

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO TPM EM UMA MÁQUINA INDUSTRIAL**  
**ESTUDO DE CASO**

**BIANCA RODRIGUES DE SOUSA**  
**DANILO FERNANDO GRELLA SANTOS**  
**RONNAIDE COELHO DE ARAÚJO**

**Campo Limpo Paulista - SP**  
**Dezembro – 2020**

**Bianca Rodrigues de Sousa**  
**Danilo Fernando Grella Santos**  
**Ronnaide Coelho de Araújo**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO TPM EM UMA MÁQUINA INDUSTRIAL**  
**ESTUDO DE CASO**

*Trabalho de conclusão apresentado ao Centro  
Universitário Campo Limpo Paulista –  
UNIFACCAMP, como requisito para a  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
de Produção.*

**Orientador: Prof. Anderson de Aguiar**  
**Prof. Francisco Coelho de Oliveira**

**Campo Limpo Paulista - SP**  
**Dezembro – 2020**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO TPM EM UMA MÁQUINA INDUSTRIAL**  
**ESTUDO DE CASO**

**RA 25659 Bianca Rodrigues de Sousa**  
**RA 27364 Danilo Fernando Grella Santos**  
**RA 24491 Ronnaide Coelho de Araújo**

**Orientador: Prof. Anderson de Aguiar**

**Banca Examinadora:**

---

**Prof.**  
**Convidado**

---

**Prof. Anderson de Aguiar**  
**Orientador**

---

**Prof. Esp. Alexandre Capelli**  
**Coordenador**

**Campo Limpo Paulista - SP**  
**Dezembro – 2019**

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo relatar um estudo de caso no processo de produção, o presente trabalho explora o uso da metodologia do TPM<sup>2</sup> (*Total Productive Maintenance*) aplicada ao desenvolvimento industrial, provando que uma sólida base de gestão é capaz de qualificar de forma eficaz e duradoura o meio em que um produto é produzido. O TPM tem como proposta trazer melhorias ao processo produtivo, com o principal objetivo na eliminação de perdas no processo, eliminando falhas e quebras, e conseqüentemente aumentando a eficiência do equipamento. Onde será apresentado neste estudo através do cálculo OEE (*Overall Equipment Effectiveness* - Eficiência Global do Equipamento). A metodologia baseia-se em sete passos, dentro do pilar MA (Manutenção Autônoma), principal pilar para a implementação do projeto, que tem objetivo de alcançar um patamar em que a máquina será manuseada por operadores altamente treinados, e será capaz de operar com sua eficiência ao máximo, produzindo um produto de qualidade em menos tempo, e diminuindo o refugo, produto ruim a ser retrabalhado ou desmaterializado. É possível despertar o zelo pelo equipamento e interesse da força de trabalho, isso aumenta a segurança e a disponibilidade da máquina. Os resultados esperados neste estudo de caso consistem em uma redução de falhas percentuais a cada passo implementado durante o projeto. Totalizando uma melhora de 100% na etapa final.

**Palavras-Chave:** Produção, Manutenção Autônoma, Eficiência.

## LISTA DE SIGLAS

**LUP** - Lição de um ponto

**MA** - O pilar manutenção autônoma.

**MP** - O pilar manutenção planejada.

**MQ** - O pilar manutenção da qualidade

**ET**- O pilar de Educação e treinamento

**CI**- O pilar de controle inicial

**ME**- O pilar de melhoria específica

**SHE**- Pilar de segurança

**ADM**- Pilar administrativo

**OEE** - Rendimento Global do equipamento.

**ECRS**- Eliminar, reduzir, conter, simplificar.

**TPM** - Manutenção Produtiva Total (do inglês Total Productive Maintenance )

**LILA**- Limpeza, inspeção, lubrificação e ajuste.

**ACR**- Análise de causa raiz.

**CAPDO**- Check (verificação), Action (Ação), Plan (Planejar), Do (Fazer).

**GA**- Grupo autônomo

**RDL** – Reunião diária de linha

**RDP** - Reunião diária de produção.

**EPI**- Equipamento de proteção individual.

**5S**- Seiri - senso de utilização, Seiton - senso de ordenação, Seiso - senso de limpeza, Seiketsu - senso de saúde ou higiene, Shitsuke - senso de disciplina.

**MTTR** – Tempo Médio para Reparo

**MTBF** – Tempo médio entre falha

**SMED** – Troca Rápida de Ferramentas

**FMEA** – Análise de Modo e Efeito de Falha

**RCM** – Manutenção Centrada em Confiabilidade

**PCM**- Programação e Controle da Manutenção

**OS**- Ordem Serviço

**FDS** – Fonte de Sujeira

**LDA** – Local de difícil acesso

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Pilares do TPM.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2- Indicadores do OEE.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3 - Ferramenta CAPDo.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 4 - Origens dos defeitos da qualidade.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 5 - Carta aos Colaboradores.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 6 - Objetivo do Quadro Grupo Autônomo.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 7 - Limpeza e inspeção detalhada – 5 sentidos.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 8 - Padrão de Limpeza (LILA).....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 9 - Check list Atividades LILA.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 10 - Padrão de Limpeza Atual (LILA).....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 11- Check list Atividades Atual (LILA).....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 12 - Cartão de ocorrência vermelho.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 13 - Fluxo dos cartões.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 14 - Mapa dos Cartões.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 15 – Esteira rasgada nas laterais.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 16 - Manômetro sem tampa.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 17 - Mangueiras com difícil acesso.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 18 - Vazamento.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 19 – Roletes com avarias de desgaste.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 20 - Haste sem uso.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 21 - Engrenagens do stacker expostas.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 22 - Matriz de habilidades dos colaboradores.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 23 - Matriz Lição de Um Ponto (LUP).....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 24 - Documento de registro de locais de difícil acesso.....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 25 - Mapa de Rotas.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 26 - Rota de Inspeção.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 27 - Rota de Limpeza.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 28 - Rota de Lubrificação.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 29 - Rota de Ajuste.....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 30 - Manômetro com gestão visual aplicada.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 31- Marcação de matéria prima.....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE TABELAS / GRÁFICOS

<b>Tabela 1- Passos para implantação do TPM.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabela 2 - Níveis de capacitação.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabela 3- Matriz de habilidades.....</b>	<b>29</b>
<b>Gráfico 1- Formulários de melhorias em passo 1 .....</b>	<b>91</b>
<b>Gráfico 2 - Etiquetas azuis em passo 1 .....</b>	<b>92</b>
<b>Gráfico 3 - Etiquetas vermelhas em passo 1.....</b>	<b>92</b>
<b>Gráfico 4 - Números de perdas em passo 1 .....</b>	<b>93</b>
<b>Gráfico 5 - Eficiência em passo 1.....</b>	<b>93</b>
<b>Gráfico 6 - Total de formulários FDS e LDA em passo 2 .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 7 - Etiquetas azuis em passo 2 .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 8 - Etiquetas vermelhas em passo 2 .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 9 - Número de quebras em passo 2 .....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 10 - Eficiência em passo 2.....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 11 - Redução de limpeza em passo 2 .....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 12 - Etiquetas azuis em passo 3 .....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 13 - Etiquetas vermelhas em passo 3.....</b>	<b>97</b>
<b>Gráfico 14 - Número de quebras em passo 3.....</b>	<b>97</b>
<b>Gráfico 15 - Eficiência em passo 3.....</b>	<b>98</b>

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1. Objetivo geral .....	11
1.2. Problema .....	11
1.3. Justificativa.....	11
1.4. Metodologia.....	12
1.4.1. Metodologia científica .....	12
1.4.2. Metodologia do projeto.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1. História do TPM .....	15
2.1.1. Tipos de Estratégia do TPM.....	16
2.1.2. Passos Para Implantação do TPM. ....	18
2.3. Pilares do método TPM.....	24
2.3.1. 5S .....	24
2.3.2. Pilar Educação e Treinamento.....	26
2.3.3. Segurança, Saúde e Meio Ambiente.....	29
2.3.4. Manutenção Autônoma .....	30
2.3.5. Pilar Melhoria específica.....	33
2.3.6. Pilar manutenção planejada.....	42
2.3.7. Manutenção da Qualidade (MQ) .....	52
2.3.8. Pilar Controle Inicial (CI) .....	54
2.3.9. Pilar Administrativo (Office TPM) .....	55
2.3.10. Pilar Manutenção Planejada .....	55

3.	ESTUDO DE CASO .....	65
3.1.	Robidan Industria e Comércio.....	65
3.1.1.	Tendências da empresa .....	66
3.1.2.	O Porque Foi Implementado o TPM.....	66
3.2.	Fases de implementação.....	67
3.2.1.	Declaração .....	67
3.2.2.	Passo zero.....	67
3.2.3.	Primeiro passo de implementação .....	68
3.2.4.	Segundo passo para implementação. ....	83
3.2.5.	Terceiro passo para implementação.....	86
3.2.6.	Quarto passo em processo de implementação.....	90
3.3.	Resultados Obtidos .....	91
3.3.1.	Resultados obtidos no primeiro passo .....	91
3.3.2.	Resultados Obtidos no segundo passo de Implementação .....	93
3.3.3.	Resultados Obtidos no terceiro passo de Implementação .....	96
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	99
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

# 1. INTRODUÇÃO

Esse estudo de caso visa apresentar um tema que vem crescendo muito nas indústrias atualmente, que é a Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*). A manutenção tem por objetivo manter os equipamentos em seu melhor estado, diminuindo falhas e defeitos indesejados. Para Nakajima (1989), uma das ferramentas que se destacam nesses quesitos é a Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*) esta tem como objetivo melhorar a eficiência e longevidade das máquinas.

O principal objetivo da implementação é tornar os operadores autônomos dos seus equipamentos e menos dependentes da manutenção que será acionada em casos mais críticos, estando também focados em melhorias para o processo e termos técnicos.

O projeto tem por sua vez estudar a metodologia TPM (TPM - *Total Productive Maintenance*) e analisar dentro de uma indústria cada passo implementado em um equipamento, verificando assim se os processos e resultados condizem com a metodologia aplicada.

## **1.1. Objetivo geral**

Este estudo tem como objetivo avaliar a implementação da metodologia do TPM em uma linha de produção, seguido de um estudo de caso para medir a sua evolução e resultados esperados conforme segue a metodologia.

## **1.2. Problema**

Em uma indústria foram observados diversos problemas operacionais no dia a dia como:

- Falta de conhecimento técnico dos equipamentos
- Locais com altas concentrações de sujeira
- Desorganização
- Baixa eficiência de produção
- Layout desestruturado
- Falta de controle das perdas
- Falta de comprometimento dos colaboradores da empresa desde alta gerência até o chão de fábrica
- Aumento no reclame aqui (SAC)
- Aumento do custo produtivo
- Maior quantidade de refugos em relação a peças prontas
- Maior tempo de parada para limpeza de processo
- Paradas repentinas.

Para conseguir sanar tantas falhas, a organização precisou encontrar um método que faça com que esses obstáculos sejam minimizados, sendo assim, optou pelo método do TPM, pois, é uma ferramenta com um dos custos mais baixos e com rápido retorno de investimento. Foi realizado um estudo de caso para verificar a coerência da metodologia com o processo aplicado na prática. Essa aplicação da metodologia correta, surtiu o efeito esperado?

## **1.3. Justificativa**

A principal motivação para sustentar o presente projeto de pesquisa, reside na importância que o tema possui para a sociedade atual. Sendo um tema bastante estudado e procurado para implementações de melhorias de desperdícios e menos falhas em âmbitos

industriais. Tendo como principal objetivo promover para os operadores conhecimentos sobre o equipamento, desde como funciona até a realização da manutenção específica, a fim de evitar pausas desnecessárias.

## **1.4. Metodologia**

### **1.4.1. Metodologia científica**

Inicialmente a pesquisa terá um caráter bibliográfico exploratório (GIL, 2012), que visa auxiliar a equipe na compreensão do problema exposto anteriormente, assim como permitir a elaboração de soluções possíveis com objetivo de conhecer e analisar as informações científicas existentes.

De acordo com Godoy (2005), um estudo qualitativo tem como objetivo descobrir e compreender um fenômeno ou um processo, ou ainda as perspectivas e visão de mundo das pessoas nele inseridos. Assim, concluímos que metodologia é um método de trabalho que dá forma à pesquisa acadêmica ou científica.

Em um segundo momento o tema será trabalhado como um estudo de caso, pois o trabalho desenvolvido ficará circunscrito a um produto específico de uma única empresa, não impedindo que generalizações sejam feitas a posteriori. Godoy (2005) caracteriza o estudo de caso como um estudo exaustivo e profundo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Desenvolvimentos na metodologia sociológica e na sociologia quantitativa têm estado desde sempre relacionados de perto com desenvolvimentos na teoria estatística, metodologia e computação, Clogg (1992), e estatísticos sociais tais como Tuma, Heckman, Hoem, Burt Stinger e Coleman foram decisivos para o desenvolvimento de metodologias estatísticas para as ciências sociais.

Os cientistas sociais não retiram frequentemente a informação disponível nos seus resultados estatísticos perdendo assim oportunidades de apresentar quantidades que poderiam resultar em maiores esclarecimentos das suas questões de investigação, King, Tomz and Wittenberg (2000).

O outro tipo de pesquisa qualitativa é o estudo de caso que, segundo Lüdke e André (1986, p. 17), vai estudar um único caso. O estudo de caso deve ser aplicado quando o

pesquisador tiver o interesse em pesquisar uma situação singular, particular. As autoras ainda nos elucidam que “o caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenvolver do estudo”. Tal estudo de caso apresenta características fundamentais que são destacadas pelas mencionadas autoras. Essas características são as seguintes:

1. Os estudos de caso visam à descoberta.
2. Os estudos de caso enfatizam a ‘interpretação em contexto’.
3. Os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda.
4. Os estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação.
5. Os estudos de caso revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas.
6. Estudos de caso procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social.
7. Os relatos de estudo de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa (LÜDKE E ANDRÉ, 1986, p. 18-20).

Um estudo de caso vai apresentar três fases em seu desenvolvimento. Ele caracteriza-se da seguinte forma: inicialmente, há a fase exploratória; num segundo momento, há a delimitação do estudo e a coleta de dados; e, num terceiro estágio, há a análise sistemática desses dados, culminando na realização do relatório (NISBET e WATT, *apud* LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

A fase inicial constitui a preparação do terreno de pesquisa. É o momento de definir mais precisamente o objeto, de especificação dos pontos críticos e das questões que serão levantadas, do contato com o campo e com os sujeitos envolvidos, de selecionar as fontes que servirão para coleta de dados. Esse começo, apesar de ter toda essa preocupação com o estudo, não tem a intenção de predeterminar nenhum posicionamento, pelo contrário, o interesse vai ser de explicitar, reformular ou até mesmo abandonar alguma questão inicial. Depois dessa fase exploratória, o pesquisador deve identificar os contornos do problema a ser estudado, podendo, então, coletar os dados sistematicamente, usando os instrumentos de sua escolha que, para ele, são os mais adequados para caracterizar a problemática. (LESSA, Cristiano, 2008 p. 6-7).

O terceiro momento que representa o desenvolvimento do estudo de caso é a fase de análise dos dados e da elaboração do relatório. Desde o começo do estudo, há uma preocupação em selecionar as informações para que elas possam ser disponibilizadas aos que se interessem. Essas observações preliminares podem ser demonstradas por escrito ou até mesmo por uma apresentação visual ou auditiva. O pesquisador poderá usar também slides, fotografias com a intenção de apresentar algum aspecto relevante da pesquisa. (LESSA, Cristiano, 2008 p. 7).

É importante acrescentar que essas três fases não constituem uma sequência linear, havendo uma superposição entre elas. Não há como precisar um instante de separação, uma vez que elas “se interpolam em vários momentos, sugerindo apenas um movimento constante no confronto teoria-empíria” (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 23).

#### **1.4.2. Metodologia do projeto**

- As etapas desta pesquisa consistem em: estudar a metodologia TPM, analisar todas as etapas, pilares e processo de implementação. Com essas informações pretende-se aprofundar o conhecimento sobre o TPM e confrontar os processos e resultados com um estudo de caso que será apresentado neste projeto. Abordando os passos, processos e melhorias durante e após a implementação.
- O estudo de caso analisará a mudança dos hábitos e cultura dos colaboradores, através de entrevistas com a coordenação de TPM e colaborador de manutenção.
- A cada passo em que o primeiro equipamento, piloto, teve seu avanço será estudado se o mesmo estava dentro do esperado para tal mudança, averiguando se foram feitas auditorias e acompanhamentos corretos para a elevação. Após o estudo dessas etapas, será possível avaliar os resultados obtidos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. História do TPM**

O TPM teve início no Japão, após a segunda guerra mundial, tendo como base a manutenção preventiva que concebida inicialmente nos Estados Unidos. (NAKAJIMA, 1989), crescendo rapidamente nas indústrias de montagem e foi largamente adotado por empresas da área automobilística, aparelhos eletrodomésticos e fabricantes de semicondutores e componentes eletrônicos. Adicionalmente, o TPM foi introduzido em indústrias de processos contínuos, como refino de petróleo, químicas, aços, alimentos, gás, cerâmicas, cimenteiras, papel, farmacêuticas, metalúrgicas, vidros, pneus e impressão.

O TPM tem como objetivo eliminar defeitos e falhas, melhorando, assim, a confiabilidade dos equipamentos, a disponibilidade, a qualidade, a eficiência e reduzindo custos. O TPM demanda o envolvimento de todos os colaboradores em todos os níveis da organização. (NAKAJIMA,1989; RIBEIRO, 2016c; SUZUKI, 1994).

Inicialmente, o TPM incluía cinco estratégias a citar: a maximização da eficácia do equipamento, o desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva que cobrisse a vida útil do equipamento, o envolvimento de todos os funcionários da organização desde a alta gerência até o chão de fábrica, o envolvimento de todos os departamentos que planejam, usam e mantem os equipamentos e a promoção da manutenção produtiva através do gerenciamento motivacional com grupos pequenos e atividades autônomas.

Segundo Takahashi e Osada (1993, p.2): “TPM é um conjunto de atividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. “Fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, em um nível de desempenho exigido” (XENOS, 1998, p.18).

Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários”. Dentro deste contexto, isto deve ocorrer desde a concepção da instalação/equipamento até o fim da vida útil, com a finalidade de alcançar quebra zero e assim participar da meta global da empresa que é produtividade. A manutenção industrial até recentemente era considerada apenas como um fator de custos e gastos. Hoje, contudo, paradas de máquina durante a produção podem significar perdas na competitividade no mercado.

### **2.1.1. Tipos de Estratégia do TPM.**

O TPM focou-se nas seguintes estratégias:

- Tornar possível a construção de uma organização incorporada com o objetivo de maximizar a eficácia dos sistemas de produção.
- Fazer a organização focar na prevenção de todos os tipos de perdas de forma a assegurar zero falhas, zero acidentes e zero defeitos garantindo a vida do sistema de produção através da utilização de metodologias no chão de fábrica.
- Na implantação do TPM, garantir o envolvimento de todos os departamentos da organização, incluindo vendas e administração.
- Garantir o envolvimento de todos, desde os funcionários de chão-de-fábrica até a alta gerência na execução do TPM;
- Condução das atividades com foco na perda zero de atividades de pequenos grupos.

Como o próprio nome já diz, o TPM é uma metodologia que visa transformar a manutenção em uma fonte de resultados lucrativos para a empresa, elevando sua performance, otimizando e aproveitando ao máximo seus recursos, redesenhando os processos de operação e manutenção, através do desenvolvimento de todo o pessoal envolvido.

A ideia é basicamente ter uma produção perfeita, garantida pela manutenção dos equipamentos realizada melhor forma possível, onde os objetivos principais são:

- Eliminar qualquer parada indesejada (seja provocada por uma falha de manutenção ou falha operacional);
- Não diminuir o ritmo operacional e manter a produção sempre no ritmo mais alto possível;
- Qualidade 100%! Não produzir nenhum produto com defeito, tudo dever ser perfeito;
- Zero acidentes de trabalho.

Para Imai (1990, p. 2) “O TPM é um método de gestão que identifica e elimina perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração dos produtos de alta qualidade a custos competitivos”.

O TPM combina as manutenções pró-ativas, preditivas e preventivas de uma forma que maximiza a performance e eficiência operacional dos equipamentos. Ele mescla as habilidades do pessoal de manutenção e produção, colocando uma forte ênfase no desenvolvimento técnico dos operadores para que eles possam ajudar a manter seus equipamentos.

A implementação da metodologia TPM em uma fábrica é um processo que requer tempo, disciplina e bastante capacitação das pessoas envolvidas. A capacitação e multiplicação das informações com certeza são os pontos mais importantes e que definirão o sucesso do programa. O trabalho em equipe também é fundamental, cria-se um nível de responsabilidade dos operadores e mantenedores sobre o equipamento, onde cada funcionário “adotará” um equipamento e tudo que acontecer de anormal com aquele equipamento será de responsabilidade daquele funcionário.

No Brasil, o TPM foi introduzido somente em 1981 por Nakajima, também conhecido como o “pai do TPM”.

Desde a sua introdução na Toyota Nippondenso até os dias atuais, toda a metodologia TPM tem passado por profundas mudanças estruturais, as quais são fortemente dependentes da presença de todos os desenvolvimentos tecnológicos com o decorrer dos anos. Assim, a filosofia do TPM pode ser subdividida em TPM de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> geração.

Segundo o JIMP (2000), o TPM se apresenta em três fases: A Primeira na qual foi iniciado no Japão, onde tinha seu foco na produção caracterizado pelo ideal de quebra zero e possuía cinco pilares (Figura 1). A segunda em 1989, na qual foi um aprimoramento da anterior, conhecida como TPM 2<sup>a</sup> geração traduzida a visão aplicada para toda a empresa sustentada em oito pilares e trazia o compromisso de chegar a perda zero. E a terceira, conhecida como 3<sup>a</sup> geração do TPM em 1997, que propunha satisfação global adicionada no rendimento e á redução de custos, também desenvolvida em oito pilares.

O TPM evolui para a 4ª Geração, se estendendo além da produção, atingindo setores como logística e administrativos (companhia como um todo). As análises de perdas tornam mais abrangentes, englobando perdas por máquinas, processos, pessoas e produtos.

