

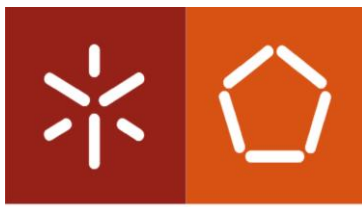


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luã Rodrigues Gouveia Derzi

**Implementação da metodologia TPM no processo
de fabricação da tampa básica de alumínio.**

Dezembro de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luã Rodrigues Gouveia Derzi

**Implementação da metodologia TPM no processo
de fabricação da tampa básica de alumínio.**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Prof. Doutor Nélson Bruno Martins Marques da Costa

Dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, o criador do universo, a quem somos sua imagem e semelhança. A minha família que me apoiou e me incentivou nos momentos difíceis durante essa longa jornada na busca desse objetivo. Aos professores em especial, que com seus ensinamentos me ajudaram a concretizar um dos objetivos, passando os seus conhecimentos com sabedoria e dedicação.

Ao meu orientador Nélon Bruno Martins Marques da Costa, pela sua dedicação, competência e disponibilidade em me orientar nesta dissertação. Os alunos que estudaram comigo neste curso, muitos são meus amigos e contribuíram na minha formação. Aos meus amigos no incentivo e apoio para o estudo, quando sentiram a minha ausência nas horas de lazer.

Em especial a minha mãe que sempre me apoiou nesta caminhada. Obrigado Senhor!

Implementação da metodologia TPM no processo de fabricação da tampa básica de alumínio.

RESUMO

A busca por melhores resultados é uma prática necessária para que as empresas se mantenham competitivas no cenário econômico atual. Os preços são ditados pelo mercado e o lucro passa a ser resultado de menores custos de produção. Desta maneira, as organizações estão revendo seus processos produtivos e buscando eliminar os desperdícios e/ou falhas encontradas para que isso não impacte no produto final, já que o consumidor não irá pagar por estes. Para tal, a maioria das organizações continuam aplicando práticas e filosofias japonesas para aumentar sua produtividade e otimizar a eficiência em seus processos. Esse trabalho mostra a aplicação das ferramentas da manufatura enxuta, com maior relevância para o Total Productive Maintenance (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT). O projeto tem como objetivo aumentar a capacidade produtiva, por meio da utilização dos pilares TPM, onde foi identificado o embalamento de tampa básica na rebordadeira como a principal falha, através de uma equipa multifuncional buscará soluções para prevenir as quebras, ter uma operação adequada, trazendo o equipamento para o estado ideal e estabelecer um gerenciamento autônomo. A utilização desta ferramenta gerou um ganho na ordem de 10,5% na capacidade produtiva, isso em função da redução de horas paradas na máquina gargalo e consequente aumento no indicador de eficiência global de 10,8%. No decorrer da aplicação as pessoas envolvidas obtiveram conhecimento técnico relacionado a manutenções básicas do equipamento piloto, diferenciado devido à necessidade gerenciar seus equipamentos. Com isso, pode-se afirmar o início de uma nova cultura organizacional relativa à tratativa com máquina.

PALAVRAS-CHAVE

Custos de produção, manufatura enxuta

Implementation of the TPM methodology in manufacturing process of the basic cover of aluminum

ABSTRACT

The search for better results is a necessary practice for companies to remain competitive in the current economic scenario. Prices are dictated by the market and profit is the result of lower production costs. Organizations are reviewing their production processes and seeking to eliminate the waste and / or imperfection found so that it does not impact the final product, since the consumer will not pay for them. To this end, most organizations continue to apply Japanese practices and philosophies to increase their productivity and optimize efficiency in their processes. This work shows the application of lean manufacturing tools, with greater relevance for Total Productive Maintenance (TPM). The project aims to increase the production capacity of the basic can cap through the use of TPM pillars, where it was identify the main failure, through a multifunctional team wich will seek solutions to prevent breakages, have an adequate operation bringing the equipment to the ideal state and establish autonomous management. The use of this tool generated a gain of around 10.5% in production capacity, due to the reduction of downtime in the bottleneck machine and a consequent increase in the overall efficiency indicator of 10.8%. In the course of the application, the people involved obtained technical knowledge related to basic maintenance of the differentiated pilot equipment due to the need to manage their equipment, with that, it is possible to affirm the beginning of a new organizational culture related to the deal with machine, equipment, as well as the valuing people.

