas de centro), são um controle visual que possibilitam a equipe operacional a monitorar e manter os equipamentos nas condições ideais de funcionamento.

Antes de passar para a próxima etapa seguinte, a equipe de facilitadores deverá verificar se os padrões elaborados contêm todas as informações necessárias, se são fáceis de entender e utilizar. Garantir que os operadores aprenderam que devem estabelecer e cumprir rigorosamente suas próprias rotinas de manutenção dos equipamentos. (XENOS, 2014 p 270)

- Passo 4: Inspeções gerais de equipamentos e processos

Esta etapa, o time operacional deve se habituar com as rotinas de inspeção, ter estabelecido as funções de cada componente da equipe, ter compreensão dos mecanismos dos equipamentos e saber como coletar e direcionar dados para a tratativa de falhas. Para o sucesso desta etapa os operários devem conhecer bem seus equipamentos, isso será possível através de treinamentos modulares do equipamento.

Segundo Takahashi. (2010, p.242), “os operários devem estudar os desenhos dos equipamentos que estão utilizando. Devem saber: (1) quais os nomes dos componentes e peças? (2) que funções tem ou executam? (3) que tipo de estruturas possuem? (4) o que acontece se uma falhar? (5) como as falhas podem ser detectadas? (6) o que deve ser feito em relação as falhas? (7) o que deve ser feito para evitar avarias? ”

Conforme mencionado por Takahashi (2010) o time de operadores deve saber o que fazer para manter seus equipamentos em perfeito funcionamento. Para isso se faz necessário o uso de ferramentas de treinamentos chamados lições de um ponto, são documentos com linguagem direta e simples que ensinam a equipe operacional a executar as atividades e rotinas diárias necessárias para garantir o bom funcionamento dos equipamentos.

- Passo 5: Promover a inspeção dos equipamentos

Nesta etapa ocorre a implantação de rotinas de inspeção, essas rotinas devem acontecer diariamente e seguindo as normas de execução trabalhadas nas lições de um ponto. Nesta etapa deve ser separada as atribuições de inspeção dos departamentos de manutenção e produção. Devem ser realizadas com um tempo de execução determinado, devem ser utilizadas métricas para realização evitando assim diferentes tipos de execuções, as ferramentas e manuais necessários devem estar acessíveis para a equipe operacional, e todas as pessoas devem estar treinadas em suas respectivas funções.

- **Passo 6: Padronização**

Esta etapa visa o melhor gerenciamento do local de trabalho. Para isso utiliza-se da padronização de ferramentas e processos, devem ser revisados os documentos de controle e inspeção e o local de trabalho. Esta etapa deve ser focada na gestão visual de informações, para facilitar a coleta de dados e a formulação de planos de ações efetivos. “As etapas de 1 a 5 enfatizaram atividades relativas à inspeção e a manutenção de condições básicas de equipamentos- inspeção, limpeza e lubrificação. Na etapa 6, a atuação dos operadores é ampliada, tornando o escopo da manutenção autônoma mais abrangente.” (Xenos, 2014 p274)

- **Passo 7: Consolidação**

Nesta etapa o departamento operacional continua a desenvolver suas habilidades de aquisição de conhecimento técnico e técnicas de reparos no maquinário, auxiliam na coleta de dados para trabalharem junto ao departamento de manutenção para proporem melhorias no processo e equipamentos. Ao finalizar a implantação da manutenção autônoma os operadores deverão ter pleno conhecimento de seus equipamentos e de suas responsabilidades para manter a integridade de suas máquinas.

Enfim, os objetivos só poderão ser alcançados seguindo correta as etapas de implementação das atividades correspondentes a cada passo. Sendo que, por fim, devem cumprir os requisitos exigidos pela auditoria da fase correspondente. Desta forma, o processo de implementação dos passos da manutenção autônoma providencia uma disciplinada abordagem no desenvolvimento de habilidades e sistemas de suporte diário de trabalho. Sendo estes realizados em blocos gerenciáveis e conforme a sequência determinada.

### **2.3. Conceitos Específicos**

A empresa em que o projeto foi implementado, baseia sua metodologia em um princípio direcionador chamado Compelling Business Need, o CBN, que, por sua vez, toma como alicerce a orientação do Integrated Working System (IWS).

### **2.4. CBN e IWS**

CBN consiste em uma representação visual dos objetivos da companhia para os seguintes 3 anos. Esse princípio centraliza os esforços em objetivos claros e bem

determinados. Isso se faz por meio de indicadores estratégicos que estão perfeitamente alinhados à visão do negócio. A exemplo desses indicadores, tem-se o foco voltado para eliminação total de acidentes, redução de reclamações do consumidor, crescimento em OEE e percentuais orçamentários.

IWS é um modelo de produção industrial pautado na melhoria contínua. Esse sistema produtivo visa desenvolver habilidades e comportamentos de seus envolvidos afins de entregar resultados superiores de forma sustentável. Esse sistema é uma tradução do Toyotismo para a indústria de bens de consumo desenvolvido pela Procter and Gamble e Enerst Young.

Deste modo, a Figura 2.1 relaciona as premissas do IWS.

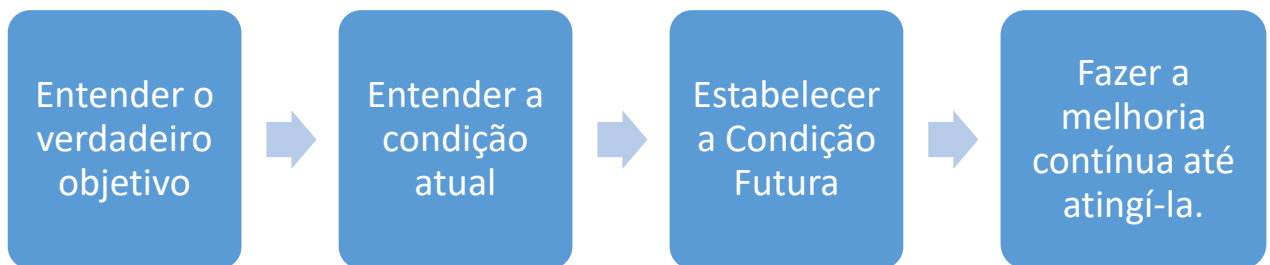


Figura 2.1 – Premissas do IWS

Assim, em suma, a Figura 2.2 mostra o que o IWS aplica.



Figura 2.2– Diretrizes do IWS

Como indicadores, tem-se os tradicionais indicadores de medidas de saída como eficiência, plano de produção e qualidade e também os indicadores do próprio IWS como medidas de processo, são eles: Stops que representa o número de paradas do equipamento, MTBF (Mean Time Between Failure) representa o tempo médio entre falhas e MTTR (Mean Time to Repair) que representa o tempo médio para reparo.

O IWS tem em sua composição duas principais estratégias: Análise de perdas e Pilares do IWS.

- **Análise de Perdas**

Dentro do sistema, tudo fora do ideal calculado é considerado perda do processo. Com isso, o objetivo a ser almejado pela companhia deve ser a situação de zero defeitos, zero desperdício, zero avarias, zero retrabalho, zero acidentes, zero paradas não planejadas.

- **Pilares do IWS**

Esse conceito diz respeito aos elementos estruturais que interagem entre si para criar as habilidades e comportamentos visados para melhoria.

A seguir, na Figura 2.3, será apresentada uma explicação breve de cada um dos pilares. Este projeto é relacionado majoritariamente ao pilar de Manutenção Autônoma, desta forma, esse pilar receberá um maior aprofundamento nos tópicos seguintes.

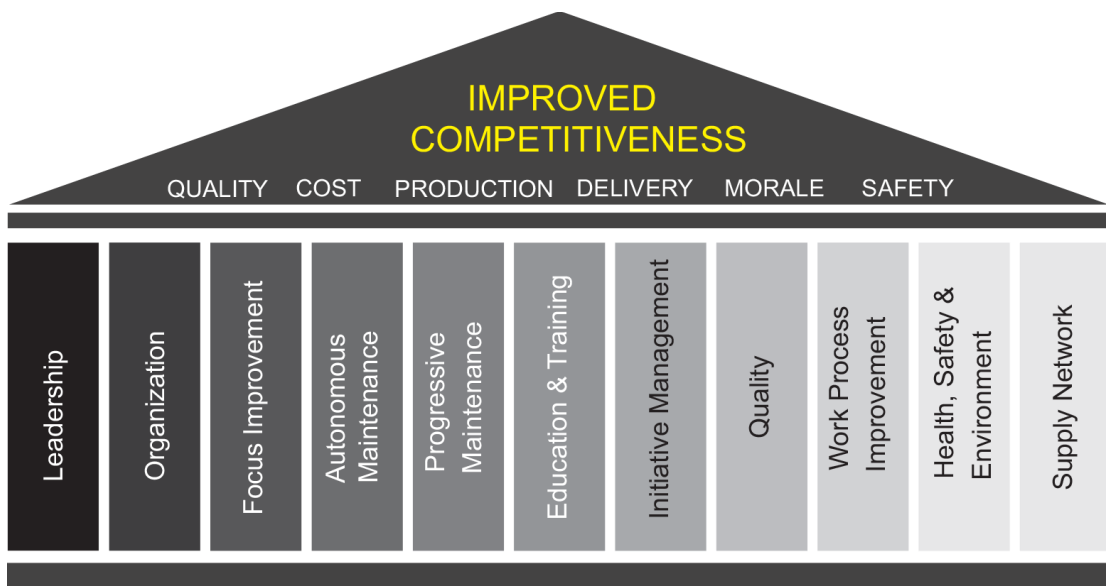


Figura 2.3– Pilares do IWS.

**A. Liderança - LDR:** Tem como objetivo adotar a organização das ferramentas necessárias para que os líderes a conduzam de maneira que esta apresente resultados de negócio superiores através da implementação da metodologia IWS.

**B. Organização – ORG:** O Pilar de Organização fornece ferramentas e capacidade que suportam a necessidade de negócio definida pelo pilar de liderança através do envolvimento de todos os colaboradores e da mentalidade de zero defeitos.

**C. Manutenção Autônoma – AM:** O Pilar da Manutenção Autônoma tem como objetivo implementar a filosofia de zero defeitos sem intervenções externas.

- D. Manutenção Progressiva – PM:** O Pilar da Manutenção Progressiva permite atingir ótimas condições de equipamento e de processo de uma forma eficiente.
- E. Melhoria Focada – FI:** O Pilar da Melhoria Focada consiste nas atividades e sistemas que maximizam a eficácia global dos equipamentos, processos e da organização através da eliminação de perdas e otimização de todas as medidas críticas da fábrica.
- F. Educação e Treinamento – E&T:** Educação e Treino visa capacitar e treinar para eliminar perdas no processo.
- G. Gerenciamento de Iniciativas – IM:** Gerenciamento de Iniciativas fornece sistemas para definir, desenhar e implementar projetos ao menor custo eliminando defeitos, perdas e retrabalho.
- H. Qualidade – Q:** O Pilar de Qualidade tem como objetivo desenvolver a capacidade de assegurar zero defeitos, zero incidentes de qualidade e todas as expectativas e requerimentos definidos pela empresa.
- I. Otimização de Processos de Trabalho – WPI:** Otimização de Processos de Trabalho tem como objetivo a melhoria e standardização de processos de maneira a aumentar a produtividade e reduzir custos.
- J. Saúde, Segurança e Meio Ambiente– EHS:** O Pilar de Saúde, Segurança e Ambiente mantém os sistemas que asseguram a segurança das pessoas, equipamento e ambiente com o objetivo de zero acidentes e incidentes.
- K. Rede de Suprimentos – SN:** O Pilar da Cadeia de Abastecimento visa a integração dos fornecedores e clientes de maneira a criar um sistema ótimo de inventário, planejamento e produção. O estado ideal deste pilar seria definido pela sua habilidade para preencher perfeitamente as necessidades de capacidade da cadeia de abastecimento.

## 2.5. DMS e SWP

DMS é a Daily Management System, em tradução, Sistema de Gerenciamento Diário. É responsável por assegurar comportamentos, manter padrões e melhorar indicadores de processo. São exemplos:

- CL (Centerline): Rotina de verificação de variáveis críticas para manter o ótimo ajuste, evitando quebras ou falhas de processo.
- CIL (Clean, Inspection & Lubrication): Rotina que tem como base atividades específicas como limpeza, inspeção e lubrificação.
- DH (Defect Handling): Rotina criada para buscar e solucionar condições desviadas do padrão na maquinária e no processo.
- IE (Incident Elimination): Rotina que identifica condições e comportamentos inseguros, adotando ações em consequência disso, para que seja evitado acidentes.

- BDE (Breakdown Elimination): Rotina que reduz as quebras e falhas do processo.
- Lubrication: Gestão visual e padrões para controlar e evitar falhas nas atividades relacionadas a lubrificação.
- CO (Change Over): Rotina utilizada para padronizar as mudanças de marca ou destino, mudança de formato e CIL.
- CM (Change Management): Administra o processo de mudanças e melhorias nos DMS para que aconteçam de maneira ordenada e assegura que as melhorias sejam padronizadas para tecnologias similares.
- MPS (Maintenance Planning & Scheduling): Rotina de administração de manutenção que maximiza a disponibilidade do equipamento, minimiza custos e elimina quebras.
- QA (Quality Assurance): É um rotina padrão de trabalho para eliminar incidentes de qualidade.

A Figura 2.4 a seguir, relaciona os DMS a seus pilares.

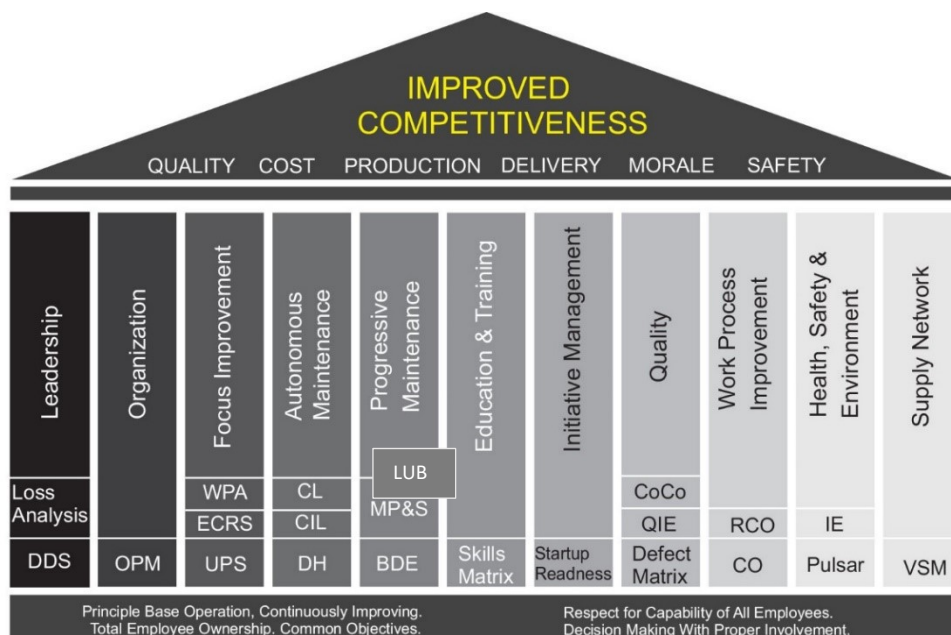


Figura 2.4 – DMS relacionados a seus Pilares.

Standard Work Process, SWP, é o Processo de Trabalho Padronizado, que consiste em ferramentas utilizadas para oferecer suporte à execução dos DMS's. Então, tem-se:

- **IPS:** Initial Problem Solving
- **UPS:** Unified Problem Solving
- **PM Card:** Management Card for Breakdown

## 2.6. Ferramentas do IWS

Para que seja efetivo, o IWS se utiliza de certas ferramentas que instruem, desenvolvem e permitem o fluxo de informações do time. O investimento da formação de pessoas é crucial para se chegar ao objetivo final e, neste caso, o custo de implementação dessas ferramentas é quase nulo.