### 2.1.2. Passos Para Implantação do TPM.

O TPM é geralmente elaborado em quatro passos (preparação, introdução, Implementação e consolidação). Com o objetivo de simplificar a realização as 4 fases são divididas em 12 passos ou momentos identificando se “As 12 Etapas Para a Implementação do TPM”. Uma atenção na implantação das 12 etapas é que a extensão da área ou setor não atinge muito no tempo de implantação e sim a cultura das pessoas e o estado real em que se encontra a fábrica e os equipamentos.

FASE	ETAPA	ELEMENTOS BÁSICOS
Preparação	1. Decisão de alta administração (Diretoria)	Comprometimento da alta administração
	2. Treinamento inicial	Cursos / Palestras / Teatro para todos os níveis hierárquicos
	3. Estrutura organizacional do TPM	Formação de comitês e pequenos grupos
	4. Estabelecer diretrizes	Objetivos / Indicadores de metas
	5. Plano diretor	Planejamento para implantação
Introdução	6. Partida do TPM	Comunicação formal das diretrizes (convite a empresas afiliadas, fornecedores e clientes)
Implantação	7. Estruturação dos pilares para confiabilidade do sistema produtivo	Busca da máxima eficiência produtiva dos equipamentos existentes
	7.1 Melhoria específica	Eliminar as grandes perdas atrás de pequenos grupos multifuncionais
	7.2 Manutenção autônoma	Aumento da capacidade técnica do operador
	7.3 Manutenção planejada	Quebra/falha zero
		Restauração da confiabilidade
	7.4 Educação e treinamento	Elevar os níveis de conhecimento
		Mudanças culturais e reeducação
	8. Controle inicial	Minimização das ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos
	9. Manutenção e qualidade	Eliminar defeitos em produtos / Defeito zero
	10. TPM nos Departamentos Administrativos	Maximização da eficiência administrativa
Informações confiáveis		
11. Segurança, Higiene e Meio Ambiente	Zero acidentes / Zero poluição	
Consolidação	12. Aprimoramento	Corrigir desvios
		Novas metas

**Tabela 1- Passos para implantação do TPM**

Fonte: Adaptada da apostila O Facilitador e o TQP da Loss Prevention Consulting & Training (2004)”

## **1ª Fase - Preparação (passos 1-5):**

De acordo com Suzuki (1994), esta fase se inicia com a decisão da diretoria de realizar a implantação da TPM e é finalizada quando o plano mestre de desenvolvimento que, para o autor, é formulado e executado de acordo com os cinco passos que seguem:

**Passo 1** - A alta direção da empresa declara a decisão da implantação da TPM;

No início de tudo a alta gerência anuncia a decisão de introduzir o TPM na fábrica em uma reunião interna ou uma publicação no jornal interno da empresa. É importante reforçar que esta decisão deve declarar a intenção de ver a implantação do TPM até o fim e de que será fornecido todo o suporte físico e organizacional que sejam necessários para resolver prováveis problemas que possam surgir durante a implantação.

**Passo 2** - Iniciam-se as atividades de educação, treinamento e divulgação;

A decisão de introduzir o TPM na fábrica, nesta etapa, os conceitos do TPM devem ser disseminados pela organização a fim de promover o conhecimento e os desafios envolvendo a implantação da ferramenta. Deve-se realizar campanhas, seminários e palestras em toda a empresa, sempre com o apoio da gerência.

**Passo 3** - Etapa de organização e promoção da TPM;

Criar uma Organização da Promoção do TPM trata-se de estabelecer uma coordenação do TPM através de comitês compostos por membros permanentes que se sobrepõem, ou seja, participantes dos comitês de chão de fábrica possuem líderes que participam dos comitês de nível gerencial. A função dos comitês são: Realizar campanhas, planejar e promover as atividades do TPM.

**Passo 4** - Estabelecimento dos objetivos e diretrizes;

Estabelecer políticas e Metas Básicas do TPM, as metas devem ser estabelecidas nesta etapa através de uma linha base para a implantação do TPM considerando o médio e longo prazo. Devem ser estabelecidas metas desafiadoras, mas também alcançáveis e o médio e longo prazo devem ser considerados.

Alguns exemplos de metas que podem ser estabelecidas:

- Número de paradas: 30 por mês;
- Tempo entre pequenas paradas: 2 horas ou mais;
- Taxa de desperdício de material: 5%;
- Número de acidentes por Parada: 0.

**Passo 5** - Elaboração do plano-mestre de desenvolvimento.

A criação de um Plano Mestre para a implantação do TPM na formulação do plano, devem ser consideradas as metas definidas na etapa anterior onde as atividades deverão ser definidas a fim de atingi-las. A pergunta que devemos nos fazer olhando para a nossa organização é: O que devemos fazer para alcançar nossas metas? Como todo planejamento, as atividades levantadas nesta etapa devem ser orçadas e supervisionadas quando forem executadas. O plano mestre deve ser aprovado por todos antes de ser colocado em prática.

**2ª Fase - Introdução (passo 6):** A fase de introdução é o sexto passo do processo - o lançamento do projeto. Esta fase serve para a promoção da metodologia, é o momento em que a alta administração apresentará a decisão da implantação, os objetivos da mesma, metas e planos de implementação que foram definidos durante a fase de preparação (TENÓRIO; PALMEIRA, 2002).

Após aprovação do plano, é hora de fazer acontecer. Para dar maior embasamento, é importante que haja uma reunião nesta fase liderada pela Gerência a fim de motivar os colaboradores e mostrar o planejamento e as metas desejadas, fazendo com que todos visualizem o ganho que será adquirido após a implantação das atividades.

**3ª Fase - Implantação (passos 7 à 11):** Nesta etapa inicia-se a efetiva implementação da TPM no setor produtivo, que é baseada em oito pilares de sustentação conforme ilustrado na Figura 1:

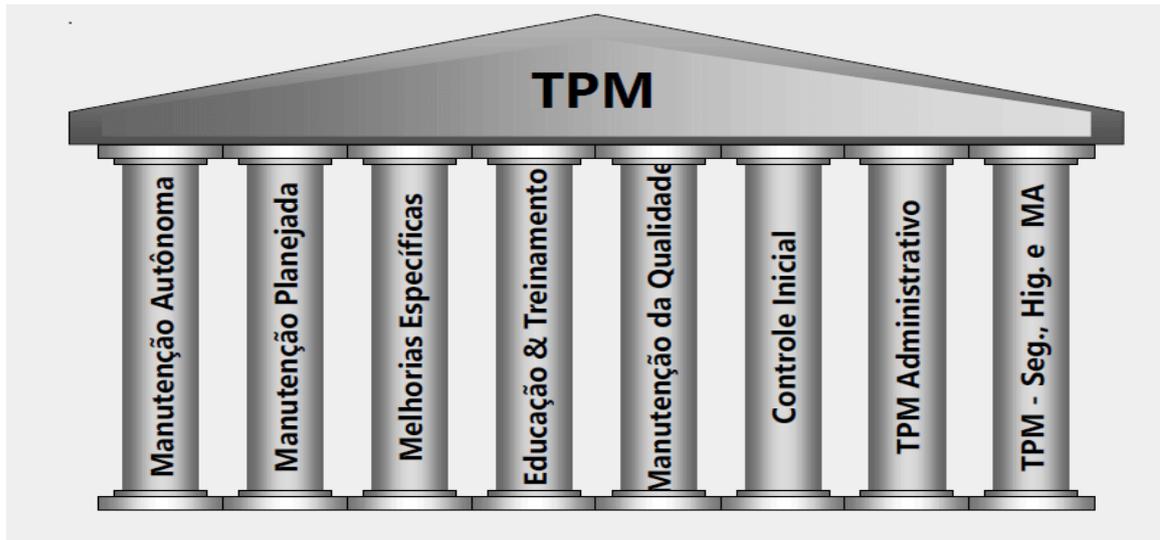


Figura 1 – Pilares do TPM

Fonte: <https://ctlean.com.br/os-8-pilares-do-tpm/> (acesso em 02/05/2020).

**Passo 7 (Implantação dos Pilares Produtivos)** – Segundo Nakajima (1989), no sétimo passo tem-se a implantação dos quatro primeiros pilares de sustentação da TPM: Melhoria Específica, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Treinamento. Os passos buscam como resultado a melhoria da produtividade, com redução de custos e melhoria da qualidade.

**Passo 7.1 (Pilar "Melhoria Específica")** - na implementação de atividades e melhoria através de times multifuncionais compostos por diferentes conhecimentos (manutenção, operação, engenharia). Devem ser executadas atividades que minimizem os níveis de perdas a fim de atingir as metas definidas na etapa 4. Para Suzuki (1994), as melhorias específicas, também chamadas de melhorias focadas, são um tipo de atividade realizada por equipes de projeto compostas por colaboradores tais como multifuncionais (operário líder de uma das equipes de produção), equipe de manutenção e operadores.

**Passo 7.2 (Pilar "Manutenção Autônoma")** - Manutenção Autônoma implementa atividades em que os operadores se envolvam nas rotinas da manutenção. Estas atividades são implantadas em passos. A manutenção autônoma é o conjunto de ações e medidas tomadas pelos operadores no sentido de acompanhar e maximizar a vida dos equipamentos que operam através da conscientização de sua importância no processo de manutenção do mesmo (SALTORATO; CINTRA, 1999).

**Passo 7.3 (Pilar "Manutenção Planejada")** - Objetiva a estruturação de atividades para a manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção planejada e manutenção preditiva. Segundo Suzuki (1994), a manutenção planejada aborda três formas de manutenção:

pós-quebra, preventiva e preditiva. A finalidade de realizar a manutenção preventiva e preditiva é eliminar as quebras. Porém, mesmo quando se realizam essas manutenções ainda há ocorrência de quebras inesperadas. Tais quebras revelam erros nos planos de manutenção e mostram que existem medidas ineficazes de prevenção das mesmas.

**Passo 7.4 (Pilar Treinamento)** – Devem ser realizados treinamentos a fim de elevar os níveis de conhecimento sobre o TPM, dos equipamentos e de manutenção dos líderes de produção permitindo aos mesmos que transmitam este conhecimento aos seus subordinados. Este pilar tem o intuito de auxiliar na ampliação do conhecimento técnico e nesta mudança em relação ao comportamento, através do aprendizado de modo simples sem complexidade (TENÓRIO; PALMEIRA, 2002).

**Passo 8 (Pilar "Gestão Antecipada")** ou controle inicial - de novos produtos e equipamentos nesta etapa foca na execução de atividades que objetivam alcançar rapidamente e economicamente produtos que são fáceis de se fazer e equipamentos que são fáceis de se usar. Aqui devem ser feitas análises para os produtos e equipamentos atuais e os que serão desenvolvidos a fim de que estes já sejam produzidos nos conceitos do TPM. De acordo Tenório e Palmeira (2002), a gestão antecipada pode ser considerada como um sistema de controle para novos produtos, equipamentos e empreendimento. Esta tem como finalidade a eliminação de problemas nos novos equipamentos e instalações, desde a especificação até a sua entrada em operação, aumentando assim a eficiência nos novos empreendimentos, reduzindo prazos e lidando com o mínimo de problemas

**Passo 9 (Pilar "Manutenção da Qualidade")** - objetiva a implantação e a execução de atividades relacionadas a qualidade que asseguram a qualidade desde o início do processo de produção eliminando os defeitos dos produtos e mantendo os níveis de controle. A manutenção da qualidade tem como objetivo garantir a fabricação de produtos com qualidade e prevenir os defeitos através dos processos e equipamentos. As características de qualidade estão influenciadas principalmente pelos quatro incentivos de produção: equipamentos, materiais, ações das pessoas (habilidades) e métodos. Considera-se então que, se os equipamentos ou instalações estiverem em condições de produzir com a máxima qualidade, conseqüentemente os produtos acabados terão a conformidade esperada, a qualidade desejada (SUZUKI, 1994).

**Passo 10 (Pilar "TPM nos departamentos administrativos e de apoio")** - nada mais é do que a Implantação de atividades com o objetivo de fortalecer as funções dos próprios departamentos melhorando suas próprias organizações e cultura. As atividades devem ter como objetivo criar uma “fábrica de informações” e devem ser tomadas ações de forma a tornar mais eficiente o fluxo de informação. - Segundo Suzuki (1994), os departamentos administrativos e de apoio tem papel importante, como suporte a produção. As atividades de TPM realizadas por esses departamentos não devem somente apoiar o TPM da planta, estes devem também reforçar suas próprias funções melhorando sua organização e cultura

**Passo 11: (Pilar "Segurança, saúde e meio ambiente")** consiste em Implantar atividades que busquem Zero acidentes e Zero poluição, assegurando a segurança a prevenção de impactos ambientais. O passo segurança, saúde e meio ambiente é um requisito muito importante considerado pela TPM, pois busca eliminar os acidentes promovendo a segurança dos operadores. Os estudos de operacionalidade combinados com os treinamentos para prevenir acidentes e as análises de falhas são meios eficazes para tratar estes assuntos (SUZUKI, 1994). Tenório e Palmeira (2002) complementam que também é importante o desenvolvimento de atividades de preservação ambiental, identificando os impactos causados ao meio ambiente e, através de palestras, eventos ou outros meios, conscientizar os empregados da comunidade, demonstrando os resultados obtidos e as prevenções realizadas.

**4ª Fase - Consolidação (passo 12):** nesta etapa visa manter os níveis alcançados e estabelecer novas metas e desafios superiores, buscando sempre a melhoria contínua.

Algumas formas de manter os níveis são:

- Estabelecer times fortes nos comitês que promovem o TPM;
- Enfatizar metodologias de melhoria contínua;
- Candidatar a empresa à premiações a nível nacional ou internacional por boas práticas em ferramentas de produtividade.

A consolidação é a fase em que ocorre a execução plena das atividades planejadas. Esta fase tem como principal objetivo manter os níveis e resultados que foram obtidos pela organização, manter os processos sistematizados e incentivar a continuidade das atividades dos pequenos grupos. A alta administração deve buscar, sempre, a melhoria contínua por meio de objetivos e metas mais elevados (TENÓRIO; PALMEIRA, 2002).

## **2.3. Pilares do método TPM**

### **2.3.1. 5S**

Os cinco sentidos que dão nome ao Programa 5S têm sua origem nas iniciais das palavras japonesas seiri seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. Em português são conhecidos como os sentidos de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina. O 5S é um sistema organizador, mobilizador e transformador de pessoas e organizações. Assim como as filosofias do just-in-time (no tempo certo), kaizen (melhoria contínua), controle de qualidade total, jidoka (autodetecção) e manutenção produtiva total, o 5S também aponta para a melhoria do desempenho global da organização (Masiero). De acordo com Silva (p.23), "o 5S deve ser implementado com o objetivo específico de melhorar as condições de trabalho e criar o ambiente de qualidade". Encaminha-se para um espaço de trabalho limpo e bem organizado e é prévio a qualquer outra inovação que objetive melhorar as condições de trabalho e a qualidade dos produtos e serviços, envolvendo o cotidiano de toda organização.

A satisfação do cliente, qualidade, segurança, motivação e a economia de recursos escassos são as metas principais deste programa. Propõe criar as condições básicas ao desenvolvimento de organizações responsáveis socialmente, sem perder de vista o seu objetivo principal, seja este o lucro ou a utilização plena dos seus recursos. De acordo com Campos (p.28), "o 5S promove o acultramento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade".

A motivação coletiva é um conceito-chave neste sistema. Motivar as pessoas para a ação, para agir com entusiasmo e para comprometer-se dando o melhor de si são requisitos fundamentais para alcançar a qualidade total. Como afirma Silva (p.23), "somente quando os empregados se sentirem orgulhosos por terem construído um local de trabalho digno e se dispuserem a melhorá-lo constantemente, ter-se-á compreendido a verdadeira essência do 5S".

Os objetivos centrais do processo 5S consistem em melhorar o ambiente de trabalho, promovendo o bem-estar dos funcionários e aumentando sua autoestima; racionalizar o uso de documentos, materiais e equipamentos; reduzir custos e agilizar os processos de trabalho; facilitar a participação de todos e o inter-relacionamento pessoal, estimulando a execução de tarefas em equipe, e contribuir para a melhoria da imagem da instituição (Osada, Ribeiro, Rosa

e Bolson). Para atingir estes objetivos, o programa firma-se nos cinco sentidos já mencionados, a serem examinados a seguir.

O sentido de utilização, segundo Silva e Prazeres, favorece a eliminação do desperdício de inteligência, tempo e matéria-prima. Significa usar os recursos disponíveis, com bom senso e equilíbrio, evitando desatualizações e carências. Todos os funcionários devem identificar e manter no seu lugar os itens verdadeiramente úteis ao seu serviço. Ribeiro, assim como Osada, denominam este primeiro sentido, sentido de organização, enfatizando o objetivo de separar as coisas necessárias das desnecessárias a partir de critérios de estratificação, classificando os objetos segundo a ordem de importância.

O sentido de ordenação, para Silva (p.41-42), facilita o desenvolvimento do primeiro sentido, ao diminuir o tempo de busca dos objetos. Implica "dispor os recursos de forma sistemática e estabelecer um excelente sistema de comunicação visual para o rápido acesso a eles". Para Prazeres, este sentido consiste em dar lugar a cada item e colocar cada item em seu lugar, padronizando as nomenclaturas e evitando, assim, mais de uma interpretação para o mesmo objeto. Segundo Osada (p.27-28), este sentido, denominado por ele princípio de arrumação, "significa colocar as coisas nos lugares certos ou dispostas de forma correta para que possam ser usadas prontamente. É uma forma de acabar com a procura de objetos". Enfatiza o gerenciamento funcional e permite que se encontre o que se precisa quando se quer. Busca formular regras claras que governem a estratificação, permitindo um leiaute flexível que possa ser alterado, de maneira a impedir a formação de labirintos e aumentar a eficiência.

O sentido de limpeza, de acordo com todos os autores mencionados, pode ser definido como a eliminação da sujeira sob todos os aspectos, incluindo a boa preservação dos equipamentos, ambiente de trabalho limpo, com agradável sensação de bem-estar e eliminação de estoques desnecessários. Pode ser feita pelos próprios funcionários, cada um tornando-se responsável pela manutenção de seu espaço. A limpeza é considerada uma oportunidade para o monitoramento, inspeção ou reconhecimento do local de trabalho, permitindo descobrir e atacar as causas da sujeira e facilitando, desta forma, a criação de um ambiente impecável (SILVA, PRAZERES, OSADA, RIBEIRO).

O quarto sentido é denominado de formas diferentes segundo os diversos autores citados: sentido da saúde, higiene ou padronização. Silva considera que este refere-se ao estágio alcançado com a prática dos três sentidos anteriores, acrescido de hábitos rotineiros de higiene, segurança

no trabalho e saúde mental. Segundo ele, excesso de materiais, má ordenação e sujeira são, reconhecidamente, causas de acidentes de trabalho e estresse. Combater essas causas já significa grande iniciativa para conservar a vida da empresa e dos empregados em boas condições. Para Ribeiro, o seiketsu é traduzido como asseio, o que implica conservar a higiene, sem descuidar os estágios de organização, ordem e limpeza alcançados, padronizando hábitos, normas e procedimentos. Já para Osada (p.31), este quarto senso consiste na padronização, objetivando manter a organização, a arrumação e a limpeza contínua e constantemente. Enfatiza o gerenciamento visual, a manutenção das condições-padrão, permitindo agir com rapidez.

O quinto e último senso, o senso de disciplina, procura a manutenção da nova ordem estabelecida. Implica cumprir rigorosamente as normas e tudo aquilo que for decidido pelo grupo. Considera-se a disciplina como um sinal de respeito aos outros. À medida que as pessoas se mantêm comprometidas com o fiel cumprimento dos padrões técnicos e éticos, é produzida uma evidente melhoria individual e organizacional. Este último senso apregoa a luta permanente para manter e melhorar os quatro sentidos anteriores e a capacidade de fazer as coisas como devem ser feitas, demonstrando como, em definitivo, os cinco sentidos estão interligados (SILVA, RIBEIRO, OSADA).

### **2.3.2. Pilar Educação e Treinamento**

A implantação do TPM requer um plano de gestão inicial de treinamentos, assim o pilar de Educação e Treinamento, considerado um dos pontos principais da metodologia TPM, adota a responsabilidade da gestão do controle do conhecimento dos operadores, mantenedores e líderes inseridos no TPM, que objetiva reduzir perdas por falha humana por meio de treinamentos, capacitações, aquisição de habilidades e autoestima (BLANCHARD, 1997).

O pilar de E&T possui quatro objetivos principais: melhorar as habilidades pessoais referente à tecnologia e controle de qualidade, desenvolver funcionários multi-habilitados, alinhar os funcionários com os objetivos organizacionais e executar avaliações periódicas com a atualização das habilidades dos funcionários (AHUJA e KHAMBA, 2008).

BOHORIS *et. al.* (1995) afirmam que a proposta de investir nas pessoas é a busca por resultados futuros na melhor utilização dos sistemas produtivos, maior qualidade no produto produzido e custos minimizados de manufatura.

Os treinamentos são, na maior parte, realizados no local de trabalho (*on the job training*

- OJT), mas para assegurar o desenvolvimento das habilidades é importante um ambiente que proporcione o autoaprendizado, sendo mais eficiente do que treinamentos teóricos. Além disso, a capacitação deve estar ligada às tarefas executadas no local de trabalho e os materiais de estudo devem satisfazer as necessidades vivenciadas nos postos de trabalho (XENOS, 1998).

Segundo SUZUKI (1994), muito treinamento em sala é ineficiente. Entretanto, não se pode descartar a importância dos treinamentos teóricos, sendo possível avaliar o que cada funcionário adquiriu de habilidade e verificar as lacunas que precisam ser reforçadas.

Contudo, WIREMAN (2004) afirma que não é objetivo do pilar de E&T capacitar os operadores a tornarem-se mantenedores, mas capacitá-los a serem cooperadores da equipe de manutenção, por outro lado, WILLMOTT e MCCARTHY (2001) afirmam que o pilar de E&T deve capacitar os operadores a efetuarem reparos em seus equipamentos, auxiliando e, em alguns casos, assumindo o papel de mantenedor.