KEYWORDS

Production Costs, Lean Manufacturing

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. ENQUADRAMENTO.....	13
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.3. CONTEXTO DO ESTUDO.....	15
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS).....	16
2.1.1. AS BASES DO TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS).....	17
2.2. TOYOTA PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM).....	18
2.3. SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO GLOBAL.....	24
2.4. O.E.E COMO INDICADOR DE DESEMPENHO.....	26
2.5. BENEFÍCIO DA LIMITAÇÕES DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM.....	27
2.5.1. BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS.....	28
2.5.2. LIMITAÇÕES.....	29
2.6. LEAN MANUFACTURING.....	31
2.7. FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING.....	31
2.8. JIT (JUST IN TIME).....	33
2.8.1 Objetivos do JIT.....	34
2.9. DESPERDÍCIOS E MELHORIA CONTÍNUA.....	35
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	37
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	37
3.3 COLETA DE DADOS.....	38

3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
3.5	METODOLOGIA E ANÁLISE DE RESULTADOS	39
3.6	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	39
4	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL	40
4.1	MEDIÇÃO DAS PRINCIPAIS PARAGENS DE PRODUÇÃO	42
4.2	REUNIÕES DA EQUIPA.....	43
4.3	MAPEAMENTO DAS CAUSAS DE PARAGEM.....	44
4.3.1	BRAINSTORMING.....	44
4.3.2	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	45
4.3.3	5PQ.....	46
4.3.3.1	DADOS ERRADOS PLANNOR.....	47
4.3.3.2	BAIXA PRESSÃO.....	47
4.3.3.3	EXCESSO DE ÓLEO.....	48
4.3.3.4	SENSOR DIE EXIT DESREGULADO	48
4.3.3.5	SENSOR DIE EXIT SUJO	48
4.4	LIMPEZA DO EQUIPAMENTO.....	51
4.5.	ELIMINAÇÃO DAS FONTES DE SUJIDADE.....	53
4.6.	DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE LIMPEZA.....	54
4.7.	REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO GERAL DO EQUIPAMENTO	54
4.8.	SISTEMATIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
5.1	REDUÇÃO DAS PARAGENS POR ETRE.....	55
5.2	RESULTADOS OBTIDOS EM CAPACIDADE E NO ÍNDICE OEE	56
6	CONCLUSÃO.....	58
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTURAS	59
	Referências Bibliográficas	60
	Anexo I – Check List.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Oito pilares do TPM.....	20
Figura 2 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas pelo OEE	27
Figura 3 - As 6 grandes perdas	30
Figura 4 - Ferramenta 5s	33
Figura 5 - Equipamento Piloto	40
Figura 6 - Gap control	42
Figura 7 - Pareto com a quantidade de paradas	42
Figura 8 - Reunião com equipe multifuncional	44
Figura 9 - Brainstorming	45
Figura 10 - Diagrama de Ishikawa	46
Figura 11 - Diagrama 5PQ	47
Figura 12 - Etiquetas TPM	49
Figura 13 - Tabela Resumo das Fichas TPM.....	50
Figura 14 - Diagrama de esforço x impacto	51
Figura 15 - Estratégia da Utilização das Etiquetas.....	53
Figura 16 - Gráfico de acompanhamento de ocorrências	56
Figura 17 - Ganho de capacidade produtiva	57
Figura 18 - Evolução de eficiência global (OEE).....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Fases e Etapas da Implantação da Manutenção Produtiva Total	21
Tabela 2 - Principais Downtime	41
Tabela 3 - 3 maiores causas de parada.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5PQ - Quem, O quê, Onde, Quando e Quanto