**A. One Point Lesson (OPL):** Lição de um ponto, é a ferramenta destinada a instruir de forma simples e direta por meio da autoaprendizagem. É bastante ilustrativa e informa e capacita de forma ágil.

**B. Reuniões:** São extremamente importantes para a circulação da informação. Nelas são tratados indicadores, estratégias, planos, segurança e informativos. É principal interação da equipe. Assim, tem-se a Daily Direction Settings (DDS) que assegura que os DMS sejam executados, define ações e contramedidas para o dia e é considerada o coração do IWS. Além dela, ainda existem a Weekly Direction Settings e Monthly Direction Setting que olham para resultados consolidados semanais e mensais com o mesmo intuito de traçar medidas que reparem as dificuldades levantadas no período.

A figura 2.5 mostra uma representação esquemática de uma reunião de direcionamento diário.

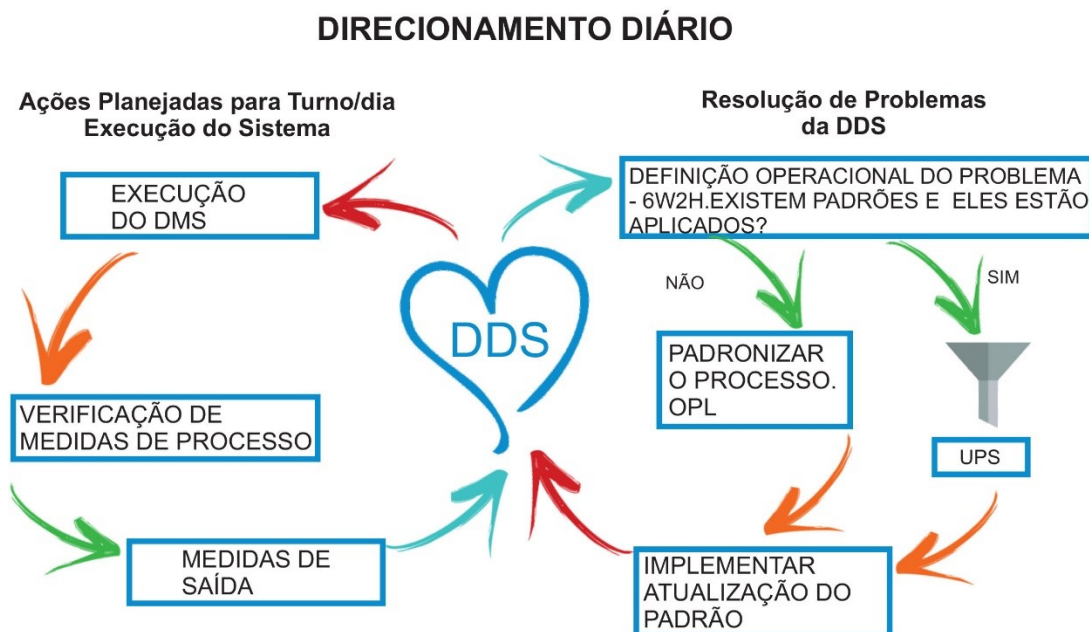


Figura 2.5 – Fluxo da DDS

**C. Quadro de Atividades:** Por meio dessa ferramenta acontece o fluxo de informações entre equipes. Assim, no quadro da DDS é mapeado os indicadores e direcionado contra-medidas para os que estiverem fora do target. Nos quadros de turno, ações e intervenções realizadas durante o turno são sinalizadas, bem como, atividades a serem



realizadas pela turma seguinte de operação. A figura 2.6 mostra um exemplo de quadro de atividades.

	segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	Principais Perdas
Segurança								
Qualidade								
DMS								
DMS								Plano de Ação do Dia
DMS								
DMS								
DMS								Atividades para Follow-up
Performance								
Volume								

Figura 2.6 – Quadro de Ações do dia da DDS e Quadro de Troca de Turno.

### 2.7. Implementação do Passo 4 de AM

O foco do AM no ambiente industrial é o de desenvolver a capacidade das pessoas responsáveis pela operação e manutenção das pessoas. O desenvolvimento está previsto em melhorar as habilidades da equipe em:

- Identificação de defeitos;
- Correção de defeitos;
- Setar padrões para condições apropriadas de funcionamento;
- Manutenção das condições apropriadas de funcionamento do equipamento.

Outro foco do AM é eliminar a deterioração forçada do equipamento que pode ser consequência de uma de uma fonte de contaminação ou relacionada a algum ajuste fora do padrão. Para isso o AM investe no desenvolvimento de ferramentas de conhecimento para toda a equipe.

Um item fundamental na implementação do Manutenção autônoma em uma fábrica de alta performance é a consolidação e implementação do Passo 4 do AM.

O Passo 4 do AM tem como visão que os” times de linha operem as máquinas com zero defeitos e com o mínimo de intervenção corretiva possível”. Com o passo 4 implementado espera-se como principal resultado uma redução no número de paradas de máquina, redução do Unplanned Downtime e aumento do MTBF.

Adentrando um pouco mais a metodologia do TPM, verifica-se que cada fase do projeto é responsável por algum ganho.

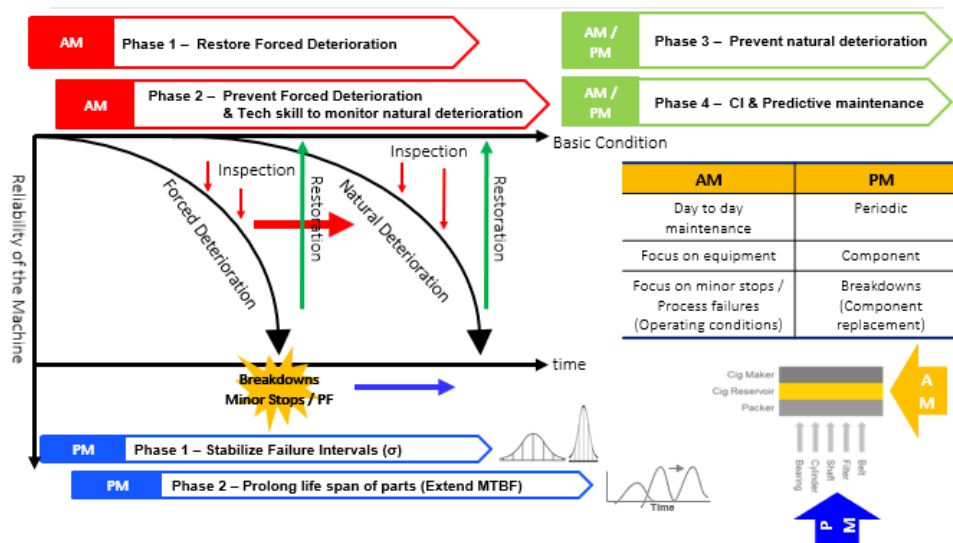


Figura 2.7 – Gráfico mostrando comportamento de máquina e comparando AM com PM.

Como pode ser observado no gráfico da Figura 2.7 que mostra a confiabilidade da máquina (disponibilidade da máquina ao longo do tempo) versus o tempo. Neste gráfico é possível identificar os focos de cada fase do processo de AM.

**Fase 1:** Restaurar condições de máquina fora de condição devido a deterioração forçada;

**Fase 2:** Prevenção de deteriorações forçadas e treinamento para desenvolvimento de habilidades técnicas e capacitação no monitoramento deterioração naturais;

**Fase 3:** Criação de estratégias para prevenção de deterioração forçada.

**Fase 4:** Implementação de manutenção preditiva e estratégias de controle de pontos ótimos de atuação da máquina.

Outro ponto bastante explorado são os focos de cada um dos pilares dentro da TPM. O pilar de AM (Autonomous Maintenance): foco na manutenção do equipamento, diário e principalmente focado na estruturação e redução do número de pequenas paradas e falhas de processo. Priorizando em estabelecer condições de operações adequadas para otimização do processo com base em C.L (estabelecimento de ponto ótimo de operação da máquina) e C.I.L (Foco na manutenção de frequência baixa ligado a limpeza, inspeção e lubrificação).

Já o pilar de PM (Progressive Maintenance): foco na manutenção periódica (baseada em horímetro com frequência mínima de 720 horas que tem como foco a análise de quebras a nível de componente com isso consegue garantir uma otimização de recursos e uma redução de custos. O principal resultado da implementação estável do pilar de PM é na redução no número de quebras em produção e de redução no custo de manutenção.

Para o pilar de PM, a fase 1 está relacionado a estabilização do tempo de impacto de falhas. Para esta fase é necessário realizar um trabalho de transferência de conhecimento do

Pilar de PM para o Pilar de AM. Este item será detalhado mais a frente neste estudo por sua importância no desenvolvimento de habilidades técnicas para a equipe de AM.

A fase 2 de PM está ligada a extensão da vida útil dos componentes mecânicos relacionados a planos de manutenção. Esta fase é atrelada a utilização de softwares de gerenciamento de manutenção e de estatística a fim de otimização da substituição de peças e a otimização do processo.

Como mostrado na Figura 2.8, as 7 fases do AM são:

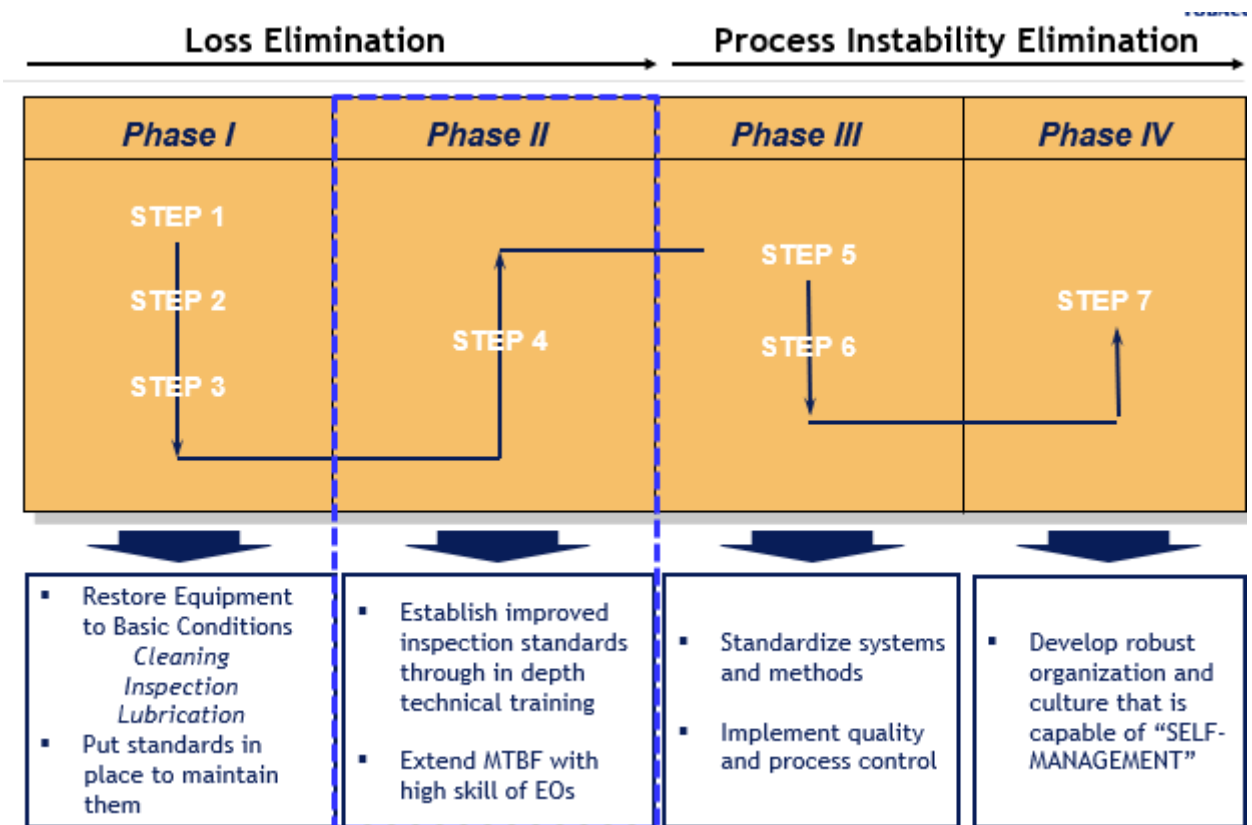


Figura 2.8 – Detalhamento de cada fase de implementação do projeto

A fase 4 do AM, precede as fases relacionadas ao restabelecimento de condições básica dos equipamentos e ao a criação de standards/padrão de limpeza, inspeção e lubrificação. Além a criação de standards de manutenção preventiva.

Estas fases são de fundamental importância para criar alicerces para as fases posteriores do AM. Principalmente aos objetivos da fase 4 do AM ligados a estabelecimento de padrões melhorados de manutenção que ocorre através de um treinamento.

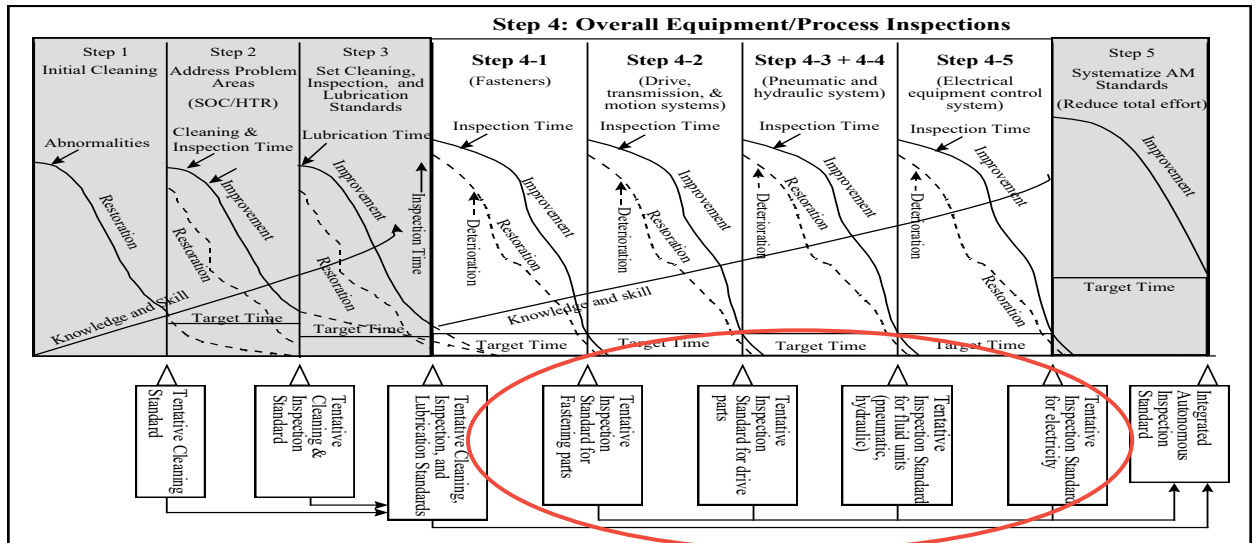


Figura 2.9 – Tendência de comportamento de máquina com foco no Step 4 do AM

O gráfico da Figura 2.9 mostra as prioridades de cada passo do AM. Inicialmente pode-se verificar que os passos de 1 a 3 estão extremamente ligados para a limpeza inicial e ao estabelecimento de padrões de limpeza, lubrificação, inspeção e manutenção. Pode-se verificar que o intuito dos passos 1 a 3 é de restaurar as condições ideais das máquinas e eliminar o deterioramento forçado do equipamento desenvolvendo processos de manutenções básicas.