Os profissionais de Recursos Humanos são os responsáveis por apoiar diretamente este pilar, pois são responsáveis diretos para revisar a descrição de cargos dos operadores, incluindo as novas atribuições que terão na prática do TPM.

O pilar de E&T é responsável por elaborar uma matriz de habilidades (figura 2) a partir do levantamento de necessidades e das habilidades atuais de cada operador. Posteriormente, deve ser feito um cronograma de treinamentos (AHUJA e KHAMBA, 2008).

Uma classificação em quatro níveis de habilidades e conhecimento foi desenvolvida para avaliar o conhecimento e o desenvolvimento dos colaboradores (SUZUKI, 1994).

**Nível 1:** Falta conhecimento teórico e habilidade prática - profissional precisa ser ensinado;

**Nível 2:** Conhece a teoria, mas não a prática - profissional precisa de treinamento prático;

**Nível 3:** Tem muita prática, mas não teoria - profissional tem conhecimento, mas não está apto a treinar outros;

**Nível 4:** Tem muito conhecimento teórico e habilidade prática - profissional está capacitado para treinar outros.

Nível	Descrição	Critério	Símbolo
0	Não Faz	Conhecimento e experiência insuficientes.	
1	Conhece	Tem todas as instruções necessárias e materiais de referência. Também possui familiaridade com as ferramentas necessárias.	
2	Faz o Básico	Recebeu instrução e capacitação de um instrutor nível 4. Executa a atividade corretamente mas ainda não é qualificado pelo instrutor.	
3	Pratica	Executa perfeitamente, é capacitado e é qualificado pelo instrutor do nível 4.	
4	Ensina	Ensina e monitora as atividades das outras pessoas.	

**Tabela 2 - Níveis de capacitação**

Fonte: <https://www.citissystems.com.br/capacitacao-tecnica-tpm/> (acesso em 21-11-20)

Habilidade / Nome		Amarildo	Evandro	Fábio	José	Pedro	Paulo	Tiago	Umberto
<b>Básico</b>	Manejo e Conhecimento dos Utensílios	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento de Parafusos e Porcas	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento das Chavetas	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Método de Fixação e Conhecimento do Cubo e Eixo	<input checked="" type="checkbox"/>							
<b>Capacitação Técnica</b>	Técnica e Conhecimento de Marcação	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Técnica e Conhecimento de Limagem	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Técnica e Conhecimento de Ajuste das Dobras	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Técnica e Conhecimento de Solda	<input checked="" type="checkbox"/>							
<b>Instalação</b>	Manejo e Conhecimento do CAME e catraca	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento de Cremalheira, Pinhão e Engren	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Instalação, regulagem e conhecimento equipamento	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Capacidade de julgamento de quebra/falha repentina	<input checked="" type="checkbox"/>							
<b>Pneumática / Hidráulica</b>	Manejo e conhecimento de controlador de vel, fluxo e válvula	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e conhecimento de filtros de ar	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento de Válvulas e Cilindros	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento de Tubulações e Conexões	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Manejo e Conhecimento de Acumuladores	<input checked="" type="checkbox"/>							
<b>Desenho/ Lubrificação</b>	Conhecimento de desenho e lubrificação	<input checked="" type="checkbox"/>							

**Tabela 3- Matriz de habilidades**

Fonte: <https://www.citisystems.com.br/capacitacao-tecnica-tpm/> (acesso em 21-11-20)

Lição Ponto a Ponto - A LPP é um formulário onde é aplicado um método de treinamento, visando ensinar um determinado tema de maneira objetiva, em pouco tempo, e deve ser aplicado para: ampliar o conhecimento de forma prática e descontraída, a qualquer período do dia; possibilitar a compreensão de maneira fácil a qualquer pessoa e num curto tempo; possibilitar o autoaprendizado, por ser elaborado pela própria pessoa, permitir o desenvolvimento conjunto do treinando e do treinador, e elevar a competência do grupo (RIBEIRO, 2003).

### 2.3.3. Segurança, Saúde e Meio Ambiente

O pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE) é o responsável pelo estabelecimento do sistema de gestão que objetiva o nível zero de acidentes ambientais e de trabalho, garantindo a preservação da saúde e bem estar dos funcionários e do meio ambiente. Tem suma importância já que por meio das leis e de requisitos ambientais e de segurança do

trabalho torna-se obrigatória a prevenção de acidentes. Para isso, é necessário garantir confiabilidade do equipamento, prevenir erros humanos e eliminar acidentes e poluição (BORMIO, 2000).

A implementação completa do TPM melhora a segurança de muitas maneiras, já que os pilares básicos do TPM já tratam direta e indiretamente dos aspectos de Segurança e Meio Ambiente, além da atuação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) (RIBEIRO, 2010).

A utilização de algumas estratégias contribui diretamente para ter-se um local de trabalho seguro (RIBEIRO, 2010):

#### **2.3.4. Manutenção Autônoma**

O Pilar de Manutenção Autônoma, segundo Carrijo (2008), é o primeiro Pilar a ser implantado de forma a ser o guia para os demais Pilares. O Pilar tem como objetivo, desenvolver o conhecimento dos operadores e criar novas regras de pensamento autônomo. Tendo como ponto de vista dos equipamentos, estabelecer um bom ambiente de produção no qual as anomalias são identificadas e eliminadas rapidamente. Conseguindo assim também atingir níveis reduzidos de quebras, falhas e defeitos nos equipamentos, mediante forte envolvimento de Grupos Autônomos. Com a implantação do Pilar também é determinada as condições ideais de limpeza, inspeção e conservação, por meio do estabelecimento de procedimentos padronizados.

Segundo Suzuki, “a manutenção autônoma inclui qualquer atividade realizada pelo departamento de produção que tenha função de manutenção e tenha a intenção de manter a planta operando eficazmente e estavelmente para atender os planos de produção.” Este pilar tem como função reestabelecer a condição básica do equipamento, além de prever, medir e prevenir a deterioração do mesmo. Isso é feito a partir de inspeções, limpezas e manutenções, para isso devem ser criadas rotinas e deve haver troca de conhecimento entre manutenção e operação. (SUZUKI, 1994).

O pilar de manutenção autônoma organiza os funcionários em pequenos grupos, denominados Grupos Autônomos, que tem como função cuidar dos equipamentos, identificar as perdas dos processos além de identificar, sugerir e implantar melhorias (LAMPKOWSKI;

MASSON; CARRIJO, 2006). De acordo com Suzuki (1994) o pilar de manutenção autônoma está entre os pilares mais importantes para a metodologia TPM.

A manutenção autônoma é o conjunto de ações e medidas tomadas pelos operadores no sentido de acompanhar e maximizar a vida dos equipamentos que operam através da conscientização de sua importância no processo de manutenção do mesmo (SALTORATO; CINTRA, 1999).

Operadores com competência para manutenção autônoma devem ser capazes de (NAKAJIMA, 1989):

- Descobrir as causas das anormalidades por meio do conhecimento das funções e estruturas das máquinas;
- Consertar ou melhorar os pontos inconvenientes em seu equipamento;
- Compreender a relação entre o equipamento e a qualidade, para prever possíveis anomalias e definir as condições do equipamento;
- Executar pequenos consertos e cumprir as medidas para manutenção (limpeza, lubrificação e inspeção) do equipamento.

O pilar da Manutenção Autônoma tem como objetivo desenvolver nos operadores o cuidado e o zelo com suas máquinas e equipamentos, tendo os mesmos a capacidade de inspecioná-los e detectar eventuais problemas existentes. Nesse pilar, os operadores passam a ter liberdade de ação, autogerenciamento e controle de seus meios de produção. Segundo Ribeiro (2010), o pilar Manutenção Autônoma é dividido em sete etapas, ou passos, como apresentado na sequência:

**Passo 1** (Limpeza Inicial): nesse passo os operadores limpam e inspecionam suas máquinas e equipamentos com o objetivo de resolver possíveis problemas no curto prazo; com isso o operador passa a conhecer melhor seu equipamento e a cuidar mais do mesmo; nesse passo geralmente também se adota a abertura de etiquetas (abordado com detalhes no item 6.5), que tem como objetivo auxiliar na detecção de problemas nas máquinas e equipamentos;

- Passo 2** (Eliminar as fontes de sujeira e locais de difícil acesso): nesse passo cabe atacar as fontes geradoras de sujeiras e que possam contaminar o operador ou o ambiente de trabalho; nessa etapa os locais de difícil acesso devem ser eliminados, com o objetivo de facilitar os serviços de operação e manutenção;
- Passo 3** (Padrões de Limpeza e Lubrificação): o objetivo é buscar o estado ideal do local de trabalho, com a padronização da inspeção e lubrificação;
- Passo 4** (Inspeção Geral): nessa etapa os operadores devem ser treinados em manutenções básicas de suas máquinas e equipamentos; é importante o comprometimento dos líderes das áreas na liberação dos operadores para esses treinamentos;
- Passo 5** (Inspeção Autônoma): trata da criação dos procedimentos e dos check-lists (listas de verificação) definitivos dos equipamentos;
- Passo 6** (Organização e Ordem): nesse passo é onde o 5S se torna mais evidente e mais usado, pois ele trata da organização dos locais ao redor das máquinas e equipamentos, bem como utilização correta dos recursos, da verificação de layout, do controle de estoque, da verificação da área, entre outros aspectos;
- Passo 7** (Consolidação da Manutenção Autônoma): serve para consolidar as atividades da Manutenção Autônoma através da criação de um calendário anual de verificação dos passos, juntamente com a melhoria na habilidade dos operadores em cuidar de suas máquinas e equipamentos.

Segundo SUZUKI (1994), a Manutenção Autônoma é um processo de capacitação de operadores, tornando-os aptos a manter os equipamentos em situação básica e sugerindo melhorias, mudando o conceito de “eu fabrico, você concerta” para “do meu equipamento cuido eu”.

Para Suzuki (1994) frequentemente ocorrem conflitos entre os departamentos de manutenção e produção. Quando a produção para devido a falhas do equipamento, a produção se queixa amargamente: “a manutenção não faz o seu trabalho”; “demora demais para reparar o equipamento”; ou “este equipamento é tão antigo, que não há que se surpreender caso quebre”. Assim mesmo, dizem que estão muito ocupados para fazer as vitais inspeções diárias.

Uma vez definido o equipamento modelo, é de suma importância que AM trabalhe junto com o pilar de segurança para garantir que todas as atividades serão feitas de modo correto e seguro. Dessa forma é necessário um treinamento de aplicação correta de LOTO (Lock out and Tag out) que garantira energia zero no equipamento quando necessário. Em seguida deve-se criar ou revisar o padrão de gerenciamento de riscos de equipamento de forma a identificá-los e criar medidas para eliminar qualquer possível risco de segurança. Por fim, é importante promover um treinamento para o entendimento básico das suas funções, componentes e princípios de operação do equipamento (YAMASHINA, 2014).

### **2.3.5. Pilar Melhoria específica**

O pilar Melhorias Específicas focaliza o gerenciamento do equipamento e do processo, especialmente a sua melhoria. Ele tem a particularidade de aplicar técnicas de solução de problemas e pequenos grupos, além de necessitar da participação de operadores, pessoal da Manutenção, supervisores e engenheiros (podendo envolver também o pessoal da Logística). Algumas empresas dão a este pilar a denominação de Melhorias Específicas, Melhorias Focadas ou de Kaizen. Na prática é um pilar que visa identificar, medir e atacar as perdas, (RIBEIRO,2016).

Segundo Shirose (1992, p. 20), o pilar ME tem como metas alcançar a “meta zero” (zero quebra e zero defeito) e levar os equipamentos à disponibilidade ótima. É importante que se destaque que essa é uma meta orientadora, pois, ainda que a condição “zero” seja atingível por longos períodos, é improvável que isso perdure indefinidamente.

Para um bom sucesso desse pilar é necessário observar quais são as grandes perdas nos processos, e como atacá-las, assim garantindo melhorias nos índices de perdas e falhas. Desta maneira sendo necessário verificar quais ferramentas se encaixam melhor para sanar as principais perdas.

NASCIF e KARDEC, 2009 apud Alves e Oliveira, 2014 p. 6), este pilar significa focar a melhoria global do negócio, procurando reduzir os problemas para melhorar o desempenho. Com o aumento da eficiência dos equipamentos, é possível obter a eliminação das perdas. Este pilar também é responsável por gerenciar as modificações sugeridas pelos operadores e mecânicos de manutenção, pois a manutenção, se não for devidamente estudada pode trazer danos e prejuízos.

Com o foco e objetivo de desenvolver melhorias contínuas ao processo de manutenção e equipamentos vemos algumas ferramentas que se fazem necessárias para a construção deste pilar.

### 2.2.5.1 OEE (Overall Effectiveness Equipment)

Segundo Ribeiro (2016), a gestão do OEE (*Overall Effectiveness Equipment*), ou seja, o gerenciamento da Eficiência Global do Equipamento nada mais é que uma “gestão das perdas”. Na verdade, o termo correto para plantas de processo contínuo seria Eficiência Global da planta (*Overall Plant Effectiveness*). Porém, como a sigla OEE se tornou mundialmente conhecida, as empresas, literaturas e consultorias continuam usando o termo proveniente de empresas de Manufatura.

Este indicador considerado como a evolução métrica do processo TPM, e mensurada a partir da estratificação das seis grandes perdas, é calculada por meio do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade (NAKAJIMA, 1989).

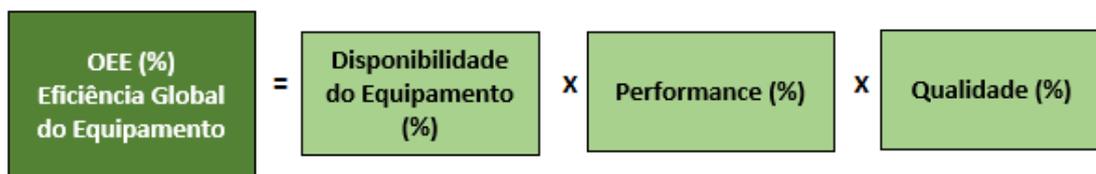


Figura 2- Indicadores do OEE

O indicativo de disponibilidade do equipamento demonstra a porcentagem de tempo em que o equipamento funcionou, também indica a porcentagem de tempo que ficou parado com seus devidos motivos. O desempenho está diretamente ligado com a velocidade das linhas motoras e ociosidade nos recursos administrados, e a qualidade indicam a má qualidade e reprovação do produto feito pelo equipamento (MORAES, 2004).

As equações 1, 2 e 3, a seguir, demonstram as fórmulas para encontrar a disponibilidade, desempenho e qualidade de um equipamento (MORAES, 2004):

$$Disp(\%) = \frac{Tempo\ total\ programado - paradas\ planejadas - paradas\ não\ planejadas}{Tempo\ total\ programado} \times 100 \quad (1)$$

Sendo: o total de tempo na programação do equipamento, sendo usado o tempo baseado na teoria de um processo de produção, ficando dividido em duas 25 bases de cálculo um para: paradas planejadas, e outro para paradas não planejadas.

O desempenho nas operações está relacionado entre o tempo e ciclo de um determinado processo de produção, o mesmo que dependerá do tempo de operação que pode ser afetado por reduções de velocidade e paradas (MORAES, 2004).

$$Perf (\%) = \frac{\text{Tempo teórico do ciclo} \times \text{total de peças produzidas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100 \quad (2)$$

A qualidade pode ser indicada na capacidade do produto estar em boas condições de uso logo na primeira tentativa, a porcentagem está concentrada no número de produtos refugados que sofreram reprocesso posteriormente (MORAES, 2004).

$$Qualidade (\%) = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100 \quad (3)$$

Este demonstrativo indica que a ferramenta OEE não faz parte apenas dos indicadores de operação, mas um englobamento de indicadores envolvidos com toda operação, podendo ser adequado e utilizado para departamentos de altos índices de produção, que se importa com análises de perdas e melhoramentos no processo produtivo (RON, ROODA, 2005).

Segundo NAKAJIMA (1989), se os índices de disponibilidade, performance e qualidade foram constituídos por dados confiáveis, um OEE de 85% ou maior, é considerado um excelente índice de eficiência global para a empresa. É importante ressaltar que muitas das vezes a impressão que se toma de um OEE não é correta. Por exemplo, podemos avaliar um equipamento cuja capacidade é de 10.000 peças/hora, que o índice de disponibilidade é de 70%, o de performance é 70% e o de qualidade é de 70%. Desta forma, algumas pessoas podem ser influenciadas a pensar que este equipamento tem um OEE de 70%, e, portanto, sua produção deve ser de 7000 peças/horas. Entretanto, se considerarmos cada um dos índices individualmente, veremos que esse equipamento trabalha apenas 70% do tempo total disponível

para a produção, dessa forma sua produção cai de 10.000 peças/horas para 7000 peças/horas. Considerando agora o índice de performance de 70%, este número cai para 4900 peças/horas. Por fim, se considerarmos o índice de qualidade onde apenas 70% das peças produzidas são de boa qualidade, podemos dizer que a capacidade final de produção é de 3430 peças/horas, ou seja, um OEE de 34,3%.

### **2.2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito**

Conhecido também como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama “Espinha de Peixe”, esse diagrama mostra a relação entre uma característica entre da qualidade e seus fatores. Na metodologia TPM ele auxilia na identificação das causas dos problemas (KUME, 1993).

O Diagrama de Causa e Efeito é desenhado para representar, de maneira clara, todas as “possíveis” causas que afetam um processo. Normalmente, é elaborado a partir do levantamento de causas, obtidas em reuniões de brainstorming com colaboradores que conhecem as causas e os problemas (RANGEL, 1995).

Segundo Ishikawa (1993), o diagrama de Ishikawa, conhecido também como espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito é uma das ferramentas da qualidade mais importantes no quesito de ações de melhoria contínua e controle da qualidade dentro de um estabelecimento, podendo com ele visualizar várias causas de problema dentro deste estabelecimento.

### **2.2.5.3 Diagrama de Pareto**

Para Avelar (2008), o Diagrama de Pareto é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas. Essa ferramenta é formada por barras verticais tendo como objetivo determinar quais problemas resolver primeiro de acordo com seu valor de escala.

Segundo Peinado e Graeml (2007), esta tese de Pareto foi também examinada por Juran e, no caso específico do controle da qualidade, constatou-se que: “na maioria dos casos, os defeitos e seu custo associado são devidos a um número pequeno de causas”. Costuma-se também dizer que: “O diagrama de Pareto serve para separar os poucos problemas vitais dos muitos problemas triviais”.

#### **2.2.5.4 Gráficos de Controle**

Segundo Ahmad et al. (2014), os gráficos de controle auxiliam na investigação do processo e na diferenciação de situações de controle e fora de controle para diferentes parâmetros de interesse. Sendo assim, estes acompanham uma característica da qualidade conforme sua variabilidade e seu valor médio (TAKAHASHI, 2011).

Para verificar êxito das cartas de controle, Costa, Epprecht e Carpinetti (2005) definem estas como a mensuração da rapidez com que se detectam variações no processo. Ou seja, as cartas de controle buscarão situações adversas do processo e sua eficiência será dada pela velocidade de identificar tais situações.

Para Cunha (2001), são gráficos para examinar se o processo está ou não sob controle. Sintetiza um amplo conhecimento de dados, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, baseado em dados de amostragem.

#### **2.2.5.5 Os 16 Tipos de Perda**

Segundo Ribeiro (2016), o TPM visa maximização do desempenho operacional dos equipamentos e do processo como um todo. Para alcançar este objetivo deve-se eliminar ou reduzir as perdas que acarretam um desempenho deficiente dos equipamentos. Essas perdas são classificadas em 16 tipos, agrupadas didaticamente da seguinte forma:

##### **As perdas que influenciam a eficiência dos equipamentos:**

- 1 Manutenção programada.
- 2 Defeito/falha do equipamento.
- 3 Ajustes do equipamento.
- 4 Troca de ferramental/ gabarito/ molde/ estampo
- 5 Pequenas paradas e ociosidade.
- 6 Redução do desempenho.
- 7 Correção de defeitos.

8 Defeito no início de funcionamento.

**As perdas que influenciam a eficiência das pessoas:**

9 Falhas administrativas (esperar por instruções e por materiais).

10 Falhas operacionais.

11 Desorganização na linha de produção.

12 Falhas da logística.

13 Medições e ajustes excessivos.

**As perdas que influenciam a eficiência da utilização de materiais e energia:**

14 Desperdício de energia

15 Perdas de materiais (defeitos durante a operação, defeitos e refugos no início de operação, cortes de materiais adicionais, peso, excessos).

16 Matrizes, ferramentas, gabaritos, moldes, estampos.

Segundo Nakazato (2001), o TPM tem como objetivo básico, a redução das perdas de uma empresa para aumento do rendimento global dos equipamentos e instalações. Elas são classificadas em 16 grandes perdas, 8 relacionadas a equipamentos e 8 relacionadas a recursos humanos e insumos:

**Perdas relacionadas a equipamentos:**

**1. Perdas por manutenção programada:** Perdas de tempo por desligamento decorrente de: manutenção periódica conforme calendário anual de manutenção.

**2. Perdas por quebra/falha:** Perdas de tempo devido a parada inesperada do equipamento: decorrentes de quebra e falha durante o regime normal de produção

**3. Perdas por set-up e ajustes:** Perdas de hora por máquina existente entre o final da produção de: um produto e o início da produção do próximo produto, livre de defeitos – inclusive os ajustes necessários.

- 4. Perdas por troca de ferramental:** Perdas de tempo decorrido durante a substituição de: ferramentas necessárias a continuidade da produção. Pode ser causado por desgaste normal, quebra ou fim da vida útil.
- 5. Perdas por partida e desligamento:** Perdas de tempo causadas pelos procedimentos de partida após período planejado de inatividade e desligamento para período planejado de parada do equipamento.
- 6. Perdas por espera:** Perdas de tempo causadas pela espera por instrução de ordens de produção ou espera por materiais, mão-de-obra e/ou insumos, de maneira não programada.
- 7. Perdas por baixa velocidade e pequenas paradas e ociosidade:** Perdas de produção, equivalente em tempo, devido a máquina estar trabalhando com velocidade abaixo da projetada ou a pequenas paradas devido a problemas temporários.
- 8. Perdas por defeito e retrabalho:** Perdas de produção, equivalentes em tempo, devido à fabricação de produtos defeituosos descartados ou retrabalho de recuperação ou rebaixamento para o produto de 2º categoria.