5S - Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke

6M - Diagrama de Causa e Efeito

ETRE - Embalamento de Tampa na Rebordadeira

JIT - Justi In Time

MPT - Manutenção Produtiva Total

OEE - Overall Equipment Effectiveness

PIM - Polo Industrial de Manaus

STP - Sistema Toyota de Produção

TPM - Total Productive Maintenance

TPS - Toyota Production System

1. INTRODUÇÃO

Várias são as teorias e filosofias de sucesso implementadas no mundo industrial como a Teoria das Restrições, o JIT (Just in Time) e a Mentalidade Enxuta, que servem como referencial para empresas que buscam melhorar seus processos internos. O TPM (Total Productive Maintenance) ou MPT (Manutenção Produtiva Total) é uma das práticas que tem sido mais aplicada na indústria, podendo até ser considerada como uma das ferramentas mais utilizadas na Mentalidade Enxuta.

Segundo Shingo (1996, p. 10) o conceito inicial do Sistema Toyota de Produção preconiza a identificação e eliminação das perdas e com conseqüente redução dos custos industriais. Desse modo a eliminação dos desperdícios pode ser considerada o ponto de partida para uma empresa sobreviver na competição acirrada de mercado cada vez mais exigente. O TPM alinha e direciona as diferentes atividades já existentes na empresa para um mesmo objetivo, otimizando a alocação de recurso e esforço para a redução/eliminação das perdas.

Segundo Martins e Laugeni (2015), ser competitivo é ter condições de concorrer com um ou mais fabricantes e fornecedores de um produto ou serviço em um determinado mercado. Para o TPM, as perdas transformam-se em oportunidades de ganho. Desta forma, cada pilar da ferramenta possibilita e direciona para oportunidades de combate aos desperdícios existentes no processo produtivo. Com a eliminação ou redução dessas perdas, habilita a empresa a ter um diferencial competitivo diante o mercado.

1.1. ENQUADRAMENTO

Segundo o relatório anual de 2018 da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas e Alumínio (Abralatas), o consumo de latas de alumínio no Brasil apresentou crescimento de 8,5% nas vendas em relação a 2017, sendo um índice quatro vezes maior que o estimado pelos produtores de cerveja naquele ano (Abralatas, 2019).

Neste sentido, as indústrias de alumínio têm buscado alcançar iguais ou melhores resultados do que a média do mercado para que se mantenham competitivas no cenário econômico atual. Os preços são ditados pelo mercado e o lucro passa a ser resultado de processos internos mais eficientes. Desta maneira, as organizações estão a rever seus processos produtivos em busca de eliminar os desperdícios e/ou falhas encontradas para que isso não impacte no produto final, com os objetivos de aumentar a

qualidade para cliente final e a lucratividade para a empresa. Para tal, a maioria das organizações estão a continuar a aplicar práticas de gestão e filosofias de melhoria contínua para aumentar sua produtividade e otimizar os seus processos.

A metodologia TPM, filosofia de melhoria contínua, primeiramente desenvolvida no Japão, é uma manutenção preventiva e produtiva baseada no trabalho em equipa e envolve todos os níveis e funções da organização (Sun, 2003). Depois do início no Japão, esta metodologia ficou rapidamente popular nos Estados Unidos da América. Segundo Sun (2003), apesar de envolver todas as áreas da organização, a TPM descreve uma relação sinérgica particular entre produção e manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência operacional, garantia de capacidade e segurança. Enquanto a produção produz o produto, a manutenção produz a capacidade de produção. Portanto, a manutenção afeta a produção aumentando a capacidade de produção e controlando a qualidade e a quantidade de produtos produzidos.

O TPM é uma das práticas que tem sido mais aplicada na indústria, podendo até ser considerada como uma das ferramentas mais utilizadas para o desenvolvimento de uma "mentalidade enxuta".