Já o passo 4, tem como foco o desenvolvimento de conhecimento e processos de padrões de inspeção em nível de componente para cada peça da máquina. Isso quer dizer que o operador mantenedor terá conhecimento e ferramentas para tratar as perdas relacionadas a equipamentos de maneira mais específica possível.

Isso só é possível após a diminuição drástica do número de pequenas paradas, quebras, falhas de processo e defeito de qualidade pois é possível o operador dedicar mais tempo ao desenvolvimento e estudo de estratégias para em nível de componente no equipamento. A Figura 2.10 mostra os sete passos para implementação da Manutenção Autônoma.

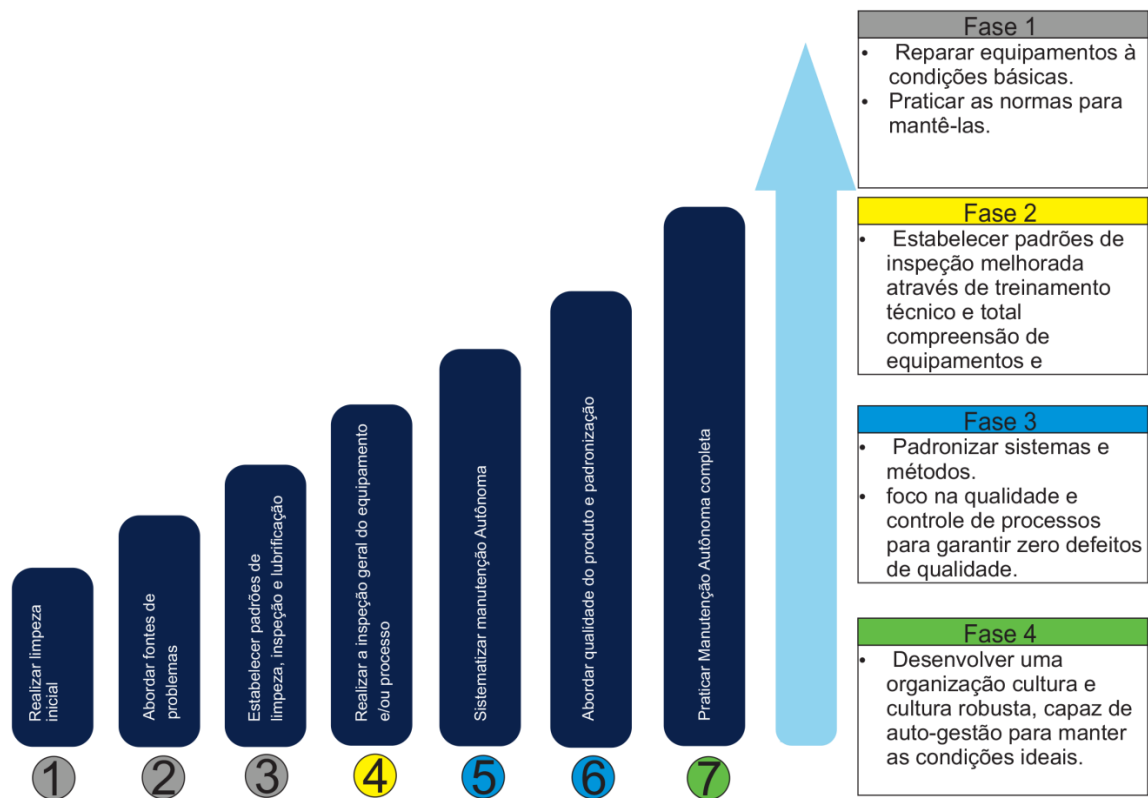


Figura 2.10 – Sete passos para implementação da Manutenção Autônoma.

## 2.8. Manutenção Progressiva

A Manutenção Progressiva é a atividade responsável por construir e melhorar continuamente a manutenção. Para a implementação do pilar de Manutenção Progressiva, assim como nos outros pilares, tem-se os passos a serem seguidos:

**1º Passo:** O foco do primeiro passo é definir os objetivos da manutenção, identificar quais são os equipamentos prioritários e construir planos para desenvolver a capacidade de eliminação de perdas e entregar o que foi desenhado como CBN da empresa.

**2º Passo:** No segundo passo, há a restauração das condições básicas dos equipamentos, ou seja, trazê-los de volta a sua condição ótima de funcionamento. Além disso, o planejamento e programação da manutenção já deve estar sendo utilizado. Também, é necessário que o time operacional já esteja executando tarefas de manutenção no dia-a-dia. Nesse ponto também inicia-se as análises das quebras ocorridas. Com base nessas ações, desenvolve-se o custo efetivo de sistemas TBM (Time Based Maintenance) e PdM (Predictive Maintenance).

**3º Passo:** No terceiro passo há a implementação de gestão da manutenção e almoxarifado no sistema computacional de gestão da empresa. Além disso, nesse momento já se tem uma boa coleta e análise de dados de manutenção e o TBM já está bem incorporado. Há a

definição da frequência MTBM (Mean Time Between Maintenance), reduz-se o MTTR (Mean Time To Repair) e custos de manutenção.

**4º Passo:** No quarto passo, há a criação de um sistema ainda melhor de planejamento e programação da manutenção, otimiza-se os padrões de manutenção e continua a entrega do CBN. Também consegue-se reduzir o tempo de parada de máquina devido a aumento da eficiência da manutenção além de reduzir ainda mais os custos relacionados as atividades.

**5º Passo:** No quinto passo, é possível aumentar o volume de produção uma vez que os intervalos de manutenção são mais espaçados. Não se tem mais manutenções desnecessárias associadas ao TBM que gera uma maior redução de custos.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. A importância da manutenção preditiva:

A manutenção preditiva tem tido um aumento exponencial no seu uso. Isso devido às grandes necessidades de prevermos quebras com maior precisão e minimização de custos relacionados com manutenção.

Atualmente a fábrica utiliza:

- Termografia;
- Vibração;
- Ultrassom;
- Análise de óleo.

Cada uma destas técnicas fornece uma grande precisão e segurança para garantir a realizações de atividades de manutenção com o risco.

#### A implementação das técnicas preditivas nas fabricas:

Funções, responsabilidades e processos de trabalho são implementados para economizar a Manutenção Baseada em Tempo "em cima dos custos de manutenção", introduzindo tecnologias de diagnóstico de equipamentos Baseados em Condições. É criado um processo de trabalho que possui recursos para avaliar técnicas, determinar aplicativos adequados que reduzem o custo de manutenção, treinar os usuários das tecnologias e implementar sistemas de gerenciamento diários para reduzir os custos de manutenção usando as tecnologias de diagnóstico.

Com isso é possível estender ao máximo a vida útil de diversos componentes girantes, componentes eletrônicos suscetíveis a aquecimento.

- 1) As tecnologias de diagnóstico são divididas em duas tecnologias:
- 2) Ferramentas básicas de diagnóstico usadas pelas equipes operacionais

Diagnósticos de precisão que exigem desenvolvimento profundo de habilidades para realizar leituras e analisar dados

O uso do diagnóstico de equipamentos e a habilidade de análise desempenham um papel importante nesta etapa. Os recursos devem ser enviados às escolas técnicas para

aprender como alavancar o diagnóstico do equipamento de maneira a reduzir os custos de manutenção e o tempo de inatividade do equipamento devido à Manutenção Preventiva.

A análise de vibração é uma habilidade de diagnóstico essencial que precisa ser desenvolvida juntamente com a termografia e os testes ultrassônicos.

As tecnologias de diagnóstico de equipamento são usadas para garantir a qualidade do produto, monitorando as condições do equipamento e prevendo situações de baixa qualidade.

A equipe de preditiva está na governança do PCM e é composta por técnicos de coleta e um analista responsável pela análise termográfica. É muito importante o trabalho em conjunto de ambos já que o técnico coletor da preditiva consegue ver em campo alguns fatores que podem influenciar no estudo da parâmetros de vibração.

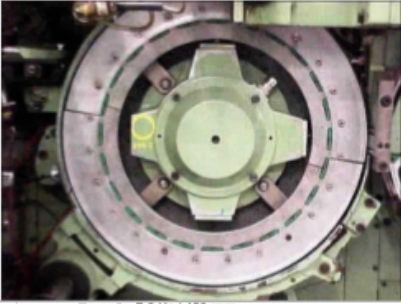
A frequência desta técnica é bimensal para relatório geral do módulo, na qual há coleta de todos os conjuntos pegos pela preditiva. Porém para a análise preditiva de ventiladores a frequência é reduzida para quinzenal devido ao conjunto apresentar uma curva de falha com possibilidade de quebra rápida.

**Relatório Expert**

Filtro: Ordem de árvore (+) 1

Local	ENCARTEIRAMENTO\GDX500 - SD521 GDX500 - 502 M5B		
Equipamento	4a Roda FABRICA CARTEIRA	Fixa	
Abrev.	4aRoda		
Nº de série	110493		
Modelo			
Periodicidade	Normal 60	Alarme 15	

Conselho anterior	Cond.	Rotação
30/08/2019 10:11:52	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
02/09/2019 09:43:47	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
18/06/2019 14:28:37	ACETAVEL	CdP 7.5 Hz 450 rpm
26/04/2019 15:13:05	CRITICO	CdP 7.5 Hz 450 rpm
20/02/2019 10:22:47	CRITICO	CdP 7.5 Hz 450 rpm
17/10/2018 13:37:15	CRITICO	CdP 7.5 Hz 450 rpm



Data: 15/10/2019 15:26:58

Condição: CdP

**CRITICO**  
Os níveis de vibração podem causar uma quebra inesperada!

Rotação: 7.5 Hz / 450 rpm  
Autor: Gleidee  
Coletor: FALCON - 11309  
Sensor:  
Conector:

**Diagnóstico e Recomendações** Planilha de Parâmetros

**Diagnóstico**  
Folga  
O conjunto apresentando elevados níveis de vibração com característica de folga

Ordem 1002020427 com nota 1000730938

**Recomendações**  
Folga  
Substituir os rolamentos item: 41 e os roletes item: 51 da TAV-05.21XA68.04.01. São os rolamentos e roletes do braço.  
Substituir os rolamentos 71905 C/P4 item: 20 do eixo da cremalheira. TAV-07.21XA95.01.01  
Substituir o rolamento do agulha que vão no núcleo da roda, itens: 64 - TAV-07.21XA95.01.01  
Conferir se há desgaste nas cremalheiras e guias do núcleo.  
Lubrificar núcleo da roda.

Código do rolamento item: 41 da TAV-05.21XA68.04.01-2508102005 -80008533 - 3Pça  
Código dos roletes item: 51 da TAV-05.21XA68.04.01-2508301013 -80000607 - 2Pça  
Código do rolamento item: 20 da TAV-07.21XA95.01.01- 2508199113 -85501582 - 1Par  
Código do rolamento item: 64 da TAV-07.21XA95.01.01- 2509202011 -80000657 - 1Pq

Ordem 1002020427 com nota 1000730938

Figura 3.1 – Exemplo de tela fornecida por software de preditiva para análise de vibração no qual grupo foi condenado e houve necessidade de manutenção de área.



Local	ENCARTEIRAMENTO\GDX500 - SD52\		Fixa
Equipamento	GDX500 - 502 M5B		
	1o Empurr de Cigarros		
Abrev.	FABRICA CARTEIRA		
Nº de série	110493		
Modelo			
Periodicidade	Normal 60	Alarme 15	

Conselho anterior	Cond.	Rotação
30/08/2015 12:36:33	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
01/08/2015 16:13:06	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
18/06/2015 15:38:39	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
26/04/2015 15:20:59	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
20/02/2015 13:07:21	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm
17/10/2018 15:25:23	BOM	CdP 7.5 Hz 450 rpm

Data	15/10/2019 16:37:26	<b>CRITICO</b>	Rotação 7.5 Hz / 450 rpm
Condição	Os níveis de vibração podem causar uma quebra inesperada!		Autor Gledes
	CdP		Coletor FALCON - 11309
			Sensor
			Conector

Diagnóstico e Recomendações	Planilha de Parâmetros
<p><b>Diagnóstico</b></p> <p><b>Batimento</b></p> <p>O conjunto apresentando elevados níveis de vibração com característica de batimento nos roletes e junta lamelar</p> <p>Ordem 1002020424 com nota 1000730935</p> <p><b>Recomendações</b></p> <p><b>Batimento</b></p> <p>Substituir os roletes do braço item:3 - TAV-02.21XA25.01.01          Código dos roletes: 8000607 - 2Pçs          Substituir os rolamentos de apoio do braço item: 23 TAV-02.21XA18.01.01          Código do rolamento:89526532 ou 89535216 - 1Par</p> <p>Conferir aperto dos parafusos das juntas lamelares</p> <p>Ordem 1002020424 com nota 1000730935</p>	

1\* empurrador de cigarro TAV - 02.21XA18.01.01.jpg

Figura 3.2 – Exemplo de tela fornecida por software de preditiva para análise de vibração no qual grupo foi sinalizado como em bom estado e sem necessidade de atuação para recuperação da área.

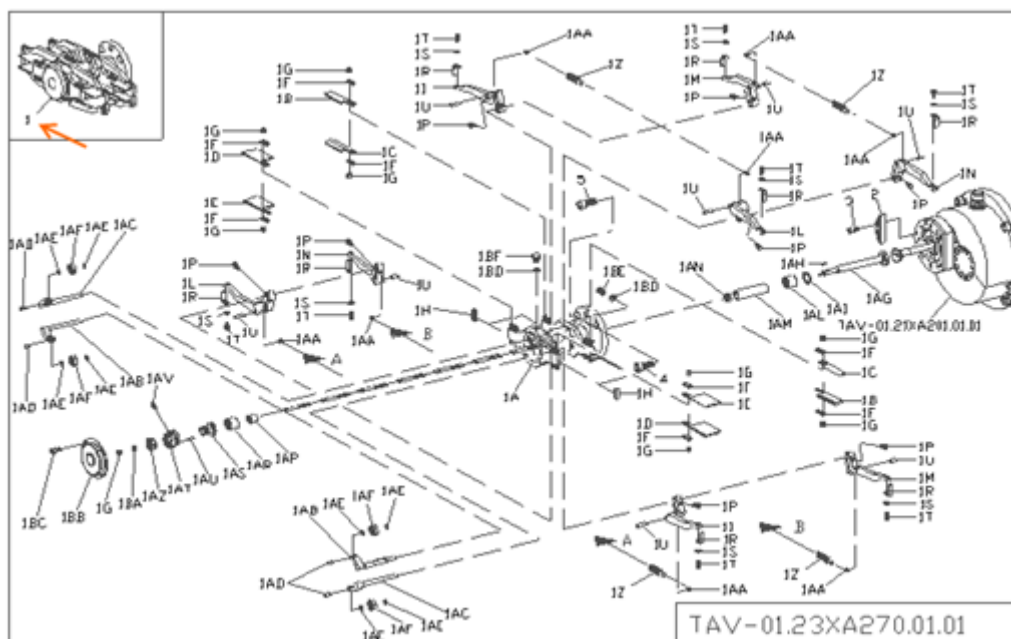


Figura 3.3 – Imagem a qual mostra a vista explodida do grupo e na qual é possível avaliar quais os componentes girantes e que podem ser avaliados via manutenção preditiva.

Sobre o detalhamento técnico do procedimento de termografia é feita a partir de um técnico eletrônico com treinamento termográfico e que tenha um conhecimento de eletroeletrônica aplicado a fim de conseguir interpretar bem os resultados obtidos a partir do retorno de dados coletados.

A coleta de dados é feita em conjunto com uma câmera termográfica e de um termômetro laser no qual é possível avaliar a diferença de temperatura de componentes aos quais passam a corrente elétrica e conseqüentemente sofrem aumento de temperatura. Caso o componente esteja comparativamente em alarme no Termovisor, indica uma possível falha. A qual pode ser resolvida com a substituição de plugs/fusíveis/diodos etc., reaperto de bornes, inspeção quanto a carbonização, entre outras diversas atuações elétricas cabíveis.