#### **Perdas relacionadas a recursos humanos e insumos:**

- 1. Perdas por falha administrativas:** São as perdas de tempo de espera que ocorrem durante os processos administrativos, tais como: espera por materiais, espera por instruções e trabalhos extraordinários.
- 2. Perdas por falhas operacionais:** São as perdas de tempo relacionadas ao não cumprimento dos padrões de trabalho previamente estabelecidos.
- 3. Perdas por falhas de logística:** São as perdas de tempo relacionadas ao excessivo movimento ou deslocamento (layout deficiente, falta de sistemas automatizados, ou mesmo sistemas mal projetados).

- 4. Perdas por desorganização da produção:** São as perdas relacionadas a desorganização da linha de produção que causam movimentos desnecessários, espera ou ainda dificuldades a realização dos trabalhos.
- 5. Perdas por medição e ajustes excessivos:** São as perdas relacionadas a utilização de horas x homem em excessivos controles, medições e ajustes, para evitar a ocorrência de produtos defeituosos.
- 6. Perdas de volume:** São devido a diferença de peso entre todas as matérias-primas e produtos finais (espessuras desnecessárias, sobre metal, refiles, rebarbas, canais de fundição, etc.).
- 7. Perdas por desperdício de energia:** São insumos desperdiçados ou utilizados em excesso, isto é, além do especificado no projeto ou processo, por exemplo: perda de ar-comprimido, vapor, (excesso de temperatura).
- 8. Perdas por baixa eficiência de Moldes e gabaritos:** São perdas de custos indevidos incorridos na fabricação ou reparo de matrizes, gabaritos ou ferramentas, devido ao seu desgaste prematuro, não atingindo a vida útil esperada.

Para que a melhoria específica seja conseguida é aconselhável seguir um procedimento sistemático com uma abordagem planejada cuidadosamente e monitorada dos quatro principais insumos do processo de produção (equipamentos, materiais, pessoal e métodos), o qual garante a sua implementação. Com o seguinte (NAKAJIMA, 1989):

- Selecionar um tópico
- Formar uma equipe de projeto
- Registrar o tópico
- Implementar a melhoria
- Avaliar os resultados

Ribeiro (2016 b, 2014) descreve 10 passos para a implementação deste pilar:

1. Seleção dos equipamentos/processos;
2. Constituição e capacitação dos grupos de trabalho;
3. Levantamento das perdas atuais;
4. Definição dos temas e metas para melhorias;
5. Elaboração do plano de melhorias;
6. Mapeamento das análises e medidas preventivas;
7. Implementação da melhoria;
8. Comprovação dos resultados;
9. Tomada de providência para evitar a recorrência;
10. Disseminação das melhorias implementadas em equipamentos e/ou processos.

#### **2.2.5.6 Capdo**

A realização de trabalhos de identificação e tratamento de falhas, bem como eventuais desvios na produção, deve ser seguida de acordo com o ciclo de melhoria, CAPDo:

C (Check) – Verifica a situação atual;

A (Analysis) – Analisa a situação e identifica as causas do problema ou dificuldade;

P (Plan) – Planeja as ações a serem implementadas;

Do (Do) – Implementa as ações planejadas para eliminar o problema ou buscar a melhoria.



**Figura 3 - Ferramenta CAPDo**

Fonte: <https://www.advanced-eng.com.br/glossario.htm> (acesso em 21-11-20)

Na indústria em estudo, uma das principais abordagens é manter a rotina, ou seja, realizar inspeções pré-determinadas pelo funcionamento dos equipamentos dos quais fazem parte da linha de produção. Dessa forma, após o término da produção, os próprios operadores passam a ser restauradores de suas máquinas.

De acordo com Takahashi e Osada (São Paulo: Instituto IMAM, 2010): Manutenção de rotina também pode ser chamado de manutenção por iniciativa própria, sendo que a sua execução auxiliará na eliminação de três tipos principais de problemas: excesso de sujeira, falta de lubrificação, vazamento de óleo e folga de peças. Algumas atividades incluídas neste tipo de manutenção são: lubrificação; verificação de aperto; inspeção de rotina; monitoramento com base na visão, audição, olfato e tato; limpeza e por último, execução de regulagens simples.

### **2.3.6. Pilar manutenção planejada**

Segundo Lampkowski, Mason e Carrijo (2006), o pilar de Manutenção Planejada tem como objetivo aumentar a eficiência do departamento de manutenção, por meio da identificação, eliminação e prevenção de quebras dos equipamentos. De acordo com os autores, o pilar possui três atividades principais, sendo elas registrar as quebras dos equipamentos,

transferir o conhecimento de atividades básicas de manutenção para a operação e, em conjunto com a operação, implantar melhorias.

De acordo com Ribeiro (2016), a Manutenção Planejada consiste em detectar e tratar as anormalidades dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas. O objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção. Normalmente, quando se fala em TPM nas empresas, há uma tendência em acreditar que as atividades da Manutenção serão repassadas para os Operadores. Este pilar desmistifica esta crença, pois a Manutenção passa a concentrar-se em tarefas que exigem maior especialização. Isto é conseguido por meio da melhoria de tecnologias e habilidades da Manutenção e da melhoria do equipamento, promovida pelo suporte à Manutenção Autônoma, à Manutenção Planejada, à Manutenção Corretiva, às Inspeções Preditivas e a Melhoria do Projeto.

Segundo Ribeiro (2006) as maiores causas de falhas/quebras são as operações e os reparos inadequados provocados por falta de capacitação da equipe de Manutenção. Sem uma maior habilidade técnica dos mantenedores, a confiabilidade e manutenibilidade estarão sempre comprometidas. Por isso é importante que o mantenedor previna erros de reparo (analisando as causas de erros de reparos; melhorando o manuseio do equipamento durante a remoção, desmontagem, reparo, montagem e instalação).

De acordo com Suzuki (1994), a manutenção planejada é composta por cinco tipos de manutenção, sendo elas: manutenção baseada no tempo, manutenção baseada nas condições, manutenção de quebra, manutenção preventiva e manutenção corretiva. O autor afirma que “decidir que manutenção realizar em qual equipamento vai depender das políticas da companhia, de planos de longo e médio alcance, planos anuais, assim por diante”.

A interação e cooperação entre os departamentos de manutenção e produção é de extrema importância para garantir uma manutenção planejada eficaz. (SUZUKI, 1994).

O desenvolvimento da manutenção planejada é composto por 6 passos: 1. Avaliar o equipamento e entender a situação; 2. Reverter a deterioração e corrigir as fraquezas; 3. Construir um sistema de gerenciamento de informação; 4. Construir um sistema de manutenção periódica; 5. Construir um sistema de manutenção preventiva; 6. Avaliar o sistema de manutenção planejada. (SUZUKI, 1994).

ALGUNS CONCEITOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO. (RIBEIRO, 2006):

### **Equipamentos**

Unidade complexa de ordem superior integrada por Conjuntos, Componentes e Peças, agrupados para formar um sistema funcional. Neste livro, equivale ao termo “Máquina”. Também pode ser definido, de maneira mais simples como Conjunto unitário, completo e distinto, que exerce uma ou mais funções determinadas quando em funcionamento.

### **Equipamento Reserva (standby)**

Qualificação de recebe o item, máquina ou sistema pronto para ser utilizado, que permanece em situação de parada, na espera que se produza a falha de outro item, máquina ou sistema em funcionamento, em sistemas operacionais em paralelo.

### **Manutenção**

Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

### **Manutenção Corretiva**

Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam com falhas, para reparar a falha.

### **Manutenção Preventiva**

Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em condições operacionais, ainda que com algum defeito.

### **Manutenção Preditiva**

Todo o trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua eventual degradação. A manutenção preditiva é um dos elementos da Manutenção Preventiva.

### **Manutenção Programada**

Manutenção efetuada de acordo com um programa preestabelecido de acordo com a disponibilidade do equipamento. Pode ser para uma manutenção Corretiva ou Preventiva.

### **Manutenção Planejada**

Manutenção organizada e efetuada com previsão e controle. Difere da Manutenção Programada pelo fato de ser uma estratégia definida baseada na relação custos X benefícios.

### **Melhorias na Manutenção**

O uso e introdução de novos métodos e novas técnicas para tornar as atitudes e os métodos de trabalho mais eficientes e produtivos. A incorporação de modificações ou alterações no seu projeto ou configuração original também caracterizam as Melhorias na Manutenção.

### **Prevenção da Manutenção**

O conjunto de medidas para evitar as ocorrências de manutenção. Atividades que são conduzidas juntamente com o fabricante, desde a fase de projeto do equipamento, visando a reduzir o volume de serviços de manutenção exigido durante a operação, e até reduzir o Custo do Ciclo da Vida (LCC).

### **Custo do Ciclo de Vida (LCC)**

Custo total durante toda a vida do equipamento, produto ou sistema. Somatório dos custos gerados durante o projeto, desenvolvimento, produção, operação, manutenção e processos de apoio.

### **Parada de Manutenção**

Atividades de manutenção preventiva e corretiva executada após uma campanha de uma planta (perda de performance), aproveitando sazonalidades ou para cumprir determinada norma ou legislação.

## **Manutenção por Oportunidade**

Manutenção normalmente não esperada que é efetuada em um item, assim que ele termina um ciclo de operação, que fica parado por falta de matéria-prima, ou manutenção preventiva efetuada em um item em pane, para aproveitar o tempo de parada e aumentar a disponibilidade. É a manutenção que é feita para aproveitar a disponibilidade da máquina pela operação por algum motivo (descanso, falta de programação, folgas férias coletivas, turnos vagos etc.

## **Tecnologia**

Combinação de gerenciamento, finanças, engenharia e outras práticas aplicadas a bens físicos disponíveis, na busca de ciclos de vida econômicos.

## **Tribologia**

Conjunto de conhecimento, técnicas e práticas relativas ao atrito e à lubrificação.

## **Operador-Mantenedor**

É o operador que fará o primeiro atendimento de sua máquina.

## **RCM**

Manutenção Centrada em Confiabilidade – Procedimento usado na Engenharia da Confiabilidade para análise das falhas de equipamentos e seus efeitos, e as providências que devem ser tomadas para adequar a manutenção à esta análise que visa reduzir tarefas de manutenção e adequar programas de manutenção preventiva para a realidade.

## **RCMII**

Marca registrada pela Aladon, que é uma visão modificada da RCM, mais apurada que a RCM original, e voltada para indústria.

## **Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PCM)**

Conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contravalores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetos e da missão da empresa.

## **Ordem de Serviços (OS)**

Solicitação de um reparo feito normalmente pelo usuário do equipamento ou máquina.

## **Ordem de Trabalho**

Instrução escrita que define o trabalho que deve ser realizado pela organização de Manutenção. Define da OS porque é elaborada pela equipe de Manutenção.

## **Procedimento Operacional**

Forma especificada de executar uma atividade de manutenção.

## **Padrões Técnicos da Manutenção**

Conjunto de requisitos da manutenção e respectivos procedimentos operacionais.

## **Classificação de Equipamentos**

São feitas para facilitar o tipo de atendimento pela Manutenção de acordo com determinados critérios:

- Consequência da falha – a) riscos ao ser humano, b) riscos ao meio ambiente, c) riscos de parada total, d) riscos com perda de qualidade, e) riscos de redução de produção, f) falhas sem riscos.
- Necessidade de manutenção – a) preventiva deve ser cumprida, b) preventiva pode atrasar um pouco, c) apenas corretiva.
- Importância no Processo – a) vital ao processo e único, b) vital ao processo, mas redundantes, c) não vital ao processo e único, d) não vital ao processo mas redundantes, e) não participam do processo produtivo, f) fora de Operação.
- Qualidade do Produto – a) impacto direto na qualidade, b) impacto indireto na qualidade.

**Manutenção Centralizada** – Tipo de organização da Manutenção na qual o âmbito de atuação de cada uma das profissões, especialidades as oficinas estendem-se a toda a área mantida.

**Manutenção Descentralizada** – Tipo de organização da Manutenção que consiste em dividir a totalidade da área mantida em áreas, zonas, unidades etc., designando a cada uma delas um determinado contingente de pessoal.

**Manutenção Mista** – Tipo de organização em que existem a Manutenção Centralizada e a Manutenção Descentralizada.

**Manutenibilidade (ou mantenedibilidade)** – Probabilidade de concluir reparos em uma máquina que falhou, dentro de um tempo previsto, quando determinados recursos são fornecidos e garantidos.

**Confiabilidade** – É a probabilidade de que um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após determinado período de funcionamento.

**Curva da Banheira** – Representação gráfica característica que relaciona a Taxa de Falhas de um item com o seu Tempo de Operação, onde o equipamento passa por três fases de sua vida: partida ou mortalidade infantil (falhas prematuras), vida útil ou vida adulta (falhas aleatórias) e fim de vida econômica ou fase de desgaste acelerado (falhas por desgaste).

**FMEA** – Análise de Modo e Efeito de Falha – Método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada sub item, e a determinação dos efeitos de cada modo de falha sobre os outros sub itens e sobre a função requerida do item.

**SMED** – Troca Rápida de Ferramentas – Metodologia para otimizar a troca rápida de produtos criada por Shigeo Shingo.

**Defeito** - Alteração das condições de um item, máquina, sistema operacional, de importância suficiente para que sua função normal, ou razoavelmente previsível, não seja satisfatória.

**Falha** – Perda da capacidade de um item para realizar sua função específica. É a diminuição parcial ou total da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo.

**Falha por Parada de Função** – Ocorre quando interrompe a função para o qual o equipamento foi concebido. Trata-se da parada total, gerando a impossibilidade de funcionamento ou impossibilidade de produzir dentro dos padrões requeridos (exemplo rompimento repentino de uma correia).

**Quebra/Falha por Redução da Função** – Ocorre quando há a degeneração da função básica (perda de eficiência). Trata-se de problemas que não impede o funcionamento da máquina, mas que causa defeitos nos produtos, ocasiona pequenas paradas (chokotei), provoca queda de velocidade e de rendimento (exemplo temperatura excessiva que permite o funcionamento, porém abaixo da velocidade nominal).

**Falhas aleatórias** – Falhas que ocorrem em um equipamento ou peças e que não tem um padrão de comportamento previsível.

**Falhas sistemática (ou crônica)** – Falhas relacionadas de um modo determinístico a uma certa causa que somente pode ser eliminada por uma modificação de projeto, do processo de fabricação, dos procedimentos operacionais, da documentação, ou de outros fatores relevantes.

**Pane** – Estado de um item pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a capacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, por falta de recursos externos. Falha é um evento e pane é um estado.

**MTBF** – Tempo médio entre falha – Média aritmética dos tempos entre a entrada em funcionamento de uma peça, máquina ou equipamento, até a falha de itens não reparáveis.

**MTTR** – Tempo Médio para Reparo – Média aritmética dos tempos gastos nos reparos de mesmo escopo de uma máquina, lote de máquina ou instalação.

**Backlog** – Tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, com toda a sua força de trabalho, e se não forem adicionadas novas pendencias durante a execução dos serviços até então registrados e pendentes.

**Down-Time** – Tempo em que uma máquina está fora de serviço por problemas de manutenção.

**Gamagrafia** – Técnica de ensaios não destrutivos que utiliza uma fonte de raios gama de núcleo radioativo para fazer radiografias. Seu efeito é idêntico ao Raio X.

**Radiografia** – Técnica de ensaios não destrutivos que utiliza a absorção eletromagnética dos corpos para detectar defeitos internos.

**Líquido Penetrante (Teste ou ensaio de)** – Técnica de Ensaios não Destrutíveis que, em sólidos não porosos, permite detectar descontinuidade, rachaduras ou trincas, que afloram a superfície, por meio de aplicação de um líquido que penetra na descontinuidade.

**Partículas Magnéticas (Teste de)** – Técnica de ensaio não destrutível que, em materiais ferromagnéticos, permite detectar fissuras e outras descontinuidades, tanto superficiais como sub superficiais, por meio da magnetização da peça, em cuja superfície é aplicada pó, ou suspensão de partículas ferromagnéticas em diluente.

**Ultra Som (Teste de)** – Técnica de ensaio não destrutível que utiliza a propagação do som (no caso da ultra som) por meio dos corpos para detectar defeitos ou falhas internas.

**Termografia** – Técnica de ensaio não destrutível que permite visualizar a distribuição superficial da temperatura dos corpos (imagem térmica), por meio de uma câmera que recebe o fluxo de raios infravermelhos, emitidos pelos mesmos, e os transforma em sinais elétricos que são enviados para monitor, onde se consegue “ver” as diferentes temperaturas devido a diferentes brilhos que são atribuídos às diferentes temperaturas.

**Análise de Vibração** – Técnica de ensaio não destrutível para avaliar tendência de desgaste a partir de movimento oscilante de partículas de um corpo sólido em relação a uma posição de referência.

A implementação da Manutenção Planejada é obtida a partir da realização de seis etapas (TAKAHASHI, 2000):

### **Etapa 1: Condição atual**

Número de falhas, número de pequenas paradas, taxa de acidentes de trabalho, MPBF (Mean Time Between Failures – tempo médio entre falhas) e o custo de manutenção ponto além

disso criar pastas com todas as informações sobre os equipamentos e avaliar o desempenho deles.

Deve-se estabelecer o nível de falhas para conseguir uma redução progressiva e estabelecer metas da manutenção

## **Etapa 2: Melhoria individual**

Procurar melhorar os pontos fracos visando o aumento da vida útil do equipamento, onde a maioria das falhas e problemas repetitivos devem ser analisados para evitar as suas reincidências. Nesta etapa, o apoio às atividades da manutenção autônoma é fundamental.

## **Etapa 3: Sistema de Controle de Informação**

Elaboração de um sistema de controle de dados das falhas, contendo o registro de todas as intervenções, o plano de manutenção, o plano de sobressalentes e um controle dos custos relacionados a cada equipamento para facilitar o acesso às informações de sua análise.

## **Etapa 4: Sistema de Manutenção Programada**

Desenvolver um sistema de manutenção preventiva criando um fluxo de trabalho do sistema de manutenção programada a partir das características e necessidades de cada equipamento.

## **Etapa 5: Sistema de Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico do comportamento de equipamentos ou máquinas, utilizando dados coletados por meio de monitoração ou inspeções objetivando evitar falhas, quebras ou a intervenção desnecessária a qual provoca perdas para a produção e aumenta os custos de manutenção. Partindo do conhecimento dos equipamentos pelos especialistas de manutenção, deve-se projetar um plano de manutenção preditiva aos equipamentos que necessitam de acompanhamento.

## **Etapa 6: Resultados da Manutenção**

Realizadas as etapas anteriores, a manutenção deve medir os resultados obtidos. Vale ressaltar que em um primeiro momento a equipe de manutenção terá um esforço adicional pois elimina as pendências detectadas pelo operador mas com o decorrer do tempo virgo as quebras

repentinamente deixaram de ocorrer e a equipe de manutenção pode desenvolver outras atividades, como o gerenciamento dos custos de manutenção (eficiência x custo), apoiar a manutenção autônoma na correção de anomalias, preparando os padrões de lubrificação, e inspeção e pequenos reparos, implementando uma política de sobressalentes para a redução do nível de estoque e melhorando a sua capacitação técnica com a participação em cursos de especialização e o conhecimento de novas tecnologias.

### **2.3.7. Manutenção da Qualidade (MQ)**

Manutenção da Qualidade significa eliminar completamente as condições geradoras de defeitos. E para que isto ocorra deve-se mudar o conceito de controlar a qualidade através do produto para um controle da qualidade utilizando-se os processos como fonte de controle. (TOLEDO, 2005).

A qualidade dos produtos pode ser afetada pelas condições dos equipamentos e processos, este pilar tem como foco evitar problemas de qualidade por quebras ou problemas de equipamento buscando o defeito zero, atuando tanto nos equipamentos como no processo produtivo. (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO, 2006; SUZUKI, 1994).

De acordo com Lampkowski, Mason e Carrijo (2006) as principais atividades do pilar são levantar os defeitos dos produtos, implantar pontos de inspeção de qualidade nos equipamentos e propor/executar melhorias específicas para eliminar as perdas.

A implementação da manutenção da qualidade pode ser dividida em 10 passos:

1. Preparar a Matriz QA (Garantia da Qualidade);
2. Preparar uma tabela de análise das condições das variáveis de produção;
3. Preparar um gráfico dos problemas;
4. Avaliar a gravidade dos problemas (FMEA 1);
5. Usar a análise PM para localizar as causas dos problemas;
6. Avaliar o impacto das contramedidas propostas (FMEA 2);
7. Implementar melhorias;

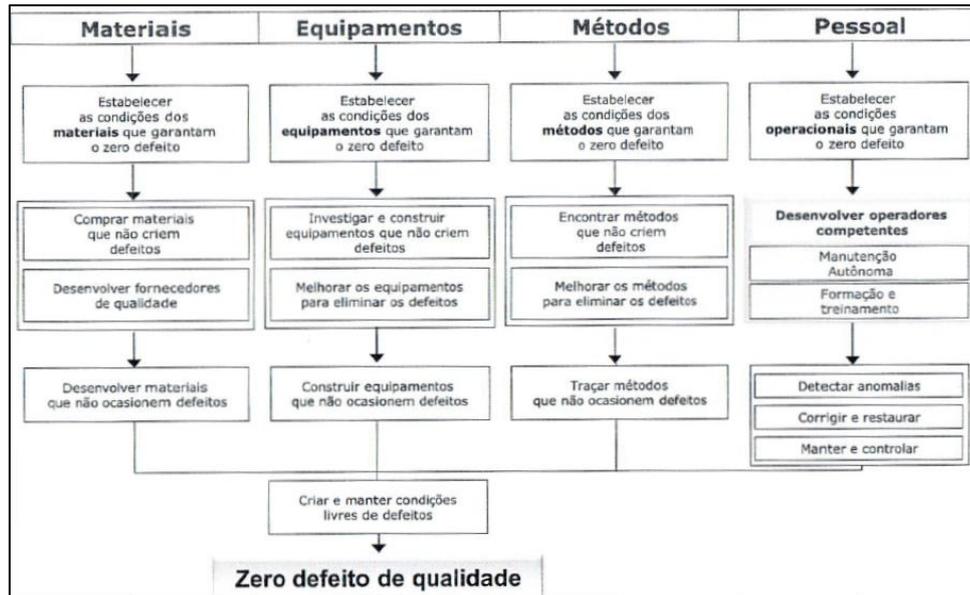
8. Revisar as condições das variáveis de produção;
9. Consolidar e confirmar os pontos de verificação;
10. Preparar uma tabela de controle dos componentes da qualidade e assegurar a qualidade através do controle rigoroso das condições. (SUZUKI, 1994)

Segundo Suzuki (1994, p. 236), “a manutenção da qualidade é um conjunto de atividades que estabelecem condições que não produzem defeitos, com uma meta de manter o equipamento em perfeitas condições para fabricar produtos perfeitos”.