Como todo procedimento preditivo é de grande importância um grande conhecimento técnico e teórico a fim de um entendimento pleno da possível falha. E por isso mesmo o técnico após a coleta de campo deve se direcionar ao laboratório eletrônico a fim de finalização da análise. Atualmente na unidade fabril temos 10 técnicos treinados em procedimentos de coleta e análise termográfica.

As falhas captadas pela inspeção termográfica conseguem eliminar quebras com MTTR médio de 80 minutos.

**8. RESPONSÁVEL PELA TERMOGRAFIA**

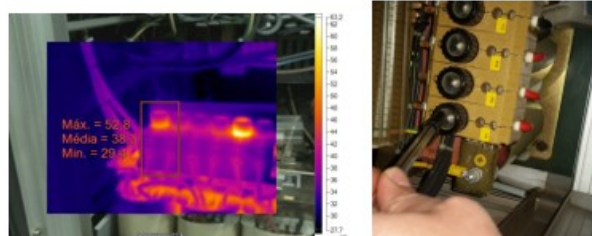
NOME: JOSE ROBERTO  
MATRICULA: 71423643

<b>SOUZA CRUZ / UBERLANDIA</b>		<b>SETOR:</b> SMD	<b>ORDEM:</b> 1001477383
<b>MOD. / LINHA:</b>	<b>CONJUNTO PACKER</b>	<b>TAG:</b> 10031078	<b>DATA:</b> 06/09/18
<b>CELULA:</b>	2A	<b>EQUIP.:</b>	PAINEL ELETRICO PACKER

**9. Equipamento**

**EQUIPAMENTO:** Termovisor Fluke TIS55

**10. INSPEÇÃO**



**11. DESCRIÇÃO DA ANORMALIA / OBSERVAÇÕES**

Local: Painel Elétrico  
Componente: Trafo T3  
Termografia: Aquecimento moderado no receptáculo do fusível F67  
Recomendação: Retirar fusível checar se ha alguma carbonização e reapertalo bem.

Figura 3.4 – Exemplo de coleta e análise termográfica para avaliação preditiva de componentes eletrônicos

### Manutenção preditiva baseada em ultrassom

A preditiva por ultrassom permite localizar eventual vazamento em tubulações que transportam fluidos compressíveis (ar comprimido, gás, vapor) ou incompressíveis (líquidos em geral), em locais que permitam aproximação do instrumento portátil com a fonte do defeito ou falha (não subterrânea), identificando falhas ou defeitos que emitem sons característicos relevantes (não aplicável a merejamento ou gotejamento). Também permite também inspeção em sistemas elétricos cujas falhas ou defeitos emitem sons característicos relevantes (exemplo de aplicação em inspeção de isoladores em redes elétricas ou terminais elétricos), devido passagem de massa entre as partes com carga elétrica viva e diferença de potencial elétrico relevante, por consequente falha de isolamento elétrico e ou de fixação mecânica.

Na fábrica, a técnica é muito utilizada para verificar eventuais vazamentos em mangueiras de ar comprimido, conexões pneumáticas e eletroválvulas. A frequência desta técnica é de semestral.


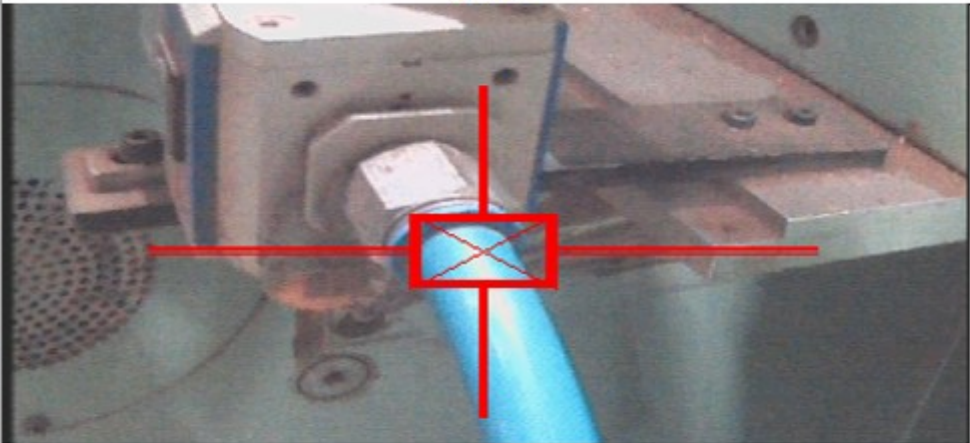
Souza Cruz SMD	Ultra-som	
SD 52	Vazamento de Ar Comprimido	
GD 121		
		
<b>#003 42.8dB G:086 29/04/19 09:47</b>		
SETOR	celula 2B	
EQUIPAMENTO	GD 121	
DIAGNÓSTICO	Vazamento conexao engate rapido parte trazeira maquina	
RECOMENDAÇÃO	programar manutencao para trocar componente	
NOTA Z4	1001811014	
DATA	5/6/2019	

Figura 3.5 – Exemplo de coleta e análise ultrassom a fim de avaliar eventuais vazamentos em conexões pneumáticas.

### 3.2. Utilização de sistema de gestão de manutenção online:

A fábrica também trabalha com uma ferramenta muito poderosa no auxílio da manutenção. A ferramenta é o SAP módulo de PM e tem grande usabilidade para a equipe de PCM (Planejamento e Controle de manutenção) no planejamento e na definição de estratégias de manutenção que tem como função de maximizar performance e reduzir custos.

Para conseguir atingir os targets estipulados e verificar os resultados da mudança de cultura que a Manutenção autônoma propicia é necessário garantir dois itens:

- Desenvolvimento de técnicos de produção com habilidades aprimoradas;
- Estabelecimento de condições adequadas dos equipamentos;

Estes dois tópicos estão totalmente relacionados, já que para conseguir garantir máquinas operando de maneira própria e em condição básica é necessário de técnicos de produção altamente capacitados para identificar os defeitos e auxiliar no planejamento das atividades.

E como um dos focos da manutenção autônoma com o desenvolvimento de equipe e estabelecimento de máquina está a eliminação da deterioração forçada de componentes mecânicos. Com isso os itens que sofrem desgaste mecânico ou tem algum risco de falha, podem ser facilmente mapeados em planos de manutenção que serão programados automaticamente no sistema.

A eliminação de deteriorações forçadas em componentes mecânicos está muito a um pilar do AM que não será tão detalhado neste estudo, mas é de suma importância no atingimento geral de resultados.

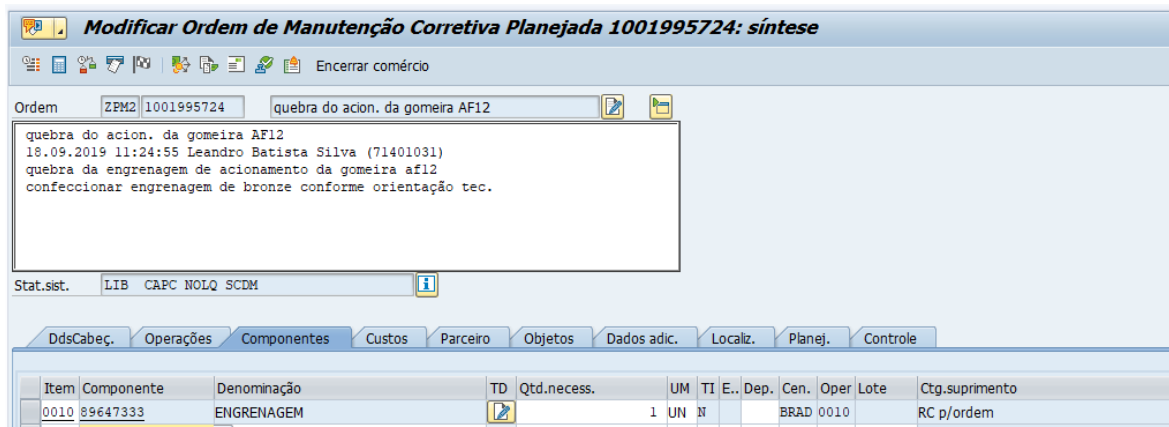


Figura 3.6 – Exemplo de criação de nota de manutenção corretiva para sinalização de quebra e retirada de componente no estoque.

O SAP é um sistema de Gestão Empresarial (ERP) que traz as melhores práticas do mercado para empresas de diferentes seguimentos, com a intenção de melhorar a eficiência do controle e gerenciamento das informações e dados das companhias.

A solução se adapta às necessidades de cada cliente devido aos diferentes módulos que incorporam o sistema SAP, auxiliando a organização como um todo. Esses módulos correspondem a cada departamento da empresa, como vendas, estoque, entre outros.

O módulo SAP PM (Plant Maintenance) faz o gerenciamento de todas as atividades de manutenção em uma organização. Na prática, estamos falando sobre o conjunto de atividades-chave que incluem inspeção, notificações, manutenção corretiva e preventiva, reparos e outras medidas para manter um sistema técnico ideal.

O módulo que é de grande utilização pela equipe de técnicos de manutenção mecânica e eletrônica que utilizam para realizar solicitações e notificações de eventuais falhas. Além de ser a ferramenta core de trabalho da equipe de PCM para realizar o planejamento e o controle da manutenção.

### **3.3. A importância de Warehouse**

Warehouse, popularmente conhecido como Almojarifado é de fundamental importância na manutenção autônoma no intuito de garantir as peças necessárias para realização de manutenção e conservação das máquinas.

Warehouse trabalha com diversas métricas, porém a mais fundamental, é justamente o valor do Inventariado que será apresentado posteriormente sua evolução. Outras métricas como utilização e compra de ordens planejadas dentro do prazo de 90 dias, reabertura de ordens para inserção de componentes são diariamente discutidas nas reuniões de avaliação de dados.

Uma ferramenta que acabou auxiliando fortemente esta integração de recursos entre o consumo de peças da manutenção e a gestão destes consumíveis foi o SAP que acabou agilizando e otimizando o fornecimento de dados como quantidade de segurança, leadtime de entrega e com alguns fornecedores que também utilizam o mesmo sistema foi possível já começar a realizar pedidos automáticos de maneira autônoma quando é visto uma baixa no estoque do produto.

É de suma a definição de objetivos para melhoria da gestão do estoque e da redução do volume desta importância estoque a fim da companhia poder direcionar recursos da melhor maneira. Um exemplo é que quando temos peças caras paradas com baixa rotatividade, considera-se que tem um recurso financeiro parado que poderia estar sendo investido de uma melhor maneira.

Por isso é importante a revisão frequente de consumo de peças a fim de garantir uma verificação de oportunidades. Principalmente ligado a componentes de áreas ou máquinas que possam ter sofrido modificações ou trocas e que na teoria não utilizamos mais os componentes.

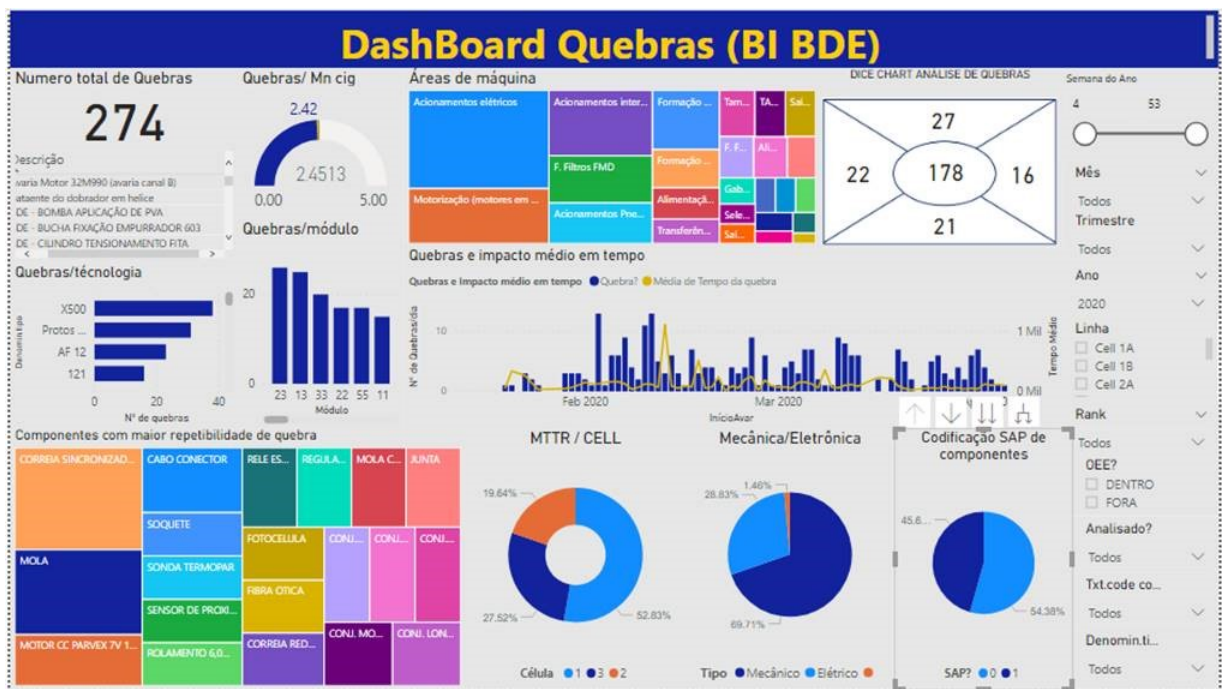


Figura 3.7 – Exemplo de dashboard em plataforma POWER BI que utiliza interface com plataforma SAP para analisarmos histórico de consumo.

### 3.4. Equipe de Sub-room e otimização de recursos:

Um ponto fundamental na otimização das atividades realizadas pela equipe é direcionarmos equipes que serão responsáveis por realizações de tarefas “core”, focadas e direcionadas aos objetivos da equipe. Com esta mentalidade foi criado uma equipe responsável pela manutenção e recuperação de grupos com alta complexidade de operação.

Para isto foi realizado um trabalho de divisão dos principais grupos nos quais ocorreriam uma grande complexidade de recuperação, um tempo alto para substituição de itens danificados e grupos os quais continham itens que não era facilmente encontrados no mercado local.

O trabalho da equipe de Sub-conjunto traz grandes ganhos em performance e principalmente em desenvolvimento de novos mecânicos que ao longo de sua trajetória na oficina irão se aprofundar em conhecimentos de partes internas de maquinário e mecanismos ligados a cinemática da máquina.





Figura 3.8 – Engrenagens de latão desgastadas confeccionadas sob pedido para atendimento urgente pela equipe de Sub-room.



Figura 3.9 – Acionamento interno de grupo onde está localizados as engrenagens.

### **3.5. Transferência de Conhecimento técnico para operadores mantenedores**

As empresas possuem algumas atividades básicas, para que seus equipamentos ou máquinas, operem sem problemas isto depende das atividades que levam ao produto desejado. Essas atividades básicas que a metodologia traz de mudança para os operadores é de maior dedicação por parte deles quanto a; limpeza, lubrificação e eliminação de vibrações para evitar a deterioração dos equipamentos, além de relatar possíveis anomalias e assumir a responsabilidade da operação correta dos equipamentos, conforme condições e procedimentos padrões determinado pela organização.

Já o papel principal das equipes de manutenções é treinar os operadores nas ações preventivas, incentivar o interesse dos operadores por atividades relacionadas a manutenção,

e compartilhar conhecimentos para analisar as principais causas de falhas nos equipamentos. Por isso com a implantação da manutenção autônoma, o aumento da carga de trabalho das equipes de manutenções é bastante significativo.

**Lição de Um Ponto**

CPL Nº 14


Local: CÉLULAS 2 & 6



Autor: Carlos Eduardo Santos Data: 11/9/2019



Assunto: Solicitação apoio eletrônico intervenção aquecedores laterais C900

Conhecimento Básico  Solução de Problemas  Realização de Melhorias

Qualquer intervenção a ser feita nos aquecedores laterais C900, que houver necessidade de retirado dos cabos resistência e termopares, deve ser solicitado o apoio do eletrônico para que seja garantido a correta instalação e fixação da parte eletrônica.



Toda etiqueta não resolvida relacionada a equipamento gera uma nota.  
Atenção no correto preenchimento centro de trabalho, responsável a executar a tarefa

Figura 3.10 – Material para repasse de instrução e conhecimento técnico focado na equipe de operadores de máquina.

### 3.8. Redução de custos de manutenção.

Um item que é atualmente é muito trabalhado em empresas globais é a diminuição de custos. Na indústria adotada como estudo foco foi possível notar que grandes partes dos custos operacionais chamados de OPEX estão relacionados exclusivamente à gastos de manutenção e pagamentos de salários e encargos a equipes operacionais e técnicas.

Como o salário e encargos de equipe são considerados custos fixos, um dos focos nos projetos de redução de custos são os gastos relacionados a manutenção.

Para este ponto, são trabalhados em diversas estratégias a fim conseguir resultado. São elas:



- Revisão de planos de manutenção e de PCI.
- Estudo para modificação de componentes de manutenção;
- Desenvolvimento técnico de equipe;
- Engagement em cultura de custos com equipe operacional e técnica;
- Repasse de custos ligados a peças com falhas de fabricação;

### **3.6. A revisão de planos de manutenção**

Consiste em uma avaliação técnica com a equipe de AM a fim de encontrar oportunidades para redução de custos. Para este ponto é muito trabalhado migração de planos para planos de troca na qual será possível realizar uma inspeção baseada em métrica e com isso conseguir maximizar a vida útil de itens de rolagem e itens que sofrem desgaste.

Um exemplo aplicado a este item é os planos de troca de escovas de motores CC. Escovas são itens considerados de manutenção e que ao longo do tempo vão sofrendo um desgaste severo de acordo com quanto a máquina roda. Porém, uma identificação da equipe de linha mostrou que estes mesmos itens estavam sendo substituídos bem antes do fim da vida útil do componente pelo plano de substituição preventiva baseado em horímetro. Para este em específico foi adotado uma estratégia de inspeção baseada na literatura técnica de motores C.C. e baseado em conhecimento prático da equipe. Atualmente foi conseguido uma economia de quase 6k mensais com a estratégia adotada sem grandes impactos a perdas por produção.

Outro item trabalho na revisão geral de planos de manutenção é a utilização de softwares que baseados em histórico de consumo de peças e estatísticas profundas embarcadas consegue disponibilizar a melhor estratégia de manutenção associada ao menor impacto em custo. Para este item está sendo conduzido um piloto no SD41 no qual será possível comparar o atual plano com o plano sugerido e com isso conseguir integrar e agregar planos de manutenção baseados em consumos específicos.

A revisão de planos baseadas em software de consumo é uma tendência para indústria 4.0 e está sendo implementada em indústrias de bens de consumo em massa como uma estratégia de ganho a curto prazo. Esta estratégia é considerada uma das mais importantes estratégias traçadas para melhoria de gestão da manutenção e custos.

### **3.7. Estudo para modificação de componentes de manutenção**

Para alguns componentes que tínhamos um histórico de troca constante de componentes foi feito um trabalho com auxílio do OEM, que é o responsável pelo projeto do maquinário utilizado na indústria estudada para avaliação de oportunidades ligadas a melhoria

no material utilizado em peças que enxergávamos que tínhamos um alto desgaste e conseqüentemente uma demanda alta de substituição.

Para estes pontos foram levantadas as peças com maior histórico de consumo e também que apresentavam um valor para compra relativamente alto. Com isso optamos na melhoria de material de 3 itens. O exemplo a ser apresentado será do Setor de aspiração de Selos.

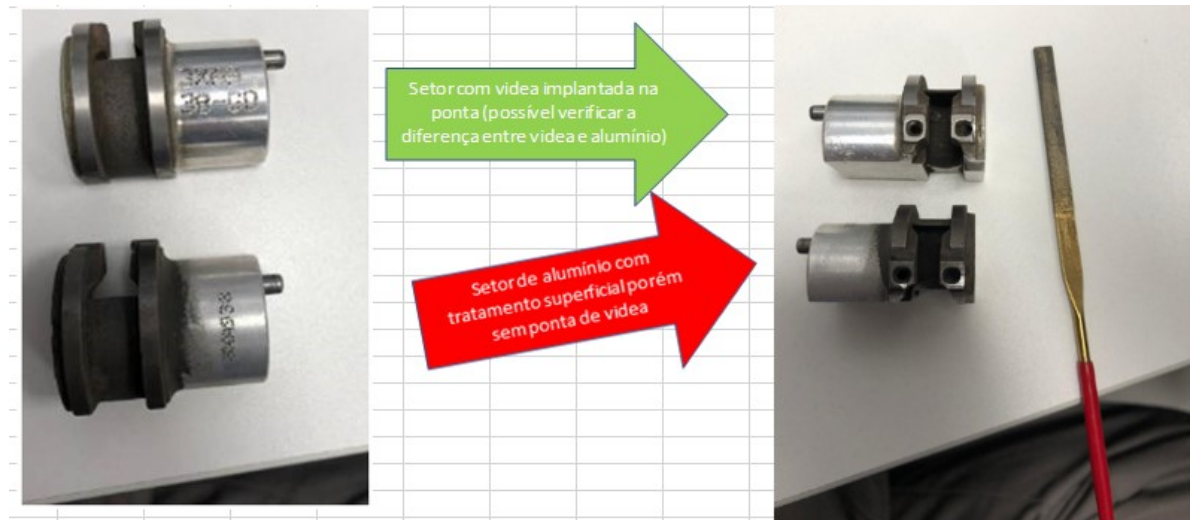


Figura 3.11 – Amostra de componentes que foram solicitados melhorias na fabricação a fim aumento de vida útil

Este item em específico é responsável pela entrega do selo no produto acabado e atua em um ciclo de 500 rotações/minuto, além de estar em contato com o papel de selo que acaba sendo um material que acaba contribuindo para o desgaste prematuro do material.

No passado o próprio OEM fornecia esta peça a ponta que entra em contato de um material de VIDEA com uma maior dureza característica. Por algumas questões ligadas a dificuldade na garantia da fixação deste ponto de um material diferente, o fabricante acabou alterando o material para alumínio.

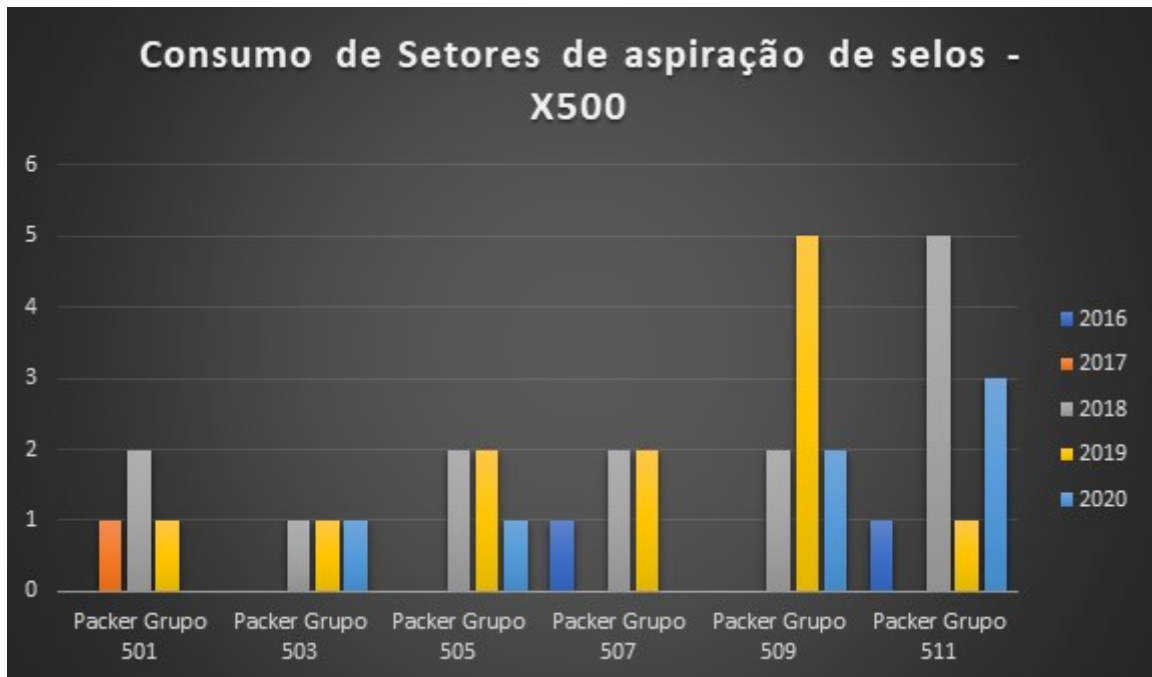


Figura 3.12 – Histórico de consumo estratificado por módulo onde está sendo utilizado determinado componente

Data da nota	Hora	Centro	Tp.	Notificador	Nota	Ordem	Descrição	Denominação	Centro custo
25.05.2020	20:05:23	BRAD	Z2	BRUNO	1000819083	1002297295	Substituir Setorzinho de Selo x505	Packer Grupo 511	BRMA1D3H02
04.03.2020	12:18:58	BRAD	Z2	GABRIEL	1000786820	1002202404	trocar setor selo e raspador gomeira sel		BRMA1D3H02
04.03.2020	12:18:58	BRAD	Z2	GABRIEL	1000786810		trocar setor selo e raspador gomeira sel		BRMA1D3H02

Figura 3.13 – Histórico de consumo via SAP estratificado se a substituição foi corretiva ou planejada.

Com isso, tivemos um grande impacto em tempos de paradas de máquina e também em custo devido as trocas consecutivas de um item com preço alto. Em conversa com a equipe técnica da fábrica e do fabricante, retornamos à utilização da videa na ponta e a modificação da fixação da ponta a fim de estar otimizando o processo do fabricante. Para atender as especificações do fabricante o valor da peça foi alterado para R\$ 12.500,00 aproximadamente, mas tivemos um ganho 2.5x em durabilidade como pode ser feito a comparação quando analisamos a Packer Grupo 506.

Isso representou um grande ganho em tempos de máquina parada já que cada troca demorava em torno de 90 minutos e também em custos e foi fruto de indicações que saíram da parte técnica que trabalha com o maquinário.

### 3.8. Desenvolvimento técnico de equipe

Para desenvolvimento das equipes técnicas é de fundamental importância ressaltar a necessidade de um processo contínuo de treinamentos das equipes técnicas e também de

mapeamento dos principais gaps. E para isso estamos utilizando um ferramenta chamada step up card de cada funcionário a fim de mapeamento destas oportunidades.

A partir da avaliação de conhecimento técnico da equipe é possível traçar um cronograma de treinamento focando nas principais deficiências da equipe e que trarão retorno para a companhia.

### 3.9. Engagement em cultura de custos com equipe operacional e técnica

Uns principais outputs do DMS construído do zero e que foi de grande importância na consolidação e redução dos custos gerais da fábrica foi o desenvolvimento de uma cultura de custos com todos os membros da fábrica. Trazendo um sentimento de donos e “ownership” a todos os funcionários. Esta melhoria foi fruto a um forte trabalho da liderança em conjunto com as equipes técnicas e a introdução de vouchers como forma de aprofundar a verificação da necessidade de substituição do componente.

DMS Cost

**Voucher de Compras e Retirada de Peças**  
(Sobressalantes & Uso e Consumo)

Requisitante:

Matrícula:

Setor: 1º

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Tipo de solicitação:

ZPM1 - Quebra (BDE)

ZPM3 - PCI

ZPM4 - Preditiva

ZPM6 - Subconjuntos

ZPM2 - Defeito (DU)

ZPM5 - Peças

Uso e Consumo

2. Preencher informações destacadas em cinza em caso de peças de sobressalantes

*Em caso de peças de sobressalantes:		*Uso em caso de material de uso e consumo:	
Ordem	Impacto da despesa	Centro de Custo	Conta Contábil
	<input type="checkbox"/> Segurança <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Performance		
Favor responder as perguntas abaixo:			
1. Qual o custo total dessa despesa ?	R\$	Resposta	
2. Existe saldo disponível no orçamento do módulo? Qual o valor em R\$?			
3. Qual ferramenta de análise foi utilizada para justificar a despesa? (Ex.: IPS, WPA, UPS)			
4. Existe padrões de CL, CL e MP&S para a área impactada?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
5. Qual contramedida sugerida para evitar essa despesa ?			

FLUXO DE APROVAÇÃO OBRIGATÓRIO

<b>Categorização de peças (Manutenção)</b> (A) > R\$300,00 (B) Menor que R\$300	<b>Assinaturas Obrigatórias</b> Líder de Manutenção + Gestor da área Líder de Manutenção
ASSINATURAS DOS RESPONSÁVEIS COM CARIMBO	
1º Líder de Manutenção*	2º Gestor da Área

\*Exceções:  
 1 - Em caso de Máquina Parada, o Requisitante deverá descrever no verso o trata "Máquina Parada" e justificativa no campo motivo de despesa. Posteriormente a Administração providenciar as devidas aprovações.  
 2 - Para as retiradas durante o 3º Turno (NPT) ou Feriados/Final de Semana (Técnicos Produção) a mesma deverá ser pedida para os respectivos responsáveis, para posteriormente providenciar as aprovações.

Figura 3.14 – Voucher para retirada de peças do Almoarifado

### 3.10. Repasse de custos ligados a peças com falhas de fabricação;

Este item em específico está ligado fortemente a um trabalho investigativo em campo a fim de tentar levantar trocas indevidas de componentes ligados a falhas de fabricação da peça.



Figura 3.15 – Grupos a serem avaliados quanto a durabilidade e defeitos de fabricação

Como exemplo utilizaremos o do conjunto do “tambor de facas” de uma máquina, responsável pelo corte de uma parte do produto final. A mesma veio a falhar no dia 02/04/2020, na qual foi necessário substituir o tambor em decorrência de má formação de ponteira. Foi verificado que uma das facas havia quebrado com o aparecimento de uma trinca no meio do componente com pode ser visto nas imagens.



Figura 3.16 – Grupo de “tambor de facas” detectado baixa durabilidade de componente.

Porém com ajuda da equipe técnica foi realizado um teste para medir a resistência a impacto das facas por queda livre (drop weight). Com isso foi possível verificar de maneira rudimentar a tenacidade das facas com 3 modelos a prova, seguem os modelos:

1. Lote RO – modelo antigo espelhado que atende as expectativas;

2. Lote B3 – 4502299356 – modelo antigo com aparência fosca que não atende as expectativas;
3. Lote 4503213062 – modelo novo de teste com aparência fosca que não atende as expectativas.



Figura 3.17 – Os três lotes de facas estudados e analisados para comprovação de falha de fabricação e ressarcimento posterior.

A partir de um teste para tentar avaliar a resistência a impacto das facas solta elas em queda livre a uma mesma altura e com a mesma posição. Com isso foi possível constatar que dois lotes desta faca apresentavam falha na fabricação já que os mesmos quebravam no final do teste. Já o terceiro lote, mesmo com o uso das facas acabou na danificando depois do ensaio, o que comprova a qualidade deste lote em relação aos demais.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vários pontos foram levantados como oportunidades em todo o projeto de implementação da manutenção autônoma. Com isso podemos levantar diversos indicadores que com a implementação do sistema integrado gestão da manutenção autônoma pode estar sendo evidenciado para reporte da evolução dos indicadores. Como exemplos podemos pegar indicadores de produtividade, fluxo de gestão e ideias, atendimento de produção ao planejado (S&OP), Atendimento as manutenções planejadas, custos atrelados a Manutenção e performance de máquina.