O maior percentual de problemas de qualidade são consequências de baixa precisão de equipamentos e condições instáveis de processamento que ocorrem na fase de manufatura.

Ainda segundo Suzuki (1994, p. 237 e 238) a qualidade deve ser assegurada pela prevenção de defeitos e pelo controle dos quatro elementos de entrada dos processos:

1. Material
2. Máquina
3. Métodos
4. Mão de obra.
5. Isso é feito através de medições periódicas em pontos de checagem desses elementos, verificando desvios com relação a condições pré-estabelecidas.
6. Segundo o autor, diversas pré-condições são necessárias, mas, para que um processo de Manutenção da Qualidade obtenha êxito destacam-se: eliminação da deterioração acelerada, eliminação de problemas de processo, e o desenvolvimento de operadores competentes.
7. Para que haja o resultado esperado, ou seja, zero defeito, a relação entre essas características deve ser compreendida em sua totalidade.



**Figura 4 - Origens dos defeitos da qualidade**

Fonte: Pela empresa estudada

### 2.3.8. Pilar Controle Inicial (CI)

A gestão antecipada, ou controle Inicial pode ser considerada como um sistema de controle para novos produtos, equipamentos e empreendimento. Esta tem como finalidade a eliminação de problemas nos novos equipamentos e instalações, desde a especificação até a sua entrada em operação, aumentando assim a eficiência nos novos empreendimentos, reduzindo prazos e lidando com o mínimo de problemas. (Tenório e Palmeira, 2002).

O Pilar consiste em incrementar uma interface entre a engenharia de projetos e engenharia de manutenção e assim, visa reduzir a necessidade de manutenção do equipamento, produzir equipamentos com confiabilidade, facilidade de operação, manutenção, tempos curtos de partida após a instalação e segurança. (Prado Filho e Ribeiro, 2013),

As etapas para implantação desse pilar, segundo Prado Filho e Ribeiro (2013) são:

**Etapa 1-** Pesquisa e análise da situação atual: nessa etapa, são analisados os fluxos atuais (de produtos, equipamentos e processos), definido um fluxo piloto e analisados os 24 problemas encontrados (exemplo: projetos não terminados no prazo, custo mais elevado, novos equipamentos não atingindo a eficiência necessária no prazo, entre outros).

**Etapa 2-** Estabelecer o sistema de controle inicial: o objetivo da etapa é entender e tomar ações sobre os problemas encontrados no fluxo antigo e redesenhá-lo.

**Etapa 3-** Depuração e treinamento do novo sistema: O objetivo da etapa é colocar em prática o novo fluxo e treinar os colaboradores, acompanhando a aplicação do fluxo.

**Etapa 4-** Utilização completa do novo sistema: o objetivo da etapa é colocar em prática o fluxo por completo e padronizá-lo, identificando os problemas que ocorrem em cada estágio.

### **2.3.9. Pilar Administrativo (Office TPM)**

Segundo Furlan, Leão (2010) e Ribeiro (2003) A implantação do TPM não deve ocorrer somente nas áreas produtivas. As áreas administrativas concentram uma grande quantidade de informações e, estas, algumas vezes são as causas de falhas, ou seja, a retenção de informações nas áreas administrativas acaba se tornando a causa das falhas no processo.

Este pilar apresenta a redução do tempo na entrega da informação. Seu desenvolvimento ocorre da mesma forma utilizada no desenvolvimento dos pilares no setor produtivo. O produto, entretanto, é a informação. Um processo curto, além de baixar o custo, dá mais agilidade e rapidez à empresa no processo de tomada de decisão; seja em questões relacionadas à manufatura, vendas ou pós-venda. (FURLAN; LEÃO, 2010).

### **2.3.10. Pilar Manutenção Planejada**

Segundo Lampkowski, Mason e Carrijo (2006), o pilar de Manutenção Planejada tem como objetivo aumentar a eficiência do departamento de manutenção, por meio da identificação, eliminação e prevenção de quebras dos equipamentos. De acordo com os autores, o pilar possui três atividades principais, sendo elas registrar as quebras dos equipamentos, transferir o conhecimento de atividades básicas de manutenção para a operação e, em conjunto com a operação, implantar melhorias.

De acordo com Ribeiro (2016), a Manutenção Planejada consiste em detectar e tratar as anormalidades dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas. O objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção. Normalmente, quando se fala em TPM nas empresas, há uma

tendência em acreditar que as atividades da Manutenção serão repassadas para os Operadores. Este pilar desmistifica esta crença, pois a Manutenção passa a concentrar-se em tarefas que exigem maior especialização. Isto é conseguido por meio da melhoria de tecnologias e habilidades da Manutenção e da melhoria do equipamento, promovida pelo suporte à Manutenção Autônoma, à Manutenção Planejada, à Manutenção Corretiva, às Inspeções Preditivas e a Melhoria do Projeto.

Segundo Ribeiro (2006) as maiores causas de falhas/quebras são as operações e os reparos inadequados provocados por falta de capacitação da equipe de Manutenção. Sem uma maior habilidade técnica dos mantenedores, a confiabilidade e manutenibilidade estarão sempre comprometidas. Por isso é importante que o mantenedor previna erros de reparo (analisando as causas de erros de reparos; melhorando o manuseio do equipamento durante a remoção, desmontagem, reparo, montagem e instalação).

De acordo com Suzuki (1994), a manutenção planejada é composta por cinco tipos de manutenção, sendo elas: manutenção baseada no tempo, manutenção baseada nas condições, manutenção de quebra, manutenção preventiva e manutenção corretiva. O autor afirma que “decidir que manutenção realizar em qual equipamento vai depender das políticas da companhia, de planos de longo e médio alcance, planos anuais, assim por diante”.

A interação e cooperação entre os departamentos de manutenção e produção é de extrema importância para garantir uma manutenção planejada eficaz. (SUZUKI, 1994).

O desenvolvimento da manutenção planejada é composto por 6 passos: 1. Avaliar o equipamento e entender a situação; 2. Reverter a deterioração e corrigir as fraquezas; 3. Construir um sistema de gerenciamento de informação; 4. Construir um sistema de manutenção periódica; 5. Construir um sistema de manutenção preventiva; 6. Avaliar o sistema de manutenção planejada. (SUZUKI, 1994).

#### ALGUNS CONCEITOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO. (RIBEIRO, 2006):

Equipamentos – Unidade complexa de ordem superior integrada por Conjuntos, Componentes e Peças, agrupados para formar um sistema funcional. Neste livro, equivale ao termo “Máquina”. Também pode ser definido, de maneira mais simples como Conjunto unitário, completo e distinto, que exerce uma ou mais funções determinadas quando em funcionamento.

Equipamento Reserva (standby) – Qualificação de recebe o item, máquina ou sistema pronto para ser utilizado, que permanece em situação de parada, na espera que se produza a falha de outro item, máquina ou sistema em funcionamento, em sistemas operacionais em paralelo.

Manutenção – Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Manutenção Corretiva – Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam com falhas, para reparar a falha.

Manutenção Preventiva – Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em condições operacionais, ainda que com algum defeito.

Manutenção Preditiva – Todo o trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua eventual degradação. A manutenção preditiva é um dos elementos da Manutenção Preventiva.

Manutenção Programada – Manutenção efetuada de acordo com um programa preestabelecido de acordo com a disponibilidade do equipamento. Pode ser para uma manutenção Corretiva ou Preventiva.

Manutenção Planejada – Manutenção organizada e efetuada com previsão e controle. Difere da Manutenção Programada pelo fato de ser uma estratégia definida baseada na relação custos X benefícios.

Melhorias na Manutenção – O uso e introdução de novos métodos e novas técnicas para tornar as atitudes e os métodos de trabalho mais eficientes e produtivos. A incorporação de modificações ou alterações no seu projeto ou configuração original também caracterizam as Melhorias na Manutenção.

Prevenção da Manutenção – O conjunto de medidas para evitar as ocorrências de manutenção. Atividades que são conduzidas juntamente com o fabricante, desde a fase de projeto do equipamento, visando a reduzir o volume de serviços de manutenção exigido durante a operação, e até reduzir o Custo do Ciclo da Vida (LCC).

Custo do Ciclo de Vida (LCC) – Custo total durante toda a vida do equipamento, produto ou sistema. Somatório dos custos gerados durante o projeto, desenvolvimento, produção, operação, manutenção e processos de apoio.

Parada de Manutenção – Atividades de manutenção preventiva e corretiva executada após uma campanha de uma planta (perda de performance), aproveitando sazonalidades ou para cumprir determinada norma ou legislação.

Manutenção por Oportunidade – Manutenção normalmente não esperada que é efetuada em um item, assim que ele termina um ciclo de operação, que fica parado por falta de matéria-prima, ou manutenção preventiva efetuada em um item em pane, para aproveitar o tempo de parada e aumentar a disponibilidade. É a manutenção que é feita para aproveitar a disponibilidade da máquina pela operação por algum motivo (descanso, falta de programação, folgas férias coletivas, turnos vagos etc).

Tecnologia – Combinação de gerenciamento, finanças, engenharia e outras práticas aplicadas a bens físicos disponíveis, na busca de ciclos de vida econômicos.

Tribologia – Conjunto de conhecimento, técnicas e práticas relativas ao atrito e à lubrificação.

Operador-Mantenedor – É o operador que fará o primeiro atendimento de sua máquina.

RCM – Manutenção Centrada em Confiabilidade – Procedimento usado na Engenharia da Confiabilidade para análise das falhas de equipamentos e seus efeitos, e as providências que devem ser tomadas para adequar a manutenção à esta análise que visa reduzir tarefas de manutenção e adequar programas de manutenção preventiva para a realidade.

RCMII – Marca registrada pela Aladon, que é uma visão modificada da RCM, mais apurada que a RCM original, e voltada para indústria.

Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PCM) – Conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetos e da missão da empresa.

Ordem de Serviços (OS) – Solicitação de um reparo feito normalmente pelo usuário do equipamento ou máquina.

Ordem de Trabalho – Instrução escrita que define o trabalho que deve ser realizado pela organização de Manutenção. Define da OS porque é elaborada pela equipe de Manutenção.

Procedimento Operacional – Forma especificada de executar uma atividade de manutenção.

Padrões Técnicos da Manutenção – Conjunto de requisitos da manutenção e respectivos procedimentos operacionais.

Classificação de Equipamentos – São feitas para facilitar o tipo de atendimento pela Manutenção de acordo com determinados critérios:

- Consequência da falha – a) riscos ao ser humano, b) riscos ao meio ambiente, c) riscos de parada total, d) riscos com perda de qualidade, e) riscos de redução de produção, f) falhas sem riscos.
- Necessidade de manutenção – a) preventiva deve ser cumprida, b) preventiva pode atrasar um pouco, c) apenas corretiva.
- Importância no Processo – a) vital ao processo e único, b) vital ao processo, mas redundantes, c) não vital ao processo e único, d) não vital ao processo mas redundantes, e) não participam do processo produtivo, f) fora de Operação.
- Qualidade do Produto – a) impacto direto na qualidade, b) impacto indireto na qualidade.

Manutenção Centralizada – Tipo de organização da Manutenção na qual o âmbito de atuação de cada uma das profissões, especialidades as oficinas estendem-se a toda a área mantida.

Manutenção Descentralizada – Tipo de organização da Manutenção que consiste em dividir a totalidade da área mantida em áreas, zonas, unidades etc., designando a cada uma delas um determinado contingente de pessoal.

Manutenção Mista – Tipo de organização em que existem a Manutenção Centralizada e a Manutenção Descentralizada.

Manutenibilidade (ou mantenedibilidade) – Probabilidade de concluir reparos em uma máquina que falhou, dentro de um tempo previsto, quando determinados recursos são fornecidos e garantidos.

Confiabilidade – É a probabilidade de que um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após determinado período de funcionamento.

Curva da Banheira – Representação gráfica característica que relaciona a Taxa de Falhas de um item com o seu Tempo de Operação, onde o equipamento passa por três fases de sua vida: partida ou mortalidade infantil (falhas prematuras), vida útil ou vida adulta (falhas aleatórias) e fim de vida econômica ou fase de desgaste acelerado (falhas por desgaste).

FMEA – Análise de Modo e Efeito de Falha – Método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada sub item, e a determinação dos efeitos de cada modo de falha sobre os outros sub itens e sobre a função requerida do item.

SMED – Troca Rápida de Ferramentas – Metodologia para otimizar a troca rápida de produtos criada por Shigeo Shingo.

Defeito - Alteração das condições de um item, máquina, sistema operacional, de importância suficiente para que sua função normal, ou razoavelmente previsível, não seja satisfatória.

Falha – Perda da capacidade de um item para realizar sua função específica. É a diminuição parcial ou total da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo.

Falha por Parada de Função – Ocorre quando interrompe a função para o qual o equipamento foi concebido. Trata-se da parada total, gerando a impossibilidade de funcionamento ou impossibilidade de produzir dentro dos padrões requeridos (exemplo rompimento repentino de uma correia).

Quebra/Falha por Redução da Função – Ocorre quando há a degeneração da função básica (perda de eficiência). Trata-se de problemas que não impede o funcionamento da máquina, mas que causa defeitos nos produtos, ocasiona pequenas paradas (chokotei), provoca queda de velocidade e de rendimento (exemplo temperatura excessiva que permite o funcionamento, porém abaixo da velocidade nominal).

Falhas aleatórias – Falhas que ocorrem em um equipamento ou peças e que não tem um padrão de comportamento previsível.

Falhas sistemática (ou crônica) – Falhas relacionadas de um modo determinístico a uma certa causa que somente pode ser eliminada por uma modificação de projeto, do processo de fabricação, dos procedimentos operacionais, da documentação, ou de outros fatores relevantes.

Pane – Estado de um item pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a capacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, por falta de recursos externos. Falha é um evento e pane é um estado.

MTBF – Tempo médio entre falha – Média aritmética dos tempos entre a entrada em funcionamento de uma peça, máquina ou equipamento, até a falha de itens não reparáveis.

MTTR – Tempo Médio para Reparo – Média aritmética dos tempos gastos nos reparos de mesmo escopo de uma máquina, lote de máquina ou instalação.

Backlog – Tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, com toda a sua força de trabalho, e se não forem adicionadas novas pendências durante a execução dos serviços até então registrados e pendentes.

Down-Time – Tempo em que uma máquina está fora de serviço por problemas de manutenção.

Gamagrafia – Técnica de ensaios não destrutivos que utiliza uma fonte de raios gama de núcleo radioativo para fazer radiografias. Seu efeito é idêntico ao Raio X.

Radiografia – Técnica de ensaios não destrutivos que utiliza a absorção eletromagnética dos corpos para detectar defeitos internos.

Líquido Penetrante (Teste ou ensaio de) – Técnica de Ensaio não Destrutíveis que, em sólidos não porosos, permite detectar descontinuidade, rachaduras ou trincas, que afloram a superfície, por meio de aplicação de um líquido que penetra na descontinuidade.

Partículas Magnéticas (Teste de) – Técnica de ensaio não destrutível que, em materiais ferromagnéticos, permite detectar fissuras e outras descontinuidades, tanto superficiais como sub superficiais, por meio da magnetização da peça, em cuja superfície é aplicada pó, ou suspensão de partículas ferromagnéticas em diluente.

Ultra Som (Teste de) – Técnica de ensaio não destrutível que utiliza a propagação do som (no caso da ultra som) por meio dos corpos para detectar defeitos ou falhas internas.

Termografia – Técnica de ensaio não destrutível que permite visualizar a distribuição superficial da temperatura dos corpos (imagem térmica), por meio de uma câmera que recebe o fluxo de raios infravermelhos, emitidos pelos mesmos, e os transforma em sinais elétricos que são enviados para monitor, onde se consegue “ver” as diferentes temperaturas devido a diferentes brilhos que são atribuídos às diferentes temperaturas.

Análise de Vibração – Técnica de ensaio não destrutível para avaliar tendência de desgaste a partir de movimento oscilante de partículas de um corpo sólido em relação a uma posição de referência.

A implementação da Manutenção Planejada é obtida a partir da realização de seis etapas (TAKAHASHI, 2000):

### **Etapa 1: Condição atual**

Número de falhas, número de pequenas paradas, taxa de acidentes de trabalho, MPBF (Mean Time Between Failures – tempo médio entre falhas) e o custo de manutenção ponto além disso criar pastas com todas as informações sobre os equipamentos e avaliar o desempenho deles.

Deve-se estabelecer o nível de falhas para conseguir uma redução progressiva e estabelecer metas da manutenção

## **Etapa 2: Melhoria individual**

Procurar melhorar os pontos fracos visando o aumento da vida útil do equipamento, onde a maioria das falhas e problemas repetitivos devem ser analisados para evitar as suas reincidências. Nesta etapa, o apoio às atividades da manutenção autônoma é fundamental.

## **Etapa 3: Sistema de Controle de Informação**

Elaboração de um sistema de controle de dados das falhas, contendo o registro de todas as intervenções, o plano de manutenção, o plano de sobressalentes e um controle dos custos relacionados a cada equipamento para facilitar o acesso às informações de sua análise.

## **Etapa 4: Sistema de Manutenção Programada**

Desenvolver um sistema de manutenção preventiva criando um fluxo de trabalho do sistema de manutenção programada a partir das características e necessidades de cada equipamento.

## **Etapa 5: Sistema de Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico do comportamento de equipamentos ou máquinas, utilizando dados coletados por meio de monitoração ou inspeções objetivando evitar falhas, quebras ou a intervenção desnecessária a qual provoca perdas para a produção e aumenta os custos de manutenção. Partindo do conhecimento dos equipamentos pelos especialistas de manutenção, deve-se projetar um plano de manutenção preditiva aos equipamentos que necessitam de acompanhamento.

## **Etapa 6: Resultados da Manutenção**

Realizadas as etapas anteriores, a manutenção deve medir os resultados obtidos. Vale ressaltar que em um primeiro momento a equipe de manutenção terá um esforço adicional pois elimina as pendências detectadas pelo operador mas com o decorrer do tempo virgo as quebras repentinas deixaram de ocorrer e a equipe de manutenção pode desenvolver outras atividades, como o gerenciando dos custos de manutenção (eficiência x custo) , apoiar a manutenção autônoma na correção de anomalias, preparando os padrões de lubrificação, e inspeção e pequenos reparos, implementando uma política de sobressalentes para a redução do nível de

estoque e melhorando a sua capacitação técnica com a participação em cursos de especialização e o conhecimento de novas tecnologias.

## **3. ESTUDO DE CASO**

### **3.1. Robidan Industria e Comércio**

A Robidan Industria e Comercio foi criada em 1890 por iniciativa do governo e de empresários para promover melhorias em infraestruturas em grandes cidades. No início do século vinte, a fábrica na região de Caieiras começou a produzir papel em larga escala. Junto a isso, os irmãos Der Wohlstand, vindos da Alemanha, prosperaram em São Paulo com sua gráfica, cujos equipamentos trazidos da Europa eram os melhores da área editorial.

Em 1920, os irmãos Der Wohlstand adquiriram a Robidan Industria e Comercio de São Paulo e passaram também a produzir papel.

A Robidan foi pioneira:

A aquisição possibilitou a consolidação de uma empresa moderna e muito atuante nos vários setores do papel e ramo florestal.

- Ao fabricar o primeiro papel higiênico do país;
- Ao produzir celulose e livrar o Brasil do ônus da importação;
- Ao desenvolver o reflorestamento científico.

Em 2009, a Robidan é incorporada ao grupo das empresas CBR S.A. (Companhia Brasileira de Reflorestamento). Fundada em 1920, a empresa com sede no Brasil, faz parte de uma holding controlada pelo Grupo Matte. Atualmente, a CBR é uma das maiores empresas da América Latina na produção e comercialização de produtos de madeira, celulose e papel. Estrutura e organização de um poderoso grupo, a CBR é uma empresa que vende seus produtos para mais de 10.000 clientes em 56 países por todo o mundo. Com sólida estrutura financeira, sua competente gestão possibilita grande sinergia entre as empresas coligadas nos diferentes setores que ela está presente.

Hoje, com mais de um século de existência, a Robidan estabeleceu-se como uma importante empresa em seu mercado, sendo líder em papéis descartáveis institucionais. Produzindo sempre produtos com qualidade e inovação, adquirindo prestígio e confiança com clientes e público consumidor.

### **3.1.1. Tendências da empresa**

Objetivando um crescimento constante e sólido, buscamos criar um diferencial, seja no produto, no atendimento pré e pós-vendas, dando ênfase no processo industrial, na qualificação da mão de obra e sobretudo na conservação do meio ambiente. Implicando num melhor planejamento e investimento do ser humano e na criação de novas atividades na Indústria através de novos produtos. Ano a ano lançamos produtos com melhor desempenho em qualidade possível, para melhor atender nossos clientes no dia-a-dia, tanto no uso doméstico quanto pessoal.

### **3.1.2. O Porque Foi Implementado o TPM**

O TPM é um método que oferece diversas melhorias para a empresa, com transformação cultural em todos níveis da organização, desenvolvimento dos colaboradores, melhoria da eficiência dos equipamentos, estabilidade dos processos, zero falha, zero defeito, zero acidente e melhorias contínuas.

O TPM tem um efeito cascata em que todos estão envolvidos, empresa para ser mais eficientes, conseqüentemente, aumentar a participação no mercado, melhorando a utilização dos ativos, alavancando novos investimentos e pessoas em maior valorização através, do desenvolvimento e crescimento profissional.

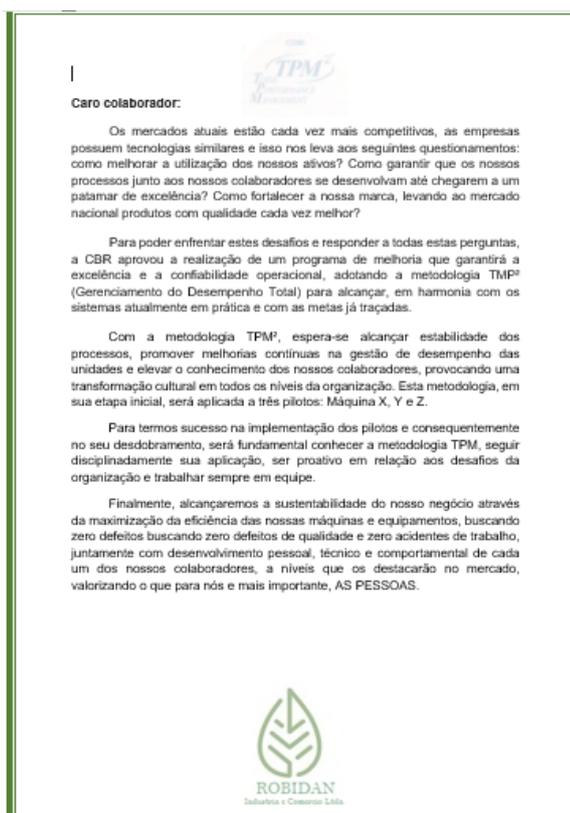
A Robidan buscou uma melhoria cultural e que todos os seus colaboradores tivessem um padrão de trabalho estabelecido, buscando melhorias internas na organização e resultados conforme diz a metodologia. No atual momento, onde não temos padrões de trabalhos estabelecidos e escasses de conhecimento adequado aos colaboradores, por falta de treinamentos e desenvolvimentos pessoais. Impactando diretamente na produtividade geral da fábrica.

Um ponto relevante e de suma importância é a organização da fábrica como um todo, para agilidade nas atividades, diminuição de desperdícios e tornando o ambiente de trabalho harmonioso. A organização observava grandes perdas durante o processo de trocas de formato, arranques veticais, onde o tempo de execução excedia muito mais do que o planejado.

## 3.2. Fases de implementação

### 3.2.1. Declaração

A partir do momento em que a empresa resolve qual método a ser implementado é necessário fazer um comunicado vindo da diretoria para todos os colaboradores informando que a partir daquele momento haverá mudanças e melhorias no âmbito de trabalho. Desta forma foi feito um comunicado em forma de carta.



**Figura 5 - Carta aos Colaboradores**  
Fonte: Pela empresa estudada

### 3.2.2. Passo zero

Para dar início ao TPM é fundamental começarmos pela base do projeto que é o 5S, onde se torna a principal ferramenta para que a implementação saia como o esperado. Foi fornecido treinamentos para o uso da ferramenta, não só para os gestores, mas para toda a organização. O 5S é uma metodologia aplicada em grupo, isso quer dizer que ela demanda a participação de todos os funcionários da empresa.

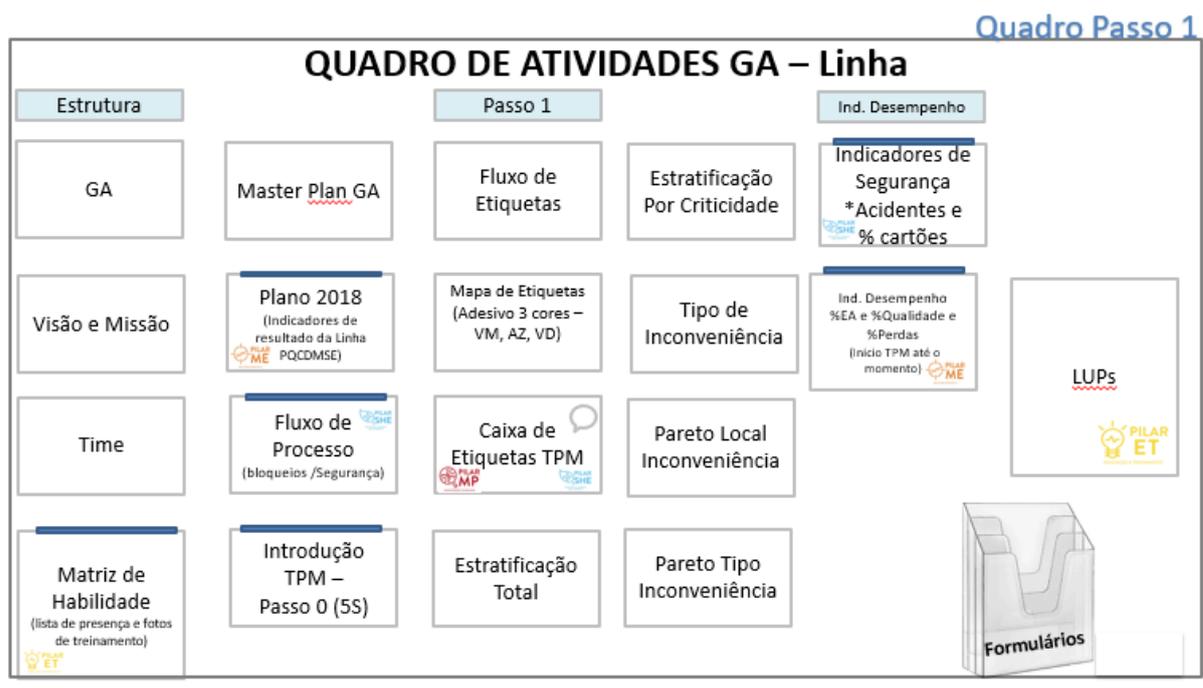
Após os treinamentos realizados é escolhido um dia para a realização do dia D que é marcado pela verificação e descarte de todos materiais que são considerados inúteis ou desnecessário para a realização das atividades.

### 3.2.3. Primeiro passo de implementação

Após a declaração feita aos colaboradores é dado início aos treinamentos com os operadores de cada equipamento, sendo inicialmente uma máquina piloto para implementação.

#### 3.2.3.1. Montagem do quadro do Grupo autônomo.

É realizado a montagem do quando na linha, onde conseguimos acompanhar as ferramentas e resultados da máquina, onde ocorrem as reuniões diárias de linha e trocas de turno.



**Figura 6 - Objetivo do Quadro Grupo Autônomo**

Fonte: Pela empresa estudada

O principal objetivo da primeira etapa da manutenção autônoma é o de praticar a limpeza com a finalidade de inspeção na busca por estabelecer as condições básicas do equipamento, ou seja, trazê-lo para seu estado ideal. Traduzindo, é tornar o ambiente de trabalho livre de anomalias, falhas, paradas e defeitos de qualidade nos equipamentos e nos processos. Esta é uma tarefa muito árdua, pois há um grande enraizamento da mentalidade “Eu operador

faço e a manutenção corrige” e transformar esta cultura dá muito trabalho, havendo a necessidade do comprometimento de todos dentro da empresa para modificar este comportamento.

### **3.2.3.2. Principais defeitos devidos a falta de limpeza**

**Falha:** Sujeira e corpos estranhos adentram as partes rotativas e móveis. Observa-se falhas em sistemas pneumáticos e hidráulicos, sistemas de controle elétrico, sensores, componentes eletroeletrônicos, entre outros. Estas falhas ocasionam perda de precisão ou mau funcionamento com efeitos de desgaste, obstruções, resistência a atrito, falhas elétricas e desgaste acelerado em geral. No caso de um curto circuito, um acidente mais grave poderá ocorrer possibilitando uma descarga elétrica no operador, ou ainda, provocar incêndios;

**Defeitos de Qualidade:** Defeitos de qualidade são causados por contaminação direta do produto com corpos estranhos ou contaminação indireta causada pelo resultado de mau funcionamento do equipamento devida a anomalias originárias pela falta de limpeza no equipamento.

**Deteriorização forçada:** A poeira acumulada torna difícil a identificação de rachaduras, trincas, folga excessiva, lubrificação insuficiente e outras desordens, resultando na deterioração forçada.

**Perdas com rapidez:** A poeira e a sujeira aumentam o desgaste e a resistência por atrito, causando perdas de velocidade e conseqüentemente perda de tempo e falta de desempenho.

Todos estes problemas só agravam a deteriorização forçada ou acelerada causando outros grandes problemas, dentre eles o aumento dos custos de manutenção, a diminuição da produtividade e em conseqüência a baixa competitividade.

A importância da limpeza e seus principais conceitos na manutenção autônoma são:

- Fazer limpeza não é deixar apenas a aparência bonita dos equipamentos;
- Fazer limpeza significa remover toda a poeira, sujeira, fuligem, óleo, graxa, e outras contaminações que se depositam e aderem por todos os equipamentos e seus

acessórios. Com esta remoção os defeitos escondidos são expostos e é muito melhor do que uma limpeza de estética;

- Fazer limpeza significa se aproximar do equipamento, visualizar e detectar suas anomalias e anormalidades, falhas ínfimas relacionados a vibrações, vazamentos, ruídos, trincas e etc.
- Fazer limpeza é inspecionar e seguir os passos da manutenção autônoma. A limpeza, assim como a inspeção compõem os princípios da manutenção autônoma e é uma forma de mudar toda a realidade da empresa, pois passará a expor os defeitos escondidos ou anomalias nas condições do equipamento. Com as correções das anomalias, os equipamentos se tornarão mais confiáveis.

### **3.2.3.3. Os pontos chaves na manutenção autônoma para a limpeza são:**

- Limpar o equipamento regularmente como parte do trabalho diário dos operadores;
- Limpar profundamente, remover todas as camadas de sujeira, fuligem e incrustação acumuladas através dos anos;
- Abrir tampas e proteções ignoradas anteriormente, para expor, identificar e remover todos resíduos de sujeira por todas as partes do equipamento;
- Limpar todos os acessórios assim como as unidades principais;
- Não desistir quando uma parte sujar novamente logo após a limpeza. Deve-se anotar cuidadosamente informações de quanto tempo demora para a parte ficar contaminada novamente, qual a origem da contaminação e quão severa ela é.

Em análise a todas as colocações expostas, o grande fator de sucesso desta etapa da manutenção autônoma é fazer com que os operadores se aproximem e se familiarizem mais com seu equipamento, e assim passem a desenvolver um senso de propriedade e preocupação, passando a estimular uma curiosidade maior sobre o mesmo. Este processo possibilita que as pessoas reconheçam pequenos defeitos e outras irregularidades e assim antecipem os grandes problemas.

Outro ponto importante é o papel dos gestores perante esta primeira etapa da manutenção autônoma, pois há grande necessidade de apoio aos operadores, sendo necessário haver um processo de orientação, treinamento e capacitação por parte dos gestores aos operadores para explicar os significados das condições ótimas, mostrar as partes mais importantes de serem mantidas limpas e a importância das condições ideais do equipamento (limpeza, lubrificação e apertos). Na manutenção autônoma, não há como delegar esta tarefa, sob o risco de não haver aderência por parte dos operadores. É fundamental ilustrar de maneira prática o significado de “inspeção através da limpeza” e os benefícios da manutenção autônoma.



**Figura 7 - Limpeza e inspeção detalhada – 5 sentidos**

Fonte: Pela empresa estudada

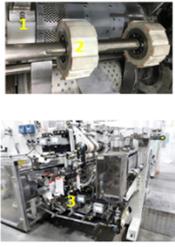
Com isso O Pilar de MA faz todos o mapeamento todos os pontos de limpeza na máquina e para cada um foi criado um padrão provisório de limpeza chamado LILA (Limpeza, inspeção, lubrificação e ajuste).

Nesse padrão provisório é determinados padrões de limpezas onde é colocado uma foto de como meu equipamento tem que estar, a descrição das atividades a serem realizadas, com qual sentido operador realiza a atividade, quais os EPI's e equipamentos que serão necessários para a realização da atividade, com isso conseguimos fazer com que todos os operadores realizem a limpeza da mesma forma, com as ferramentas corretas para não danificar o equipamento e assim conseguir mapear e diminuir tempo gasto para a realização das limpezas.

A realização das limpezas podem ser realizadas todos os turnos, diariamente ou uma vez na semana através de um check list que é realizado pela equipe técnica levando em consideração pontos críticos e as necessidades do equipamento.

No fim de toda semana o coordenador da máquina verifica se todas as atividades que deveriam ser realizadas realmente foram feitas com excelência e faz a assinatura do check list.

**TPM<sup>2</sup> - PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**  
**PADRÃO PROVISÓRIO DE LIMPEZA, INSPEÇÃO, LUBRIFICAÇÃO E AJUSTE**

Data de criação: 15/09/2017 Data da última revisão: 04/05/2018		Aprovação Técnica: revisão 5			Aprovação Coordenação TPM <sup>2</sup> : Código LILA: LILA-SNT-M05-0004											
Ilustração (Conjunto e Componentes)	Classificação	Local		Procedimento de Limpeza, Organização, Inspeção e Reaperto	Método	Utensílios/ Ferramentas/EPI's	Providência para Caso de Anomalias	Máquina Parada? (Sim/Não)	Tempo Necessário (minutos)	Periodicidade				Responsável		
		Nº	Item							Turno	Diário	Semanal	Quinzenal		Mensal	
	2	1	Casquilhos de corte do tape	Deve estar livre de adesivo			Abrir Cartão TPM	Sim	2	x					Operador II ou Operador I	
		2	Rolo pressionador do tape	Deve estar limpo e com saliência >=2mm			Abrir Cartão TPM para troca do rolo	Sim	1			x			Operador II ou Operador I	
		3	Percurso do tape no offline	Inspeccionar se a fita tape está dobrando, em todo o percurso do offline até o momento do corte.		-	1 Caso estiver dobrando, <b>parar a máquina.</b> 2 Desdobrar ou cortar o pedaço dobrado e emendar as pontas.	Não	5	x						Operador II ou Operador I
Informar operador III																
	Lubrificação	4	Feltro de lubrificação	óleo de silicone	até enxargar o feltro											

**Figura 8 - Padrão de Limpeza (LILA)**

Fonte: Pela empresa estudada



DIA	turno	Condição
Segunda	1º turno	OK
	2º turno	02.11 OK
	3º turno	
Terça	1º turno	03.11 OK
	2º turno	03/11 OK
	3º turno	
Quarta	1º turno	04/11 OK
	2º turno	04.11 OK
	3º turno	
Quinta	1º turno	
	2º turno	OK
	3º turno	OK
Sexta	1º turno	
	2º turno	30/10/ok
	3º turno	OK
Sábado	1º turno	
	2º turno	31.10 OK
	3º turno	OK
Domingo	1º turno	OK
	2º turno	01.11 OK
	3º turno	

**Figura 11- Check list Atividades Atual (LILA)**  
 Fonte: Pela empresa estudada

Em paralelo, também é mapeado no equipamento qualquer tipo de inconveniência, pois nessa etapa também temos o objetivo de deixar a nossa máquina em condição básica, ou seja deixamos nossa máquina como o fabricante nos entregou fazendo o reparo de todos os pontos que estão quebrados ou funcionando com alguns reparos técnicos.

Para isso utilizamos o uso de cartões para fazer a identificação e mapeamento de todos os pontos. Os cartões possuem 2 vias sendo a segunda carbonada, após o preenchimento do cartão a primeira via é deixada no quadro do GA para que possa seguir com o fluxo de cartão e a segunda é colocada na máquina próximo ao ponto relatado no cartão para facilitar a visualização em máquina.

No momento que a máquina piloto é escolhida a manutenção nomeia um mecânico e um eletrônico “PADRINHO DE MÁQUINA”, onde ele fica focado 100% do seu tempo no planejamento das atividades levantadas dos cartões e nas RDL’s – Reunião diária de linha.

TPM <sup>2</sup>			
1ª Via		MANUTENÇÃO	
Nº	CRITICIDADE:	DATA DA REALIZAÇÃO: ___/___/___	
Passos MA	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	INÍCIO DO REPARO: ___:___:___	
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7	Data: ___/___/___	TÉRMINO DO REPARO: ___:___:___	
OPERADOR: _____		TEMPO TOTAL: ___:___:___	
MATRÍCULA: _____	NOTA: _____	SERVIÇO REALIZADO POR:	
MÁQUINA: _____	TURMA: _____	TÉC. MANUT. _____	
EQUIPAMENTO (LUGAR): _____		MATRÍCULA: _____ TURMA: _____	
TIPO DE INCONVENIÊNCIA			
<input type="checkbox"/> 101 Condição Básica	<input type="checkbox"/> 102 Opção Desconhecida	AÇÃO: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	
<input type="checkbox"/> 103 Furo de Supra	<input type="checkbox"/> 104 Falha Técnica		
<input type="checkbox"/> 105 Local de Fácil Acesso	<input type="checkbox"/> 106 Local Inseguro		
<input type="checkbox"/> 107 Origem de Defeito de Qualidade			
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA			
_____ _____ _____			
COMENTÁRIOS DO PADRINHO			
_____ _____ _____			

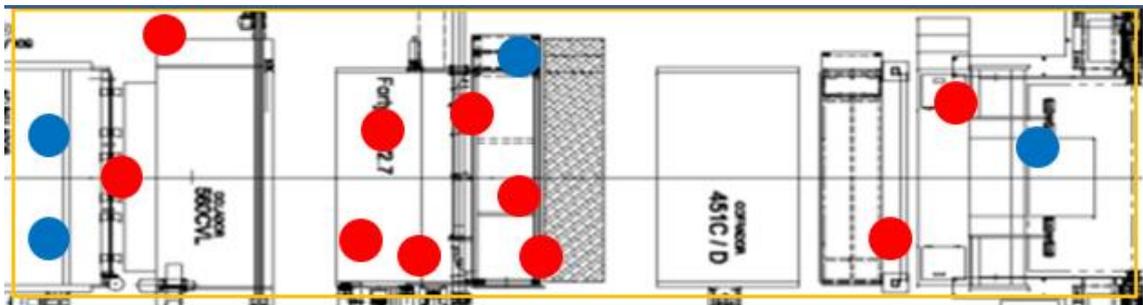
**Figura 12 - Cartão de ocorrência vermelho**

Fonte: Pela empresa estudada

É utilizado 2 tipos de cartões sendo eles: cartão azul e vermelho, onde todos podem abrir os cartões azuis, e quem soluciona é a operação, onde a 1º via é deixada no quadro do Grupo Autônomo. A 2º via sai do local onde a inconveniência foi encontrada apenas quando o cartão for solucionado. Para os cartões vermelhos todos podem abrir, mas quem irá solucioná-lo será a manutenção.



**Figura 13 - Fluxo dos cartões**  
 Fonte: Pela empresa estudada



**Figura 14 - Mapa dos Cartões**  
 Fonte: Pela empresa estudada

Sempre que é aberto um cartão é identificado o local no mapa de cartões e marcados que naquele ponto tem um cartão aberto para identificação visual dos cartões em máquina. Com os cartões são feitas as identificações de 7 tipos de inconveniências:

**Figura 1:** Apresenta falha ínfima onde meu equipamento apresenta defeitos mas não perdeu totalmente sua função.



**Figura 15 – Esteira rasgada nas laterais**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura 2:** Nessa imagem é apresentado um equipamento fora de suas condições básicas que é o padrão do fabricante.



**Figura 16 - Manômetro sem tampa**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura 3:** Abaixo nota-se um local de difícil acesso, locais onde o operador tem pouco acessos para limpezas e manutenções.



**Figura 17 - Mangueiras com difícil acesso**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura 4:** Nessa figura é apresentado um local com fonte de sujeira, que são locais que geram sujeiras continuamente e que devem ser solucionadas.



**Figura 18 - Vazamento**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura 5:** Nessa fotografia mostra um equipamento onde pode ser a origem de defeito de qualidade, locais onde possam desencadear defeito de qualidade no produto.



**Figura 19 – Roletes com avarias de desgaste**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura 6:** Objetos desnecessários nas máquina, que não tem nenhuma finalidade.



**Figura 20 - Haste sem uso**  
Fonte: Pela empresa estudada

**Figura7:** Local Inseguro - Locais que possam causar algum tipo de acidente ou prejudicar a saúde de algum colaborador.



**Figura 21 - Engrenagens do stacker expostas**  
Fonte: Pela empresa estudada

#### **3.2.3.4. Desenvolvendo os colaboradores**

O pilar ET entra em ação avaliando todo o ambiente da empresa como métodos, processos e as necessidades gerais dos operadores quanto as competências e habilidades que precisam ser treinadas. Após esse levantamento é realizado a criação de uma matriz de habilidades por operador onde são listados todas as atividades que ele realiza e precisa ser realizado e é classificado conforme abaixo para verificar as necessidades de cada um para se montar um plano de treinamento sobre o equipamento e deixar todos no mesmo nível de conhecimento.

1. Não sabe: falta de conhecimento. Não há compreensão de princípios e regras do trabalho e do equipamento.
2. Conhece a teoria: falta de treinamento. Conhece os princípios e regras do trabalho e equipamento, mas não consegue praticá-los.
3. Consegue até certo ponto: age na prática, mas o desempenho é dispersivo e não possui produtividade. A causa é a falta de treinamento.
4. Consegue com segurança: aprendeu fazendo, o grupo já aprendeu perfeitamente.
5. Consegue ensinar os outros: domínio perfeito. A habilidade está totalmente dominada, consegue explicar os porquês.

MATRIZ DE HABILIDADES											
MATRIZ DE TREINAMENTOS / HABILIDADES		Legenda:			● Habilitado (Sabe Fazer)		ÁREA: Fabricação 1				
		○ Não Habilitado	◐ Em Treinamento	◑ Experiência (Sabe Fazer Bem)	● Instrutor (Sabe Ensinar)		LÍDER: Marcos				
		PROCESSOS								DATA: 29-jun-17	
#	OPERADOR	CORTE	DOBRA	RETIFICA	SOLDA	TESTE	REPARO	MONTAGEM	EMBALAGEM	DATA ATUAL	DATA ALVO
1	João	●	●	◐	◐	○	●	○	○	29-jun-17	29-set-17
2	Maria	◐	◐	◑	◑	○	◐	○	○	29-jun-17	29-set-17
3	José	◐	◐	◑	○	○	◐	◐	◐	29-jun-17	29-set-17
4	Pedro	◐	◐	○	○	●	●	◐	◐	29-jun-17	29-set-17
5	Francisco	○	○	●	●	◐	○	●	●	29-jun-17	29-set-17
	...										