Com o intuito de realizar o aprofundamento serão apresentados os resultados de acompanhamento para os seguintes indicadores:

- Ganhos em indicadores atrelados a AM:
  1. Análise de Performance em Módulo Piloto da implementação do AM avaliando o OEE;
  2. Análise de Impacto de Quebras, avaliando no contexto do OEE geral e proporcional a quantidade de produto final produzido;
- Ganhos em indicadores atrelados a PM:
  3. Análise de Custo total de Manutenção (Mecânica / Eletrônica);
  4. Custo de Inventariado Total da Operação;

#### 4.1.Ganhos em indicadores atrelados a AM:

O primeiro item a ser avaliado é a evolução nos indicadores atrelados a performance de máquina com a implementação da manutenção autônoma. Como introduzidos e apresentados anteriormente os principais indicadores para medição da performance de máquina são OEE e MTBF.

O OEE é um indicador recomendado para avaliação de performance de máquina já que é possível mensurar a capacidade de produção ideal do equipamento.

Seguindo a metodologia de gestão integrada utilizada pela empresa, foi feita uma estratificação das principais perdas ao resultado do OEE estão divididas em perdas por:

- Parada Planejada;
- Parada Não Planejada;
- Estragos (referentes a expurgos por falhas de qualidade);
- Perdas por redução de velocidade.

Quando é feita uma análise aprofundada das perdas, compreende-se que as paradas planejadas e perdas por redução de velocidade são impactos calculados e desejáveis a fim de minimizar os impactos ligados a estragos e paradas não planejadas.

Por isso, todas as estratégias de manutenção na qual são sinalizadas necessidades de limpeza de equipamento, troca de componentes, lubrificação de partes móveis ou inspeção de itens que podem sofrer eventuais desgastes são englobadas nas paradas planejadas. As atividades realizadas dentro das paradas planejadas devem ser todas quantificadas em termos de tempo e especificadas utilizando P.O.P's (Procedimento Operacionais Padrão).

Além disso é de suma importância estar garantindo o constante treinamento das equipes técnicas e operacionais envolvidas nestas atividades a fim de desenvolvimento e criação de oportunidades. Já que a partir desta evolução será possível obter paradas planejadas mais rápidas e que impactaram menos o resultado de OEE.

Outra atividade que acaba impactando as paradas planejadas são os setups de equipamento no qual são realizados alguns procedimentos no maquinário a fim de estar produzindo outro SKU com o maquinário. Para este ponto existem algumas oportunidades ligadas ao planejamento prévio do Setup e utilização POKA-YOKE que consiste em um dispositivo à prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos. É de extrema importância garantir estratégias para otimização das trocas de setup a fim tornar possível um maior aproveitamento do maquinário disponível.

Sobre as paradas por redução de velocidade (Rate Loss), podem ocorrer devido a uma perda na capacidade de performar da máquina devido a algum defeito de equipamento ou ligado a uma estratégia de estar reduzindo a velocidade da máquina a fim de estar mapeando oportunidades e defeitos para serem trabalhados em uma parada planejada.

Já as perdas por paradas não planejadas e perdas por estrago são perdas que são indesejadas e que normalmente apresentam um impacto muito maior devido a falta de mapeamento prévio de como estas perdas ocorrem e com agir de maneira rápida a fim de estar evitando a reincidência.

A parada não planejada pode ser dividida em três categorias, sendo elas:

- Quebras: Paradas não planejadas na qual ocorreu a substituição de algum componente;
- Pequenas Paradas: Paradas com duração menor de 10 minutos na qual não ocorreu troca de componente, comumente associada a falhas de limpeza;
- Falhas de Processo: Paradas com duração maior de 10 minutos na qual não ocorreu troca de componente, comumente associada a desvios de ajustes ou falhas de lubrificação.



No geral estas perdas, encontram-se necessários os aprofundamentos a fim de estarmos encontrando a causa- raiz do problema. Para isto é muito comum a utilização de ferramentas de análise de causa raiz como 5 porquês, 6W2H e Ishikawa a fim de garantir o entendimento real da causa das falhas do equipamento ou de conhecimento da equipe e com isso a implementação de contramedidas.

A última perda está atrelada as perdas ligadas a estragos produzidos por máquinas. Estas perdas além de gerarem uma redução de Performance, elas impactam em custos já que toda a matéria prima ligada a produção terá que ser descartada. Para esta perda também é de suma importância que seja feito um aprofundamento na análise a fim de entendimento das reais causas do problema.

A ferramenta utilizada para estratificação do resultado performático do OEE é comumente chamada de “Loss Tree”. O principal intuito é que a partir da consolidação de dados de paradas de máquina seja possível entendermos onde estão localizadas as principais paradas de máquina e como elas estão distribuídas.

A partir disso, é possível em reuniões matinais, chamadas de DDS, garantir o direcionamento das ações que entregaram melhores resultados as perdas.

Segue abaixo o recorte do campo da ferramenta de Loss Tree utilizadas para análise de OEE:

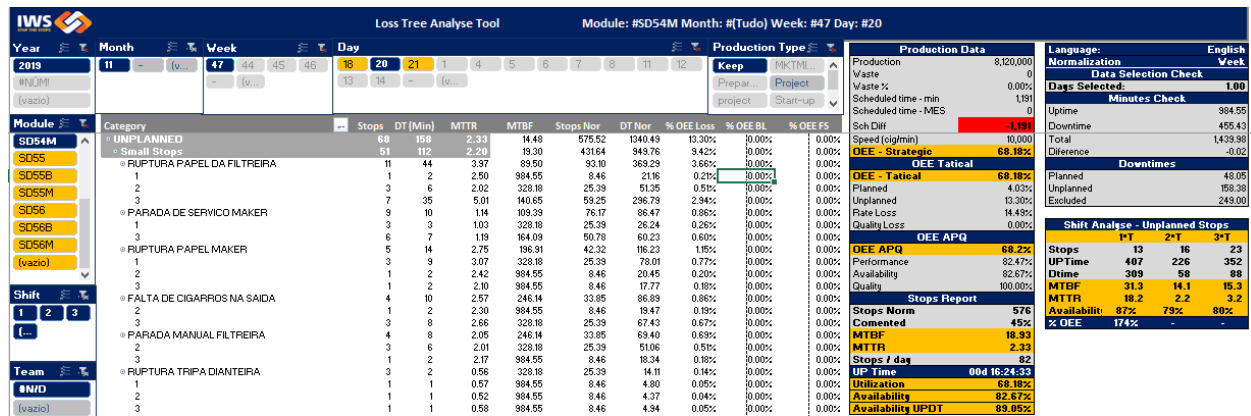


Figura 4.1 – Ferramenta de “Loss Tree”/ Árvore de Perdas que fornecem a principais áreas com falhas da máquina.

Nela, é possível verificar as principais paradas por máquina que geram um direcionamento do local da máquina no qual é necessário ter um entendimento da causa dos problemas. Além disso a ferramenta fornece informações de Produções reais, planejadas, velocidade média do equipamento, Acuracidade de dados, tendência de paradas diárias.

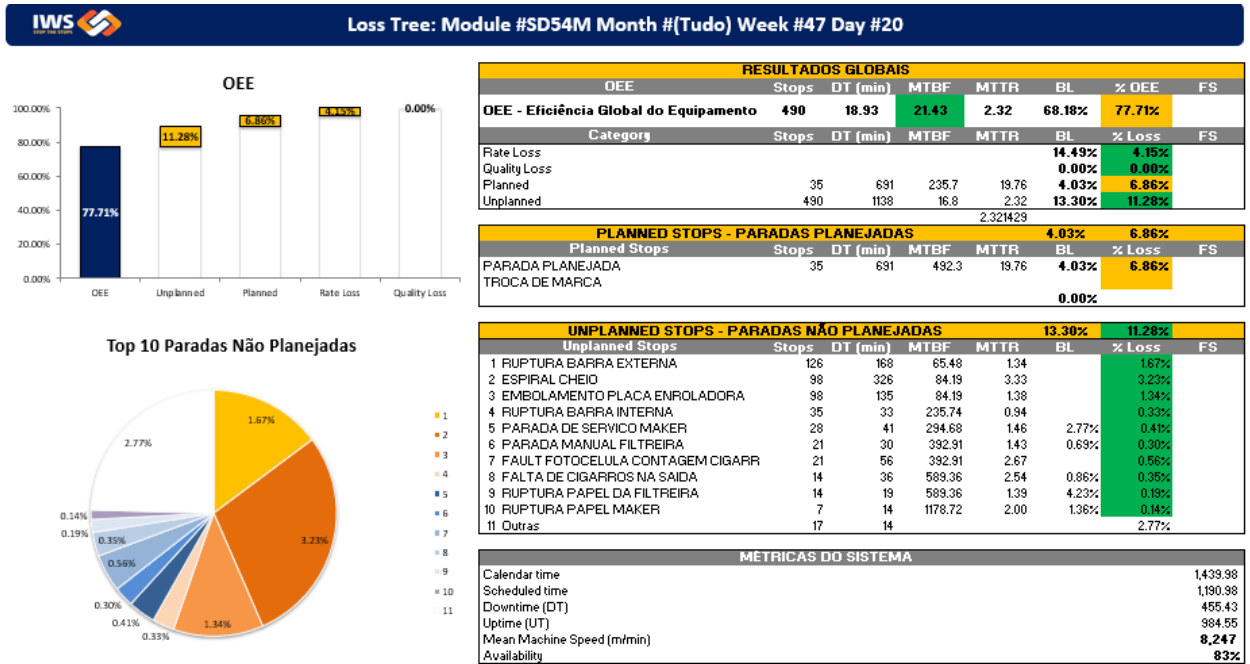


Figura 4.2 – Ferramenta de “Loss Tree”/ Árvore de Perdas que fornecem a principais áreas com falhas da máquina. Neste caso vemos a estratificação das top 10 perdas em gráfico de pizza e em cascata a divisão da performance da máquina.

A partir das estratificação do OEE como é sinalizado no gráfico na parte superior é possível entender o comportamento do maquinário e verificar se estamos tendo um grande impacto em paradas não planejadas ou se é necessário focar em otimização e priorização das atividades planejadas.

O gráfico em amostra na parte inferior já nos sinaliza as principais paradas não planejadas atreladas ao equipamento e quantifica o impacto no periodo analisado a partir disso é possível entender qual deve ser o foco das perdas da máquina.

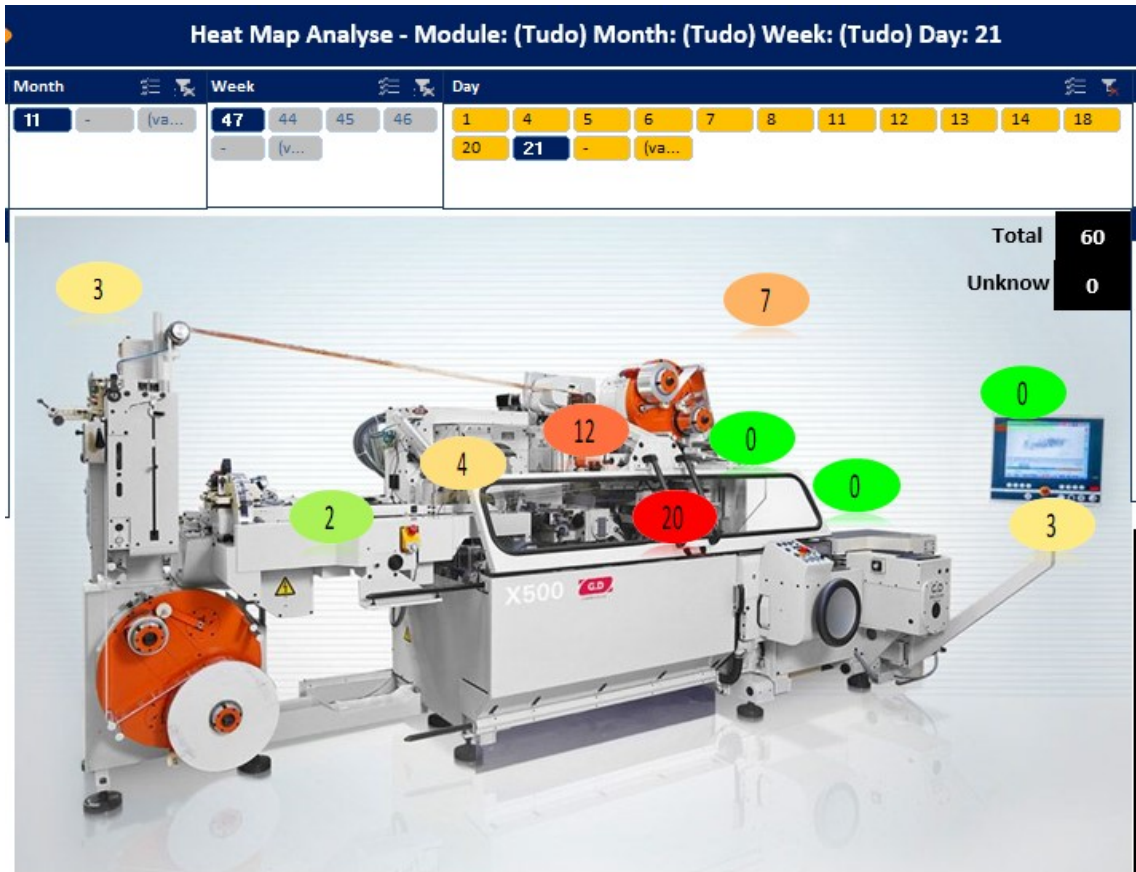


Figura 4.3 – Ferramenta de “Loss Tree”/ Árvore de Perdas que fornecem a principais áreas com falhas da máquina. Neste exemplo é representado o Heat Map ou a representação visual das principais áreas com perdas associadas.

A ferramenta de Loss Tree também permite a gestão visual dos locais das máquinas que estão impactando o OEE com maior intensidade. Esta parte auxilia muito a equipe operacional e técnica em uma verificação rápida de onde estão as principais áreas de oportunidade.

## OEE Evolution

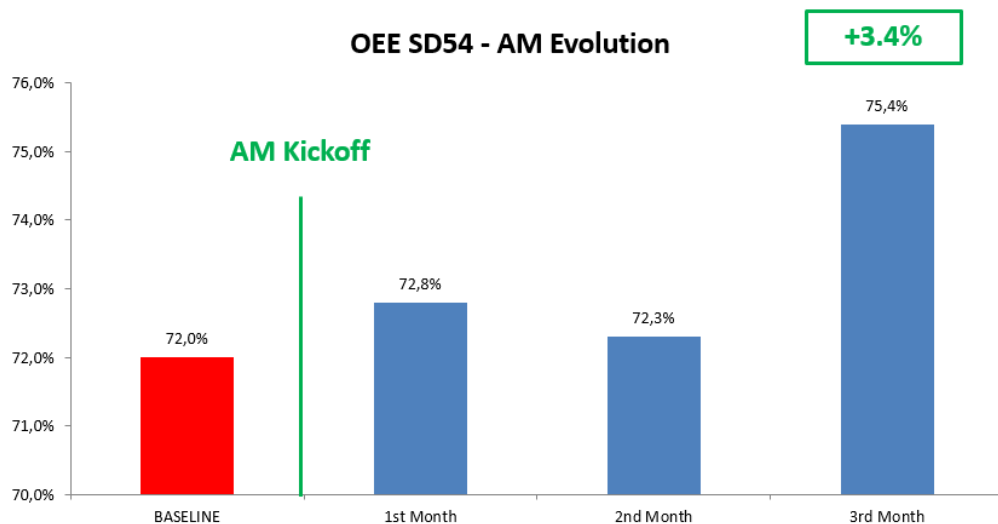


Figura 4.4 – Gráfico com a evolução de OEE do módulo piloto para introdução do AM.