Figura 22 - Matriz de habilidades dos colaboradores  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 3.2.3.5. LUP

Uma das formas de disseminação do conhecimento usado pelo pilar ET é a LUP- Lição de um ponto, ferramenta que facilita a multiplicação de conhecimento, apresenta uma nova ideia para o aluno, aprofunda o conhecimento do autor da LUP sobre o assunto.

## TPM<sup>2</sup> - Gestão da Performance Total

### LUP - Lição de Um Ponto

Tema: <u>Qual EPI utilizar para o abastecimento de</u>		Código LUP: <u>14 / 05 / 18</u>	
Preparado por: <u>Paulo Almeida</u> <u>adesivo</u>		Linha/Máquina: <u>BB3</u>	
Público alvo: <u>Operadores 2 e</u>		Matrícula: <u>120689</u>	
Data de elaboração:			
Classificação	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Caso de Melhoria	<input type="checkbox"/> Caso de Problema
	<input type="checkbox"/> Produtividade	<input type="checkbox"/> Qualidade	<input checked="" type="checkbox"/> Custos
	<input checked="" type="checkbox"/> Delivery	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Moral
	<input type="checkbox"/> Sustentabilidade	Aprovação	
		Responsável Técnico	Pilar ET
			Coordenação TPM <sup>2</sup>

A LUP sempre tem um desenho e um texto.  
 O importante, que todos entendam suas informações de forma rápida

Figura 23 - Matriz Lição de Um Ponto (LUP)  
 Fonte: Pela empresa estudada

- LUP conhecimentos básicos: Busca abordar pontos importantes que devem ser de conhecimento do operador no que diz respeito às atividades que ele executa rotineiramente.
- LUP Caso de Melhoria: Mostra como era antes da melhoria, como ficou depois e quais foram seus benefícios.
- LUP Caso de Problema: Expõe um problema, ilustra como ele ocorre e porque ele ocorre. Com o objetivo de evitá-lo.

#### **3.2.3.6. Elaboração da Árvore de perdas**

Árvore de perdas é uma ferramenta gerenciada pelo pilar ME onde permite visualizar uma estratificação geral das perdas, de modo a orientar e priorizar os temas a serem analisados e tratados via ferramentas de melhoria contínua, para aplicabilidade dessa ferramenta, é feita uma estratificação das perdas do processo produtivo em formato de cascata, de modo que todos os envolvidos no processo produtivo possam entender a influência do cumprimento das rotinas e os padrões no processo, além de poderem visualizar, de forma mais assertiva, os temas e os locais onde serão tratadas as perdas.

#### **3.2.3.7. Avaliação do estado do equipamento.**

É feito um levantamento da condição atual e avaliação do equipamento, também pode ser visto como a análise da diferença entre a condição de projeto do equipamento e a condição atual. É criado um banco de dados com as falhas decorrentes para contabilizar as pequenas paradas, analisar se já houve algum acidente envolvendo o equipamento, o tempo médio entre falhas e levantar todo o capital que foi investido no equipamento com manutenção. É importante também nessa etapa definir metas de manutenção para esse equipamento e acompanhar o cumprimento.

### 3.2.4. Segundo passo para implementação.

Com o foco do passo um sendo a limpeza, seus tempos de execução e a melhor forma de serem realizados, o passo dois vem verificando todas as atividades e se há alguma forma de eliminar ainda mais o tempo de limpeza através de ferramentas como: ECRS (Eliminar, Conter, Reduzir e Simplificar), e assim otimizar o tempo gasto em limpeza para produzir peças boas. É importante lembrar que as ferramentas implementadas durante o passo 1 não deixam de ser executadas, elas continuam simultaneamente com as atividades que serão iniciadas no passo dois. Para que uma máquina possa avançar nos passos, ela tem que estar com 80% das etiquetas de condições básicas solucionadas e 80% das etiquetas de falhas ínfimas solucionadas também, ou seja, máquinas extremamente limpas e etiquetas preenchidas de forma adequada.

O intuito deste passo é reduzir e prevenir as fontes causadoras de sujeiras e os locais de difícil acesso tanto internamente no setor quanto na própria máquina, buscando uma melhoria nas condições de trabalho dos operadores e também na redução do tempo gasto com limpeza.

No decorrer de suas atividades, os operadores ficam atentos para locais que apresentam um maior nível de sujeira, bem como, alguns lugares que dificultem o acesso à limpeza e como procedimento abrem um cartão notificando o que foi identificado colocando para a análise. Nas reuniões diárias devem ser discutidas soluções para a eliminação ou redução do problema apresentado e posteriormente a melhoria realizada, deve ser preenchido um documento no qual facilitará a compreensão das ações tomadas, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

DOCUMENTO DE MELHORIA - FONTE DE SUJEIRA/LOCAL DE DIFÍCIL ACESSO					
Fonte de Sujeira	Local de Dificil Acesso	Máquina	Data		
1. Descrição do problema (Local, origem, quantidade, impacto)		2. Análise de Causas (Porquês?)			
		1°	2°	3°	4° 5°
3. Ações de Melhorias ( Eliminar, Reduzir, Conter, Eliminar)			Responsável	Data	
1 -					
2 -					
3 -					

**Figura 24 - Documento de registro de locais de difícil acesso**  
 Fonte: Pela empresa estudada.

No documento constará o local de difícil acesso ou local da fonte de sujeira encontrada, bem como sua área, localização e a data do apontamento. Posteriormente será descrito o problema e suas ações de melhoria.

Implementações de CAPDO.

Uma vez definido as perdas a serem solucionadas, os grupos de melhoria devem preparar-se da seguinte forma: compreender plenamente a filosofia de melhoria específica, o significado das perdas e a importância de focar a melhoria da eficiência global, entender o processo de produção, incluindo seus princípios teóricos básicos, reunir dados sobre falhas, problemas, e perdas, e apurar gráficos de sua evolução no tempo, classificar as condições básicas necessárias para assegurar o apropriado funcionamento do equipamento e definir claramente os fatores que prejudicam seu estado ótimo, dominar as técnicas necessárias para analisar e reduzir as falhas e perdas, observar cuidadosamente os locais de trabalho para descobrir o que realmente acontece, e as oportunidades de melhoria.

- **Etapas de Processo**

**Seleção do tema de melhoria:**

1. Selecionar e registrar o tema
2. Formar time de projeto
3. Planejar as atividades

**Compreender a situação atual**

1. Identificar processos gargalos
2. Medir falhas, defeitos e outras perdas
3. Usar valores de referência para estabelecer objetivos

**Etapa 2: Descobrir e eliminar anormalidades**

1. Identificar todas anormalidades
2. Restaurar a deterioração e corrigir pequenas anormalidades
3. Estabelecer as condições básicas do equipamento

- **Analisar as causas**

1. Estratificar e analisar as perdas

2. Aplicar ferramentas de análise
3. Empregar tecnologia específica, fabricar protótipos, conduzir experimentos

### **Planejar as melhorias**

1. Desenhar propostas de melhoria e preparar planos de ação
2. Comparar a eficácia e custos das propostas alternativas e compilar orçamentos
3. Considerar os riscos e possíveis desvantagens

### **Implantar as melhorias**

1. Realizar o plano de melhorias (implantar)
2. Praticar a gestão antecipada (operações de teste e aceitação formal)
3. Facilitar as instruções para o equipamento melhorado, métodos de operação, etc.

### **Verificar resultados**

1. Avaliar os resultados conforme evolui o projeto de melhoria
2. Verificar se estão alcançando os objetivos
3. Caso não alcance, começar de novo na etapa 3 (análise de causas)

### **Consolidar resultados**

1. Definir padrões de controle para sustentar os resultados
2. Formular padrões de trabalho e manuais
3. Retroalimentar informações de prevenção de manutenção.

#### **3.2.4.1. Restaurar Deterioração e Corrigir Fraquezas**

O pilar MP da continuidade nos trabalhos de avaliação do equipamento e dá início a análise de quebra, também inicia restaurar deteriorações e corrigir Fraquezas. Após entender as condições dos equipamentos, são desenvolvidas ações para restaurar as deteriorações e corrigir as fraquezas de forma a melhorar os pontos deficientes encontrados na máquina e em seus equipamentos, sendo assim é dado um forte apoio às atividades de manutenção autônoma dos operadores buscando assim restaurar a deterioração acelerada, corrigir os pontos fracos ocasionados por falhas de projeto e restabelecer as condições ótimas do equipamento.

Algumas ferramentas são utilizadas para analisar e entender falhas sendo elas 5 Porquês, 5W2H e diagrama de Ishikawa.

### **3.2.5. Terceiro passo para implementação**

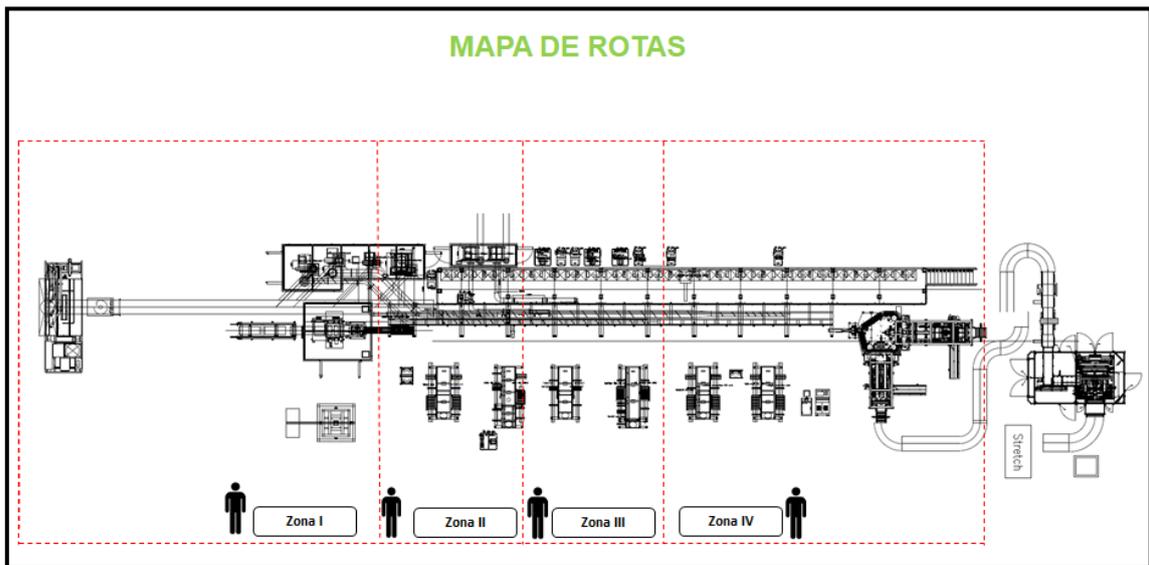
O objetivo desta etapa é manter todo o avanço e as condições alcançadas nas etapas anteriores, ou seja, fazer com que as condições básicas dos equipamentos sejam mantidas. Para alcançar estas condições, há a necessidade dos times de operadores estabelecerem padrões nas atividades de limpeza, inspeção e lubrificação, e assumindo a responsabilidade de manter o equipamento proporcionando maior autonomia com sua máquina e fazer com que o mesmo seja capaz de realizar atividades simples de limpeza e lubrificação sem que haja a necessidade de recorrer a da manutenção.

A principal atividade desta etapa é a formulação dos padrões de trabalho que busquem manter os níveis básicos de limpeza, lubrificação e das condições ideais de operação dos equipamentos, e que procurem sempre o esforço mínimo para cada atividade. Para contribuir este processo e melhorar a eficiência das atividades de inspeção deve-se introduzir controles visuais. Tudo isto deve ser estabelecido para amparar as condições básicas mantendo e prevenindo o equipamento da deterioração forçada.

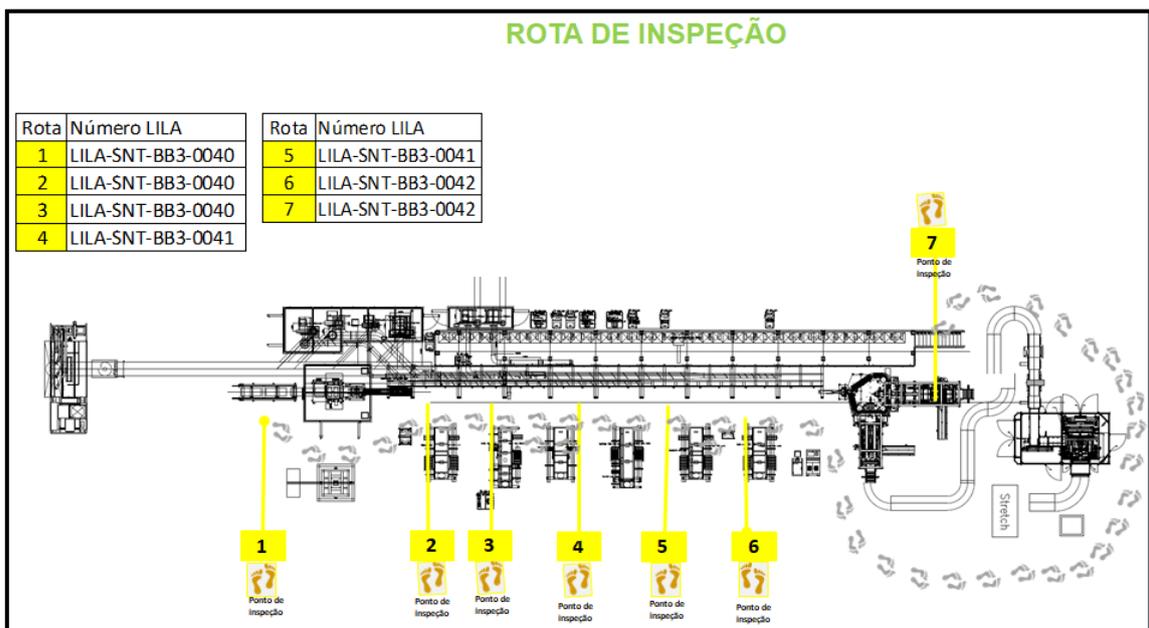
Na elaboração das rotas de inspeção é necessário ter a clareza de que neste tipo de tarefa não se executam atividades específicas de manutenção, como substituição ou reparação. Mas, inspeções buscando identificar possíveis indícios de falha, para que ações corretivas possam ser planejadas e executadas, garantindo o sistema produtivo operacional. A elaboração de um plano de rota visa sistematizar as tarefas de inspeção sensível que devem ser executadas:

- em equipamentos, considerando sua criticidade;
- em pontos específicos a serem inspecionados;
- numa periodicidade determinada;
- determinando quem é o responsável pela tarefa.

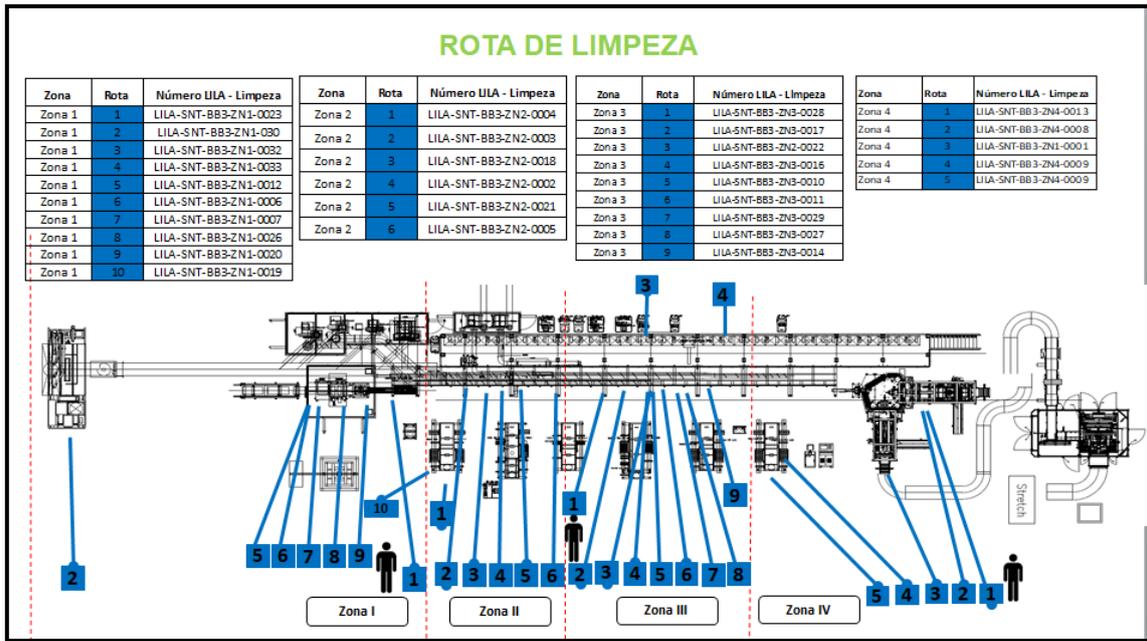
Foram criadas rotas de inspeção e verificação do que precisa ser inspecionado, visando abranger todos os equipamentos, elaborando rotas de inspeção, lubrificação, limpeza e ajuste. Assim executando a inspeção de forma eficiente ajudando a identificar falhas. Diminuindo gastos com manutenções corretivas e preventivas; evitar paradas de produção não programadas; obter troca mais eficiente de peças de reposição, prolongando a vida útil dos ativos; aumentar a disponibilidade e confiabilidade do maquinário.



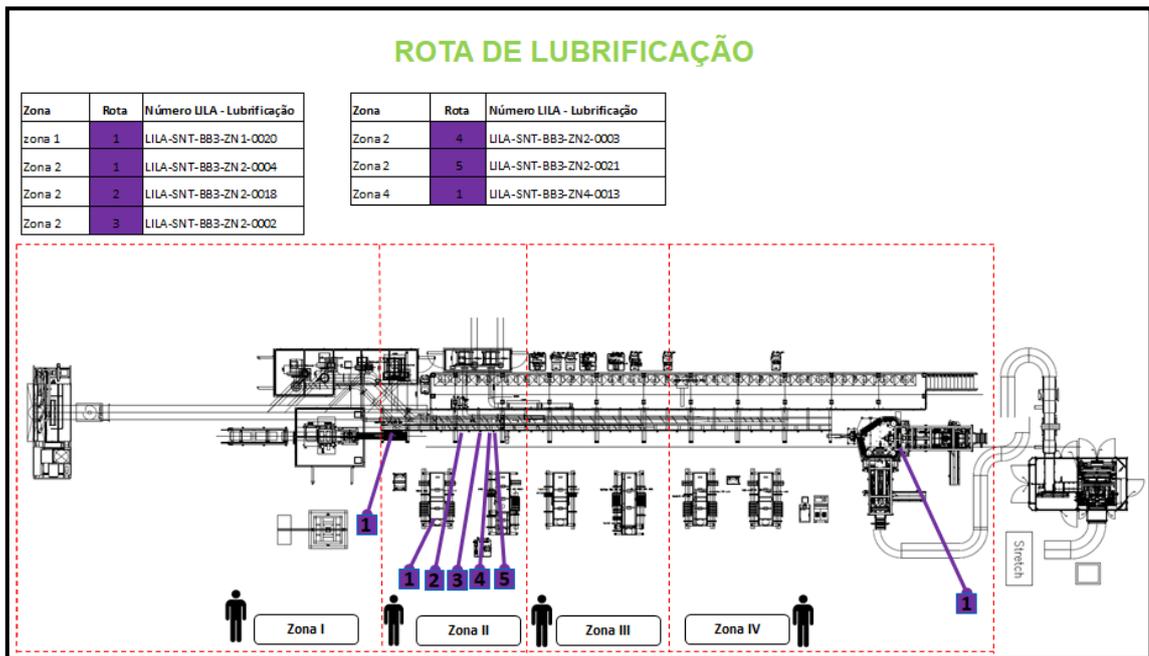
**Figura 25 - Mapa de Rotas**  
Fonte: Pela empresa estudada



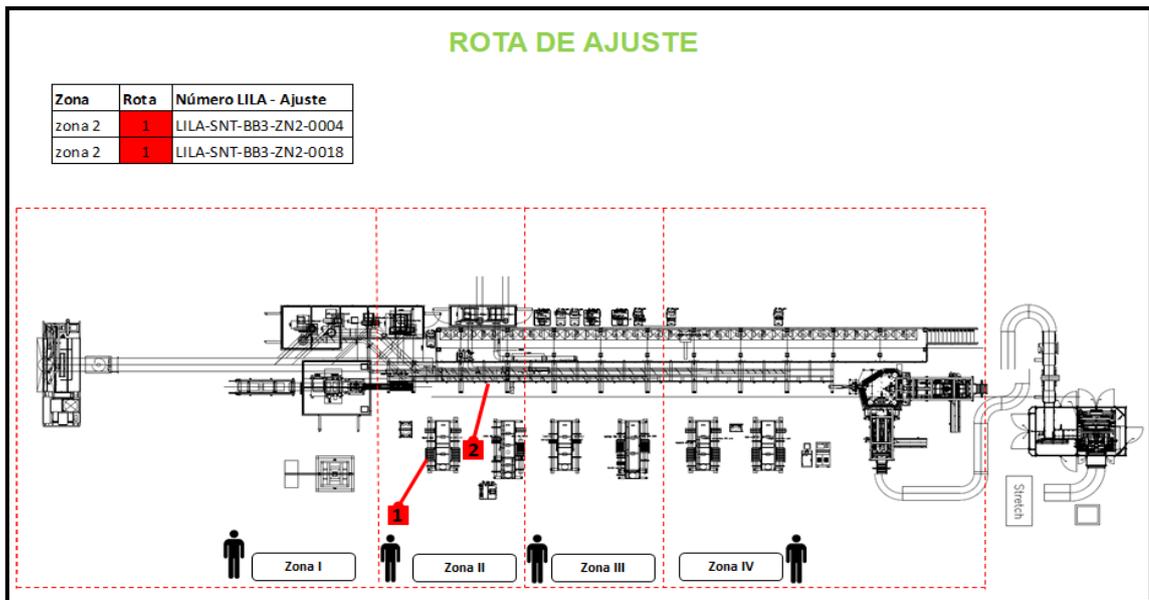
**Figura 26 - Rota de Inspeção**  
Fonte: Pela empresa estudada



**Figura 27 - Rota de Limpeza**  
 Fonte: Pela empresa estudada



**Figura 28 - Rota de Lubrificação**  
 Fonte: Pela empresa estudada



**Figura 29 - Rota de Ajuste**  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 2.2.5.7 Gestão visual

Gestões visuais foram criadas para fazer com que a situação atual de um processo seja rapidamente entendida, a qualquer momento deve ser possível avaliar a situação ao qual o equipamento está trabalhando com isso temos a diminuição nas falhas relacionadas à comunicação, já que a transmissão das informações acontece de forma visual e, portanto, mais dinâmica, conseguimos trazer uma motivação na cooperação entre a equipe de trabalho já que os parâmetros ficam mais fáceis de serem identificados, pois todos os funcionários podem visualizar o resultado do processo como um todo, reconhecimento de anormalidades, pois a detecção de anomalias e vulnerabilidades torna-se mais ágil e eficaz para tornar os desvios mais evidentes, uma vez que se estabelece uma ‘faixa de normalidade’ ou resultados esperados.

Com a gestão visual do manômetro é possível identificar com facilidade se o equipamento está trabalhando de forma correta, assim facilitando a forma de avaliação do operador.



**Figura 30 - Manômetro com gestão visual aplicada**  
Fonte: Pela empresa estudada

Este exemplo apresenta a gestão visual para o alinhamento de matéria prima.



**Figura 31- Marcação de matéria prima**  
Fonte: Pela empresa estudada

### **3.2.6. Quarto passo em processo de implementação**

Criados os padrões e desenvolvidas as habilidades técnicas iniciais dos operadores do equipamento piloto, fez-se necessária a capacitação sobre técnicas de inspeção com base em manuais dos equipamentos, rendimento dos processos, operações e ajustes, tratamento de anomalias, dentre outros. Este treinamento teve como objetivo a recuperação das condições básicas de operação de componentes mais específicos do equipamento mediante uma inspeção geral. Neste ponto iniciou-se o desenvolvimento autônomo do operador, pois através da elaboração de controles visuais todos os componentes críticos do equipamento passaram a ser

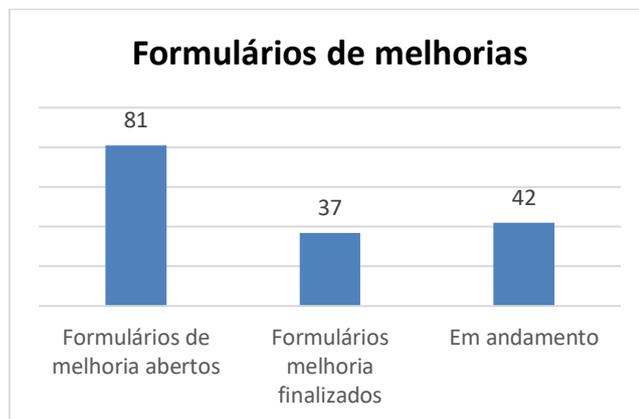
monitorados pela operação. Assim todos foram capacitados de forma a impedir duplicidades e omissões nas inspeções periódicas.

### **3.3. Resultados Obtidos**

#### **3.3.1. Resultados obtidos no primeiro passo**

##### **3.3.1.1. Formulários de melhoria**

Com a participação dos operadores colaborando com a abertura de formulários de melhorias o número de ideias sugeridas ajuda a avaliar quanto a equipe está comprometida com este trabalho. A participação ativa é essencial todos incluem aconselhamento e apoio neste processo.



**Gráfico 1- Formulários de melhorias em passo 1**

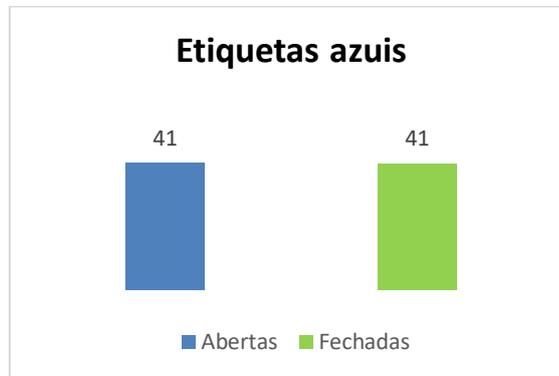
Fonte: Pela empresa estudada

No primeiro passo foi aberto um total de 31 formulários, a maioria deles não foram ideias que necessitaram de investimento altos, lembrando que não somente a resolução das mesmas que foram focadas como também teve a preocupação de eliminar a recorrência, sendo assim surgiram ideias para poder eliminar possíveis anomalias.

##### **3.3.1.2. Resolução de etiquetas**

O primeiro passo teve um período de implantação de 5 meses, ao longo desta etapa foram abertas inúmeras etiquetas. A manutenção, em conjunto com todos operadores não tiveram grande dificuldade em resolver os problemas registrados nas etiquetas. Em alguns casos foram necessários realizar a compra de novos componentes e por este motivo levou-se esse

tempo para alcançar a meta pré-estabelecida de igual ou superior a 80% da resolução de etiquetas.



**Gráfico 2 - Etiquetas azuis em passo 1**

Fonte: Pela empresa estudada

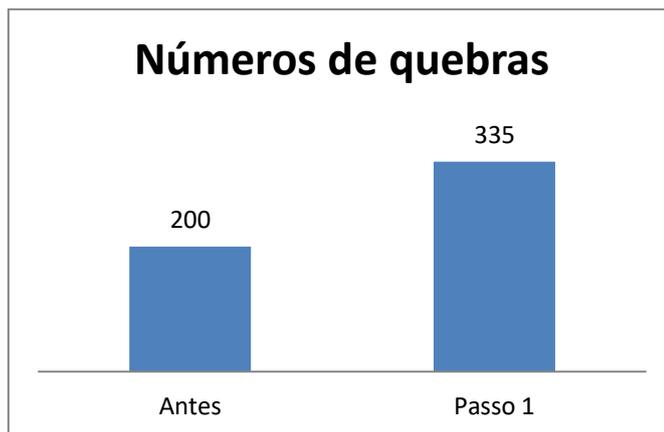


**Gráfico 3 - Etiquetas vermelhas em passo 1**

Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.1.3. Resultados obtidos em números de quebras

Pode ser notado um aumento no número de quebras devido ainda estar fazendo o estudo das condições do equipamento para manutenções corretivas, nesse momento ainda atuando nas quebras no momento em que elas ocorrem.

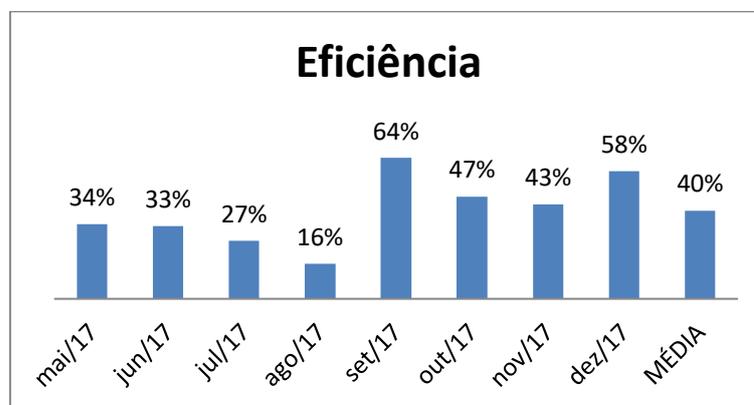


**Gráfico 4 - Números de perdas em passo 1**

Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.1.4. Resultados Obtidos no índice OEE

São 7,1 % de aumento real no índice de OEE, isso significa que foram recuperadas em torno de 51 horas de horas produtivas, a evolução nos três primeiros meses não é muito visível ainda pois é a fase de adaptação a metodologia, mais tempos gastos com limpeza, com treinamentos.



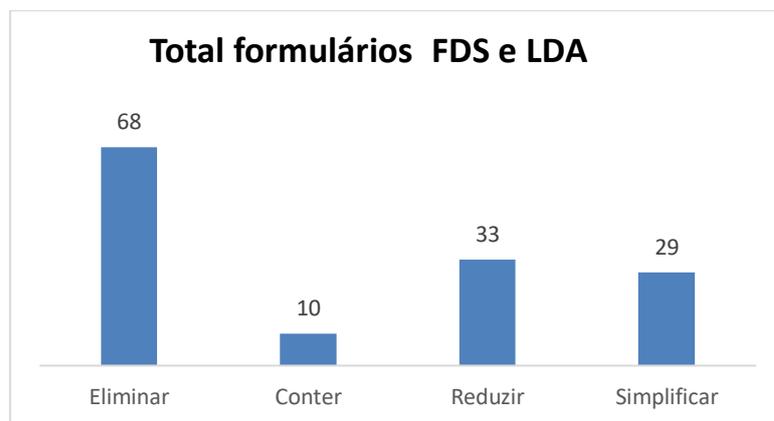
**Gráfico 5 - Eficiência em passo 1**

Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.2. Resultados Obtidos no segundo passo de Implementação

#### 3.3.2.1. Quantidade melhorias implantadas e formulários

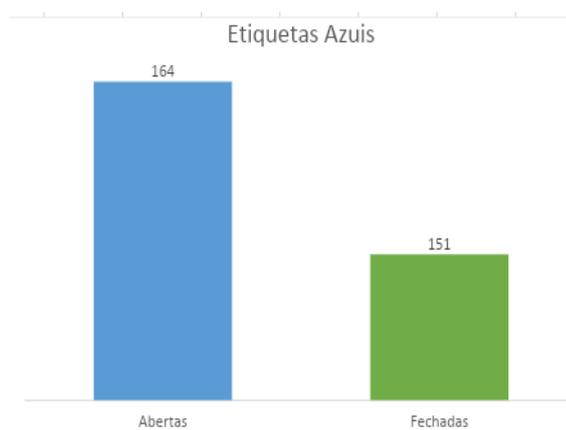
Foram implantados 140 formulários no passo 2, nesta etapa foram focadas em melhorias específicas para a redução de tempo dos locais de difícil acesso e fontes de sujeiras.



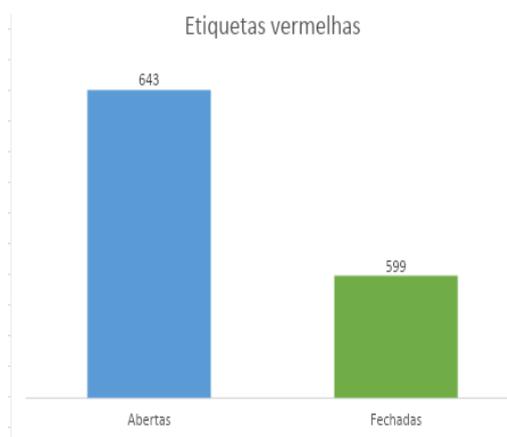
**Gráfico 6 - Total de formulários FDS e LDA em passo 2**  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.2.2. Resolução de etiquetas

Resoluções pós quebra e atuações onde o equipamento dava sinal antes mesmo de uma possível parada.



**Gráfico 7 - Etiquetas azuis em passo 2**  
 Fonte: Pela empresa estudada

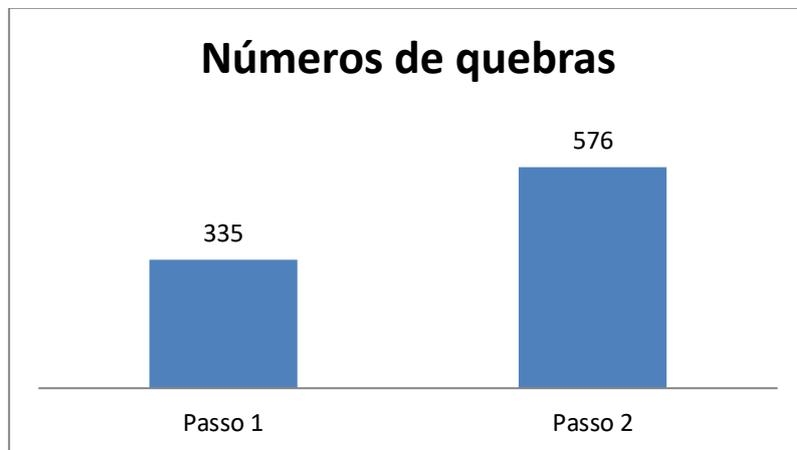


**Gráfico 8 - Etiquetas vermelhas em passo 2**  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.2.3. Resultado de número de quebras

Pode se notar que o número de paradas para correção de quebras por que são feitas interversões em pontos onde o equipamento já dá sinais de possíveis quebras com manutenções preventivas e em atuações pós quebras onde ainda é feito manutenções corretivas.

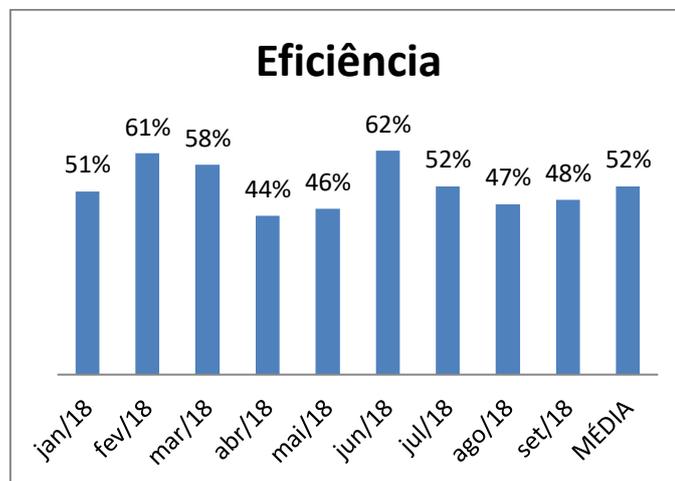
No passo 2 já temos todos os padrões de trabalhos definidos e assim mantendo todos os operados alinhados evitando ajustes fora dos especificados estabelecidos pelo time técnico, com isso conseguimos ver que tivemos um resultado bem positivo com um aumento de 12 pontos percentuais na média em comparação ao período do passo 1.



**Gráfico 9 - Número de quebras em passo 2**  
Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.2.4. Resultados obtidos no índice OEE

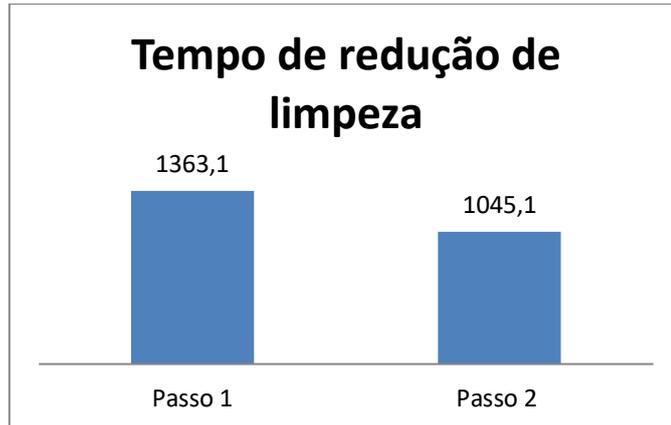
De fato, obtivemos uma importante estabilidade de eficiência, onde não tivemos oscilações significativas nos resultados, onde mostra que os trabalhos realizados não são apenas para corrigir falhas pontuais, mas sim aquelas que poderiam impactar o resultado a longo prazo.



**Gráfico 10 - Eficiência em passo 2**  
Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.2.5. Resultados obtidos em redução de limpeza

Com o foco na eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso com o método de ECRS, conseguimos eliminar 318 minutos que eram gastos com limpezas tornando assim esse tempo em horas produtivas ganhando assim um volume mensal de 222.600 peças.

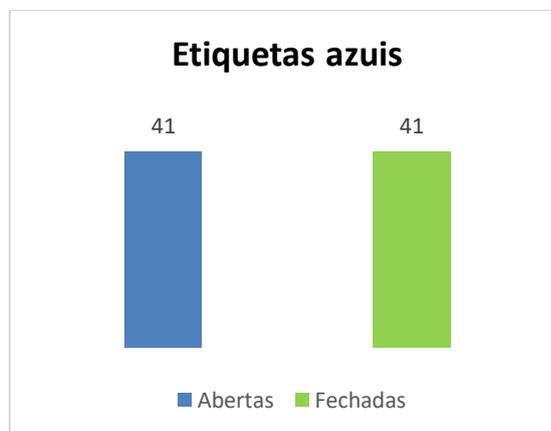


**Gráfico 11 - Redução de limpeza em passo 2**  
Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.3. Resultados Obtidos no terceiro passo de Implementação

#### 3.3.3.1. Resultados obtidos de etiquetas

Conforme as ações dos pilares de MA e MP evoluem os ganhos e se tornam mais perceptíveis podendo ser analisado no gráfico abaixo a evolução da resolução de etiquetas durante o passo 2, onde podemos notar 100% de resolução de etiquetas azuis e 99,4% de resolução de etiquetas vermelhas:



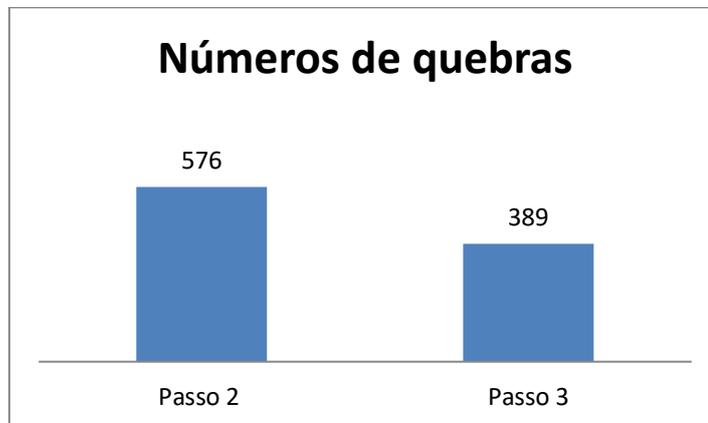
**Gráfico 12 - Etiquetas azuis em passo 3**  
Fonte: Pela empresa estudada



**Gráfico 13 - Etiquetas vermelhas em passo 3**  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.3.2. Resultado de número de quebras

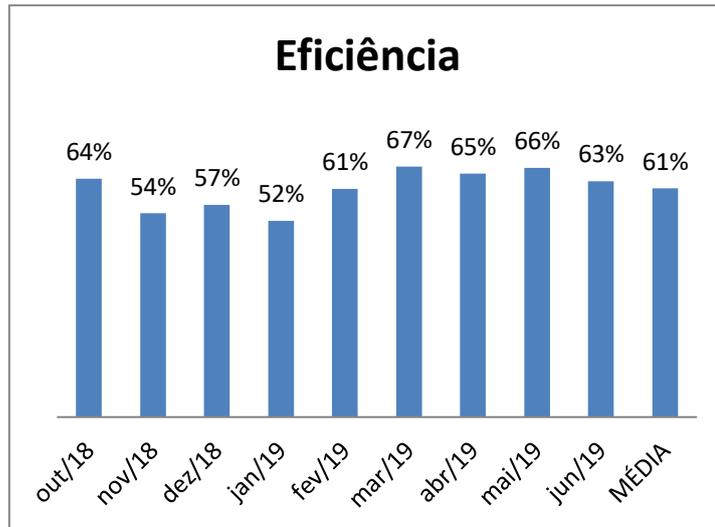
Com a sistematização de inspeção os índices de quebras e falhas diminuíram com o aumento das intervenções programadas. Através da criação de sistema de manutenção planejada.



**Gráfico 14 - Número de quebras em passo 3**  
 Fonte: Pela empresa estudada

### 3.3.3.3. Resultados obtidos no índice OEE

Após o avanço para o terceiro passo no equipamento é notável o quanto a eficiência melhorou, tendo um avanço de produtividade com um ganho de 65 horas e aumento na média de 9%.



**Gráfico 15 - Eficiência em passo 3**  
Fonte: Pela empresa estudada

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através deste estudo, percebeu-se os impactos do TPM no processo produtivo. De fato, o TPM se constitui como uma metodologia muito eficiente na busca pela melhoria da produtividade de uma empresa, pois sua filosofia de zerar as perdas por falhas ou quebras de equipamentos garante maior aproveitamento da capacidade produtiva da planta industrial como um todo bem como promove uma melhor motivação das pessoas envolvidas no processo produtivo uma vez que cada operador passa a se sentir responsável pelo bom funcionamento do equipamento que opera, no intuito de se dar sequência ao processo de melhoria contínua que o TPM sugere. Da mesma forma, as comissões formadas para a implementação da Manutenção Produtiva Total procuram fomentar todo o processo garantindo a existência das melhores condições aplicação da metodologia.

Sendo assim, pode-se dizer que TPM promove melhorias significativas no desempenho de uma empresa de forma gradativa visto que a assimilação dos conceitos do método pode não ser muito rápida e que o resultado depende da dedicação de todos os envolvidos no processo produtivo. Lembrando que esta metodologia pode e deve ser aplicada em qualquer processo produtivo e ou qualquer tipo de organização. É visível as mudanças na performance da empresa após a implantação do TPM, visto que todos os gráficos remetem a um resultado positivo em relação à sua implantação, apesar de ser um processo de mudança contínuo, isso nos leva a crer que o cuidado em estar sempre acompanhando o processo é importante para que se consiga atingir as metas almejadas.

Antes da implementação do TPM a empresa trabalhava com diversas paradas em seu dia a dia o que causava um atraso operacional e produtivo, após a implementação a empresa passou a ter ganhos de produtividade e menos pausas por quebra ou SETUP, o que gerou um aumento de eficiência de 21% ou 151.200 peças por mês.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

NAKAJIMA, S.; Introduction to TPM, Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1989.

NAKAJIMA, S.; Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.