Como comprovação da efetividade da introdução da filosofia de manutenção autônoma na equipe operacional e técnica. É possível verificar um aumento de 0.8% percentuais no primeiro mês de implementação de AM no módulo escolhido como piloto, muito ligada a introdução de novas atividades planejadas mapeadas, além de entendermos que os treinamentos técnicos prévios no momento que antecedeu o Kickoff, auxiliaram no desenvolvimento técnico da equipe.

O Segundo mês verificamos uma redução no OEE ligada a realização de paradas planejadas de maiores duração a fim de mapeamento de defeitos e também investimentos em manutenções “Shut Down” com intervenções em áreas de difícil e áreas ligadas a cadeia cinemática da máquina. Esta etapa foi fundamento no restabelecimento da condição básica do equipamento.

Na manutenção aprofundada no segundo mês foram feitas substituições de engrenagens de acionamento e introdução de atualizações nos maquinários, as quais haviam sido mapeadas necessidades de substituição para melhoria de performance.

Após estas atividades críticas houve um ramp up inicial atrelado ao acerto na configuração de fase de componentes da cadeia cinemática do equipamento. Porém é nítido que a partir do terceiro mês foi possível verificar um ganho considerável em OEE decorrente do maior entendimento e aplicação de práticas ligadas a manutenção autônoma pela equipe que opera as máquinas e também pelo trabalho realizado no recondicionamento do equipamento.

## Top Losses Evolution

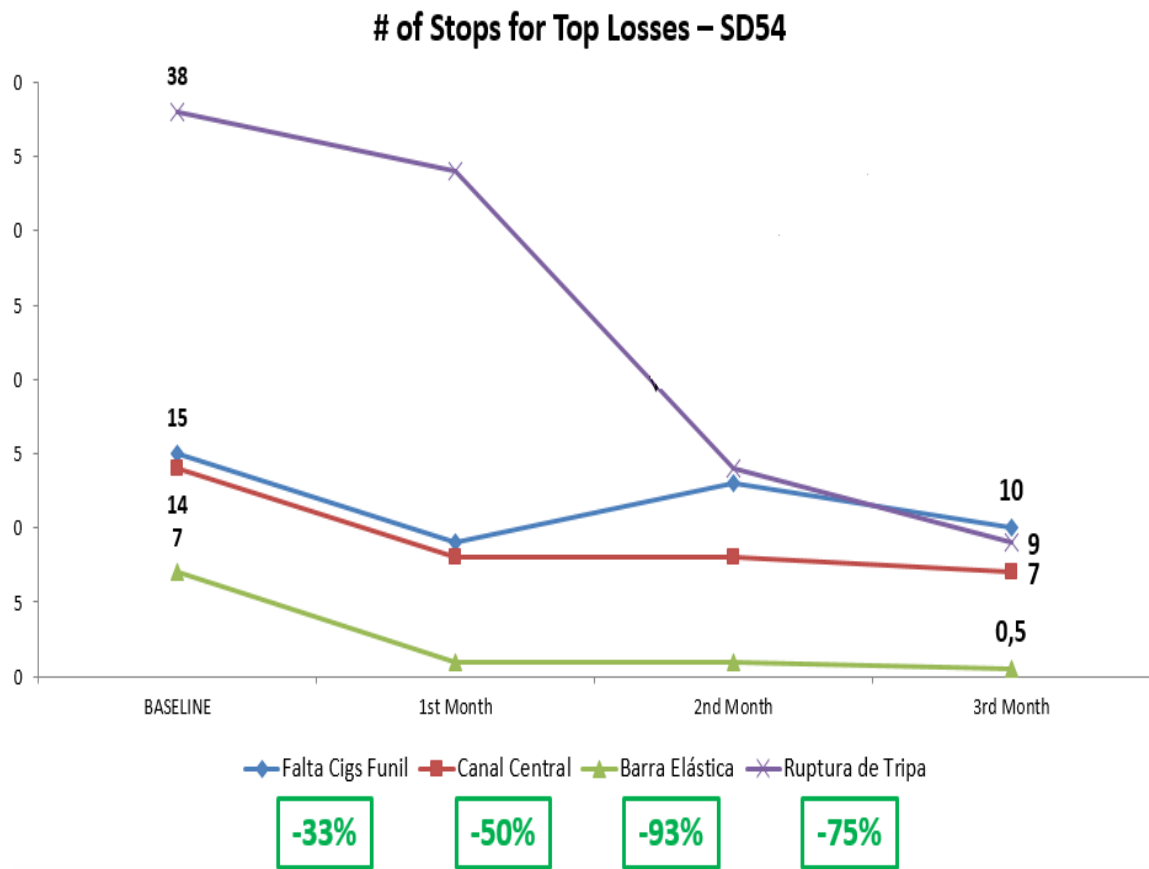


Figura 4.5 – Gráfico com a evolução de redução das principais perdas mapeadas para o módulo piloto da implementação do AM.

Para ganhos incrementais de OEE, deve-se também realizar uma análise na qual são verificadas as principais paradas de máquina que dão uma boa direcionada em quais devem ser as áreas de máquinas nas quais estão concentrados os principais impactos.

Cada uma destas perdas refere-se a áreas específicas da máquina. Exemplo Ruptura de tripa é uma área inicial da máquina onde inicia-se a montagem do produto acabado de desenvolvimento na indústria de fato. Já Canal Central é uma perda alocada mais para o final do processo e está ligada já quando o produto é embalado dentro do celofane.

## 4.2. Ganhos em indicadores atrelados a PM:

É nítido a evolução na redução do número de ocorrência de perdas após a implementação do AM no módulo em específico analisado quando comparado com o base line inicial do projeto. Verifica-se um grande ganho após o terceiro mês, isso muito atrelado ao fato dos primeiros 2 meses serem fundamentais para a criação e consolidação de estratégias de manutenção para as áreas envolvidas.

Estas medidas muitas vezes estão relacionadas com as seguintes estratégias:

- Limpeza: procedimento de retirada de resíduos comumente
- Lubrificação:
- Inspeção:
- Troca de componentes:
- Garantia de ajustes ótimos:
- Melhoria de projeto de maquinário:
- Treinamentos: podendo ser operacionais ou técnicos

Neste gráfico acima ainda realizamos uma verificação do número total de ocorrências de paradas de máquinas de perdas que foram apontadas pelos sensores localizados em áreas específicas. Entretanto, é importante também atentar-se a duração destas paradas quando correlacionamos com as perdas dentro do OEE. Paradas com maiores de 10 minutos devem ter uma análise mais aprofundada com a utilização de ferramentas de causa raiz a fim de estar entendendo a real causa da falha e estar traçando contramedidas com o intuito de estar ocorrendo reincidências nas perdas.



### Stops and MTBF Evolution

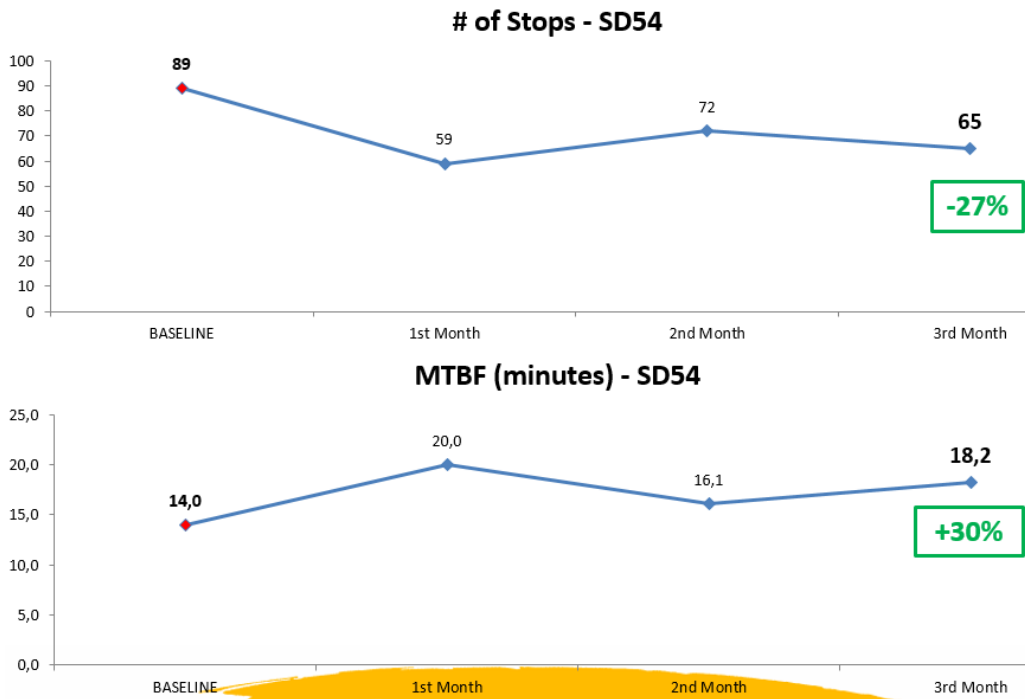


Figura 4.6 – Gráfico com a evolução de número de paradas e MTBF para o módulo piloto da implementação do AM. Como é possível verificar ambos indicadores são inversamente proporcionais.

No terceiro gráfico apresentado pode-se verificar uma nítida relação entre número de paradas e o indicador MTBF. Como apresentado anteriormente o MTBF é um indicador que tem como principal objetivo avaliar a estabilidade da máquina. O indicador tem o significado de Tempo Médio entre as Falhas/Paradas e Calculando pelo tempo total de produção para determinado equipamento dividido pelo número total de paradas.

No caso estudado relacionado a implementação do AM em módulo piloto foi possível analisar uma evolução final de 30 % neste indicador, bem atrelada a redução do número de paradas que chegou a 27% ao fim do terceiro mês. Muito importante que o tempo de produção de determinado equipamento influencia neste e por isso que paradas com maior duração também influenciam negativamente no indicador.

O indicador de MTBF é fundamental para avaliar o quão estável e contínuo está o equipamento avaliado. Um equipamento bem cuidado e um grande conhecimento da equipe técnica. Após o processo de Reestabelecimento da condição básica do equipamento que ocorreu no primeiro mês no caso analisado. Após este primeiro passo, foi extremamente importante investir continuamente no desenvolvimento tanto teórico como prático da equipe que exerce o trabalho fundamental no funcionamento e operação de todo o maquinário.

A apresentação dos resultados do caso especificado no SD54, foram uma comprobatória da eficácia da implementação de toda a metodologia da manutenção autônoma em ambiente fabril. Além disso, a estruturação de todo o projeto de manutenção autônoma foi fundamental para elevar aos níveis de liderança a necessidade de trabalhar em um processo de melhoria continua com a consolidação das melhores práticas operacionais e desenvolvimento de material técnico que auxiliará no desenvolvimento de novos integrantes.

Além da melhoria em performance, a manutenção autônoma foi primordial para melhorias incrementais em alguns pilares estratégicos para a companhia como um todo. Estes demais indicadores não estão atrelados diretamente a produtividade de maquinário e mais atrelado a redução de custos e estruturação de planos de substituição de maquinário com obsolescência mapeada.

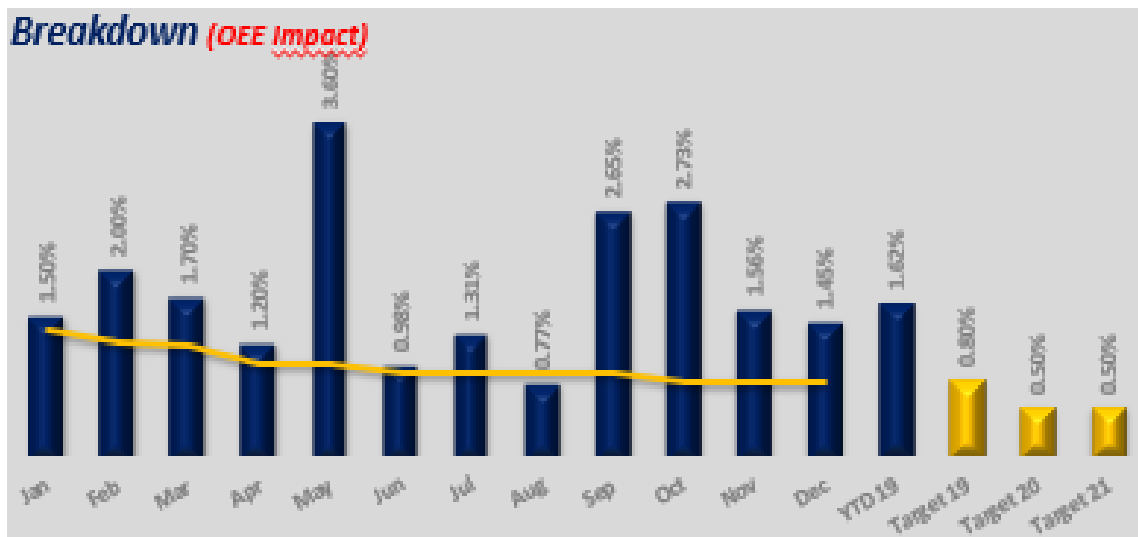


Figura 4.7 – Gráfico com a evolução do indicador de Impacto de quebras no OEE ao longo do ano de 2019.

Após a implementação do AM em outros módulos da fábrica foi perceptível que os resultados apresentados ocorridos no SD54 também puderam ser observados como um todo em outros nos demais módulos de implementação. Após um trabalho contínuo, todos os módulos e equipes de produção da fábrica puderam ser desenvolvidos. O indicador de impacto no quebras no OEE no início da implementação do AM na fábrica girava em torno dos 4% (ano de 2014). Ao longo dos anos que procederem a implementação foi observado uma grande evolução. E o ano de 2019 pode ser considerado como exemplo de comprovação.

Como resultado desta implementação completa tivemos uma redução exponencial do impacto de quebras no OEE geral da fábrica. Tirando alguns meses no qual é possível verificar alguns outliers decorrentes de quebra de maquinário no qual houve um impacto grande em



tempo devido a falta da peça no mercado nacional, os demais meses apresentaram tendências bem positivas quanto o indicador quebras.

Este ápice na redução do impacto de quebras no OEE atingiu seu menor nível no mês de agosto no qual teve um fechamento de 0.77 percentuais de impacto, os meses posteriores tivemos um aumento acentuado muito ligado a alguns cortes de custos que tiveram que ser absorvidos com a reduções de manutenções programadas ligadas a estratégias globais da companhia.

O indicador de Impacto de quebras no OEE está intrinsicamente ligado ao indicador de número total de quebras por milhão de produtos produzidos. E neste indicador é possível avaliar com melhor precisão os reais ganhos da implementação do AM para a manutenção de maquinário. E isto se deve a este indicador desconsiderar os eventuais outliers ligados a quebras com um tempo alto de resolução devido a falta de peças específicas no mercado nacional para atendimento.

### Breakdown (Mn)

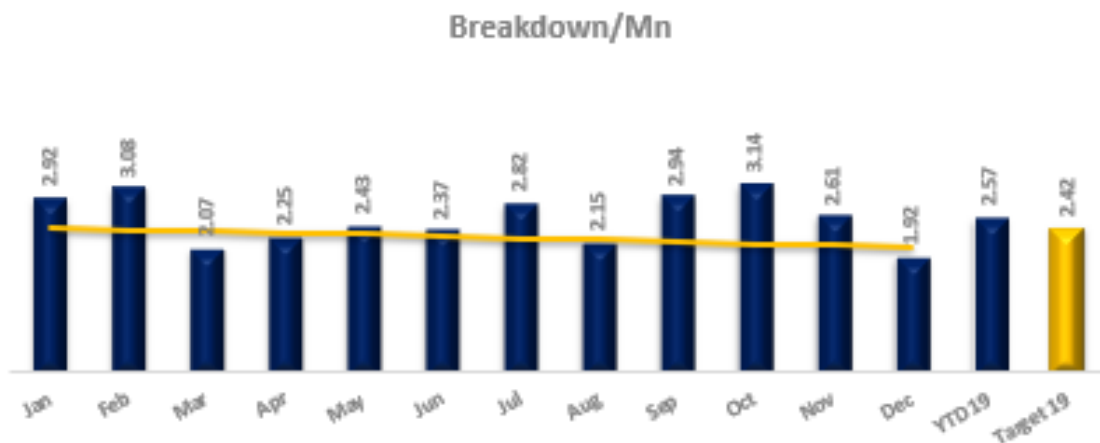


Figura 4.8 – Gráfico com a evolução de número de quebras normalizado por milhão de produtos produzidos ao longo do ano de 2019.

Com isso foi possível verificar que ficou bem próximo a entrega do target para 2019. O Target para o ano em questão foi de 2.42 Quebras/Mn produzidos e o acumulado entregue para 2019 foi 2.57 Quebras/ Mn produzidos. Para os próximos anos acreditamos que grandes transformações envolvendo a equipe de projetos suportarão a entrega dos targets. Já que nossos atuais grandes impactos ligados aos indicadores de quebras estão relacionados equipamentos com obsolescência mapeada e que muitas vezes são necessários as confecções de peças paralelas já que não são mais produzidas pelo fabricante do maquinário.

Para os demais anos foram definidos desafios bem arrojados atrelados com os CBN (Compelling Business Need) da companhia que é as necessidades, contextualizadas para o nível de operação. Quando falamos dos indicadores ligados ao atingimento destas necessidades, citamos o Impacto no OEE, número total de quebras, Custo de Manutenção por Mn de Sticks, Custo de inventario de peças ligadas a manutenção.

### **Maintenance Cost (£ per million sticks)**

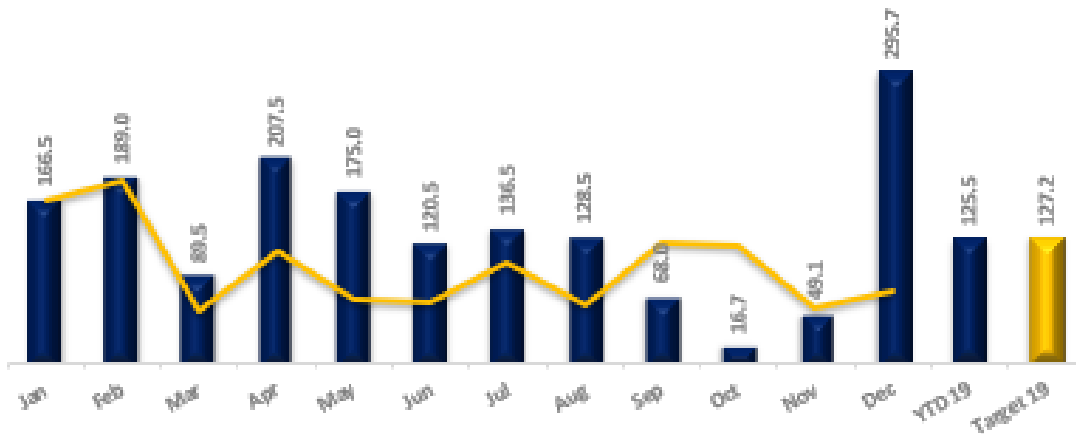


Figura 4.9 – Gráfico com a evolução do indicador de custo total de manutenção para 1 Mn de produto produzido em Pounds.

Quando adentramos um dos indicadores vitais para estarmos garantindo a competitividade do negócio, é fundamental avaliarmos o custo da operação. O custo da operação da fábrica está magramente ligado ao custo de manutenção, já que ele representa mais de 70 % do todo o custo não ligado a pessoas. Este indicador é computado pelo custo de todas as peças que saíram do estoque via SAP e avaliado pelo volume total produzido de produto final.

As principais estratégias para redução destes indicadores já foram discutidas anteriormente e elas mostram com clareza o ganho que a introdução do AM pode trazer para a conscientização das equipes quanto a substituição de peças e no desenvolvimento de melhorias que garantem o aumento da vida útil dos componentes.

A tendência de comportamento do gráfico de custos no geral é caracterizada pelo alta nos indicadores no primeiro trimestre. Isso muito atrelado ao fato de geralmente serem necessários uma contenção de gastos e de compra de peças importadas no final do ano para por conta da necessidade de atendimento ao Planejado do orçamento base zero.

Outra questão para entendimento do comportamento de custos é que é possível observar que em dezembro tivemos um grande no custo de manutenção por milhão de produtos produzidos. Isto foi uma estratégia já que nos demais meses tínhamos obtido uma

boa entrega. A fim de garantirmos os recursos anual direcionados para o ano 2019, foi realizado uma estratégia de já estarmos comprando alguns itens que serão utilizados no ano de 2020 e com isso conseguir absorver os custos dos anos iniciais.

Após a apresentação de estes dois contrapontos, é evidente uma evolução deste indicador ao longo do ano e principalmente a demonstração de uma estabilidade nos meses nos quais são possíveis analisarmos com menores impactos. Toda esta estabilidade do gráfico de custos está intrinsecamente ligado a conscientização de toda uma equipe técnica

Por último, levantou-se um indicador que também está diretamente associado a custos, porém diferentemente do Custo de Manutenção, o mesmo lida com o valor de estoque de componentes das máquinas que estão em operação. Este indicador avalia o orçamento destes itens e tenta sempre reduzir para que o estoque da operação em questão, tenha peças de alta rotatividade como componentes consumíveis ou itens críticos que em caso de falha não teríamos no mercado nacional.

Para melhoria deste indicador em quesito foi feito um trabalho estatístico forte a fim de estar avaliando os principais itens sem movimentação sistêmica no SAP, a partir desta análise de consumo foi possível avaliar quais itens tínhamos em uma grande quantidade no estoque e não existia um histórico de movimentação plausível para mantermos esta quantidade como sobressalente. Com isso foi possível uma redução constante de itens que será evidenciada no gráfico abaixo.

Outra estratégia importante que vem sendo trabalhada em prol deste indicador, é o desenvolvimento de empresas locais parceiras no fornecimento de itens com baixo leadtime de entrega. Isto nos permite termos um estoque extremamente reduzido de itens de alto giro e no momento de baixa deste componente, realizar a baixa do recurso no menor tempo possível, variando de algumas horas a no máximo 72 hrs. Esta estratégia foi fortemente empregada para rolamentos, vedações e parafusos especiais. Salvo algumas exceções de rolamentos com características bem específicas como rolamentos de contato angular com dimensões incomum para o mercado nacional, grande parte destes itens foi feita uma redução crítica de estoque dentro de fábrica.

Também tivemos estratégias fundamentais ligadas a melhorias nos materiais.

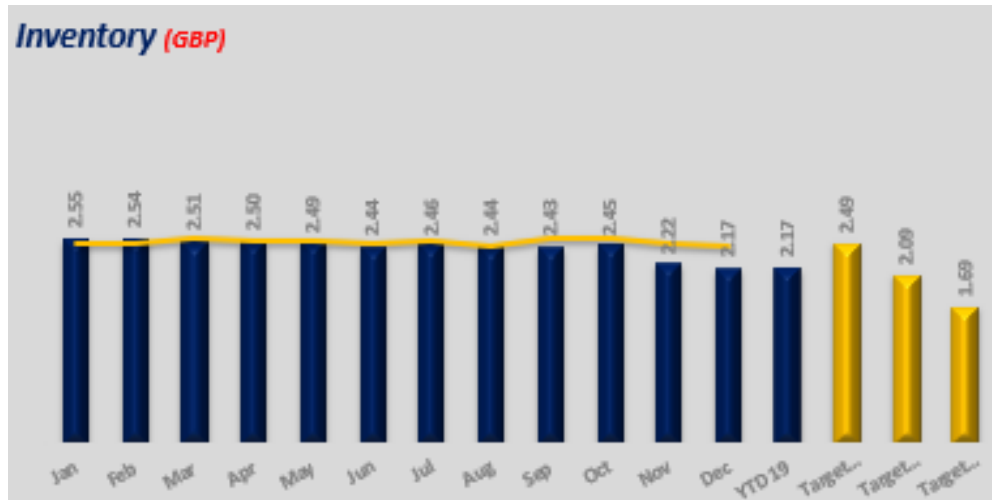


Figura 4.10 – Gráfico com a evolução do indicador de valor de inventário calculado em Pounds ao longo de 2019.

Quanto aos benefícios que o TPM pode trazer às empresas que adotam esta filosofia, são inúmeros. Um exemplo concreto e de fácil percepção pode ser demonstrado conforme o pesquisador Terry Wireman relatou em seu livro TPM: An American Approach, dizendo que os números divulgados por conceituadas empresas americanas que implementaram o TPM são elucidativos. Algumas das vantagens que estas empresas apresentaram foram:

- Aumento de produtividade de 100 a 200%;
- Redução das paragens por avarias até 97%;
- Redução de defeitos maior que 99%;
- Reclamações de clientes reduzidas em 50%;
- Redução nos custos de manutenção em 30%;
- Aumento no fluxo de sugestões e propostas em 200%;
- Eliminação total das infracções ambientais e de segurança.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSÃO

Este trabalho abordou a fundamentação teórica da metodologia TPM, no qual o foco principal foi o Pilar da Manutenção Autônoma e Pilar de Manutenção Progressiva. Segundo Kardec (2014), a manutenção planejada tem uma função primordial no ganho de resultados de performance e no ganho em custos para a operação que está intrinsecamente ligado aos lucros de uma companhia.

Em relação ao TPM, conclui-se que não é por acaso que esta ferramenta vem a ser cada vez mais incorporada por empresas de todo o mundo, pois quando bem implementada, muito pode contribuir na competitividade e produtividade das organizações, devido apresentar como principais características: a eliminação total das perdas dos processos, o envolvimento total das pessoas, melhorias de qualidade quanto do produto produzido, quanto ao equipamento, ganho de tempo e redução de custo com peças que não obedecem a curva da banheira por exemplo, que por más condições que foram citadas no trabalho, vem sofrer um desgaste prematuro.

O objetivo principal do trabalho foi alcançado com a implementação de um modelo de sistema integrado que comprovou via dados sua eficácia e desenvolveu todo o corpo técnico e gerencial no conhecimento de ferramentas de controle e gestão da manutenção.

Dentre os objetivos secundários foram alcançados de maneira clara os ligados a performance de maquinário como incremento de OEE, MTBF e MTTR que estão intrinsecamente ligados ao conhecimento da equipe técnica e operacional e da implementação da “Cultura do AM”. Outro indicador que teve o atingimento do target foi o de Inventariado que mensura o custo de sobressalentes e itens consumíveis ligados a manutenção para o maquinário. Esta métrica em si tem uma grande importância, já que com definição do que se deve de fato estar presente no Almoxarifado, a companhia pode estar direcionando recursos para outros investimentos que trarão maior ganho. Para atingimento deste objetivo foi primordial análise de ferramentas do módulo PM do ERP SAP a fim de identificação dos maiores giros e consumos.

Um dos objetivos do investimento na compra deste sistema de gestão integrado foi obter uma redução de custos que viabilizaria a competitividade da operação, o indicador atrelado a esta meta é o Custo de Manutenção que é mensurado pelo custo total atrelado a compra de sobressalentes por milhão de produtos fabricados. Esta meta foi atingida, porém a partir do acompanhamento da tendência verifica-se que no geral temos muito meses onde ocorre o estouro do custo. Entende-se que esta etapa do projeto iria de fato necessitar de um investimento em valores e por isso conclui-se que para os próximos acompanhamentos teremos uma redução drástica de todo o custo da manutenção, principalmente com a continuação das boas práticas apresentadas na metodologia.

Para concluir, foi visto que dois indicadores não atingiram as metas traçadas pré projeto, são eles “Impactos de Quebras dentro do OEE” e “Quebras por milhão de produtos produzidos”. Ambos estão atrelados fortemente as atuações em paradas planejadas e ao desenvolvimento de melhorias de equipamento. Para este ponto entende-se que é necessário traçar um plano de substituição de equipamentos e continuar o trabalho de melhoria continua a fim de conseguir aproximar-se da ousada meta de redução 75% do baseline do impacto das quebras no OEE.

Ficou bem claro a importância de criar e seguir o passo a passo de implantação da manutenção autônoma de forma que fosse respeitado as etapas, de forma que facilite e não tenha, falta de informação da área onde a metodologia está sendo implementada. Com o detalhamento do método, é esperado a disseminação do conhecimento, para que as empresas se adequem e conseqüentemente obtenham ganhos positivos, crescimento nos negócios e maior competitividade.

## CAPÍTULO VI

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 2020.

BELINELLI, M. **Desenvolvimento de um Sistema Informatizado aplicado à gestão de planos preventivos de Lubrificação Industrial.** 2011. 173 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento,** São Paulo, Saraiva, 2005.

**Boas práticas que estendem a vida dos equipamentos.** Revista Manutenção & Tecnologia. São Paulo, 30 de Maio de 2011, 145<sup>a</sup> ed. Disponível em :<[http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com\\_contenido&task=viewMateria&id=641](http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=641)> . Acesso em Fevereiro de 2020.

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/ABAAAgIckAG/otimizando-pilar-manutencao-planejada> >. Acesso em: 05 dez. 2020.

Corporation. N. **Lubrication Regimes Explained.** Machinery Lubrication. Disponível em :<<http://www.machinerylubrication.com/Read/30741/lubrication-regimes>> . Acesso em Fevereiro de 2020.

**Entenda quais são os três principais tipos de manutenção.** Blog Engeman. Disponível em :< <http://blog.engeman.com.br/entenda-quais-sao-os-tres-principais-tipos-de-manutencao/> >. Acesso em Julho de 2020.

Fitch. J. **Aren't Machines Supposed to Wear Out?** Machinery Lubrication, 2002. Disponível em :< <http://www.machinerylubrication.com/Read/389/machines-wear-out> > Acesso em Fevereiro de 2020.

HYER, N. L.; BROWN, K. A. **The discipline of real cells.** *Journal of Operations Management*, v. 17, 1999, p. 557-574.

Disponível em: < <https://www.tib.eu/en/search/id/BLSE%3ARN066650777/The-discipline-of-real-cells>>. Acesso em 10 dez 2020.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica.** 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 341 pg. 2001.

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.2020.

MARCORIN, Wilson Roberto; LIMA, Carlos Roberto Camello. **Análise dos Custos de Manutenção e de Não manutenção de Equipamentos Produtivos**. Revista De Ciência &Tecnologia, Piracicaba, v. 11, n. 22, p.35-42, 2003.  
Disponível em: <<http://drb-assessoria.com.br/11Custodemantencao.pdf>>.  
Acesso em: 04 dez. 2020.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

**Plano de lubrificação e tecnologia: tudo para manter a manutenção em dia**. Blog NG Informática. Santa Catarina, 7 de Outubro de 2016. Disponível em :< <http://www.ngi.com.br/novidades/plano-lubrificacao-tecnologia-manutencao/> > Acesso em Fevereiro de 2020.

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. 2020.

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.

SLACK, Niegel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; **Administração da Produção**. 3 ed., São Paulo, Atlas, 2009.

TELES, Jhonata, **Manutenção Produtiva Total - Pliar 1 Manutenção Autônoma**.  
Disponível em: <<https://engeteles.com.br/manutencao-autonoma/>>  
Acesso em: 06 dez. 2020.

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.

XENOS, Harilaus G. P.; **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2014.