Segundo Venkatesh (2007), a TPM pode ser considerada como a ciência médica das máquinas, sendo a mesma um programa de manutenção que envolve conceitos recentemente definidos para a manutenção de plantas e equipamentos. No passado, a manutenção era geralmente tida como algo necessário, que devia ser realizada apenas quando solicitada. Porém, com a evolução do mercado e a competitividade acirrada, houve uma mudança no conceito de manutenção. A metodologia TPM considera a manutenção como necessária e parte de vital importância para o negócio. Desta forma, esta dissertação em Engenharia Industrial foi realizada no âmbito do um ciclo de estudo do Mestrado em Engenharia Industrial na Universidade do Minho e realizou-se em ambiente Industrial, em uma empresa de embalagens de alumínio para bebidas.

1.2. OBJETIVOS

No intuito de resolver as questões de investigação deste projeto, a falta de capacidade na produção de tampa básica, foi definido o objetivo geral: aumentar a capacidade produtiva em uma empresa de embalagem de alumínio para bebidas através da implementação da metodologia TPM.

Para a sua concretização, foram definidos um conjunto de objetivos secundários que auxiliam a implementação do projeto:

- Identificar as paragens não-programadas;
- Quantificar as paragens não-programadas;
- Otimização do processo através da utilização das ferramentas TPM;
- Implementar as propostas de melhorias;
- Avaliar as propostas de melhorias.

1.3. CONTEXTO DO ESTUDO

Esta pesquisa teve como base um estudo de caso realizado em uma empresa de embalagens de alumínio para bebidas, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM), onde visava à redução da quantidade de horas paradas da máquina gargalo onde objetivo principal foi o aumento do O.E.E. Para tal utilizou-se ferramentas do STP, dentre elas a manutenção produtiva total com toda sua abrangência dentro de um processo produtivo.

Segundo Godoy (1995), é impossível compreender o comportamento humano sem a compreensão da estrutura dentro do qual os indivíduos interpretam seus pensamentos, sentidos e ações, com isso a escolha desta técnica foi baseada na necessidade da compreensão do gerenciamento de projeto dentro do contexto estrutural que estão inclusas. Para a realização deste trabalho foi utilizada uma abordagem exploratória, descritiva e bibliográfica, além de serem aplicados os métodos quantitativos, indicando o caminho a ser seguido.

Os dados usados e as observações foram baseados em informações oriundas da empresa onde o trabalho foi realizado sendo traçados metas e objetivos. Para Gil (1991), tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se dividida e organizada em quatro capítulos. O primeiro capítulo do qual faz parte este subcapítulo é a Introdução. Neste capítulo é apresentado o enquadramento do tema sobre o projeto e os objetivos que se pretendem atingir, assim como a metodologia de investigação.

No segundo capítulo, é realizada uma revisão da literatura sobre o tema em estudo, a metodologia TPM. Ao longo deste capítulo também é possível encontrar uma abordagem relativo ao Sistema Toyota de Produção, para além dos benefícios e limitações da aplicação da filosofia TPM.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação e caracterização da empresa, além de descrever o seu processo produtivo.

O quarto capítulo aborda a análise de necessidades efetuada, a partir da qual se compreendeu quais os tópicos onde existia necessidade de intervir para garantir o sucesso do projeto. Neste capítulo foi também feita a descrição da construção de todas as ferramentas de suporte que permitiram dar estrutura a este projeto.

No capítulo cinco é feita a apresentação e interpretação dos resultados, obtidos através da utilização da ferramenta apresentada ao longo do trabalho.

Por fim, no capítulo seis, é ponderada a perspetiva geral dos resultados obtidos, sendo apresentadas também algumas sugestões de melhorias a implementar numa futura iteração da aplicabilidade de um projeto deste âmbito.

2.0 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se as bases teóricas que sustentam o desenvolvimento do trabalho. Portanto, começa-se por realizar uma breve explicação sobre a origem do Toyota Production System que é seguida da apresentação da filosofia TPM. Para esta filosofia são referidas e explicadas algumas das técnicas e ferramentas existentes. Por fim, faz-se uma breve alusão aos benefícios e limitações na aplicação da filosofia TPM.

2.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)

O Toyota Production System é uma filosofia que busca eliminar desperdício, excluir o que não tem valor para o cliente, hoje também conhecida como *Lean Manufacturing*.

O TPS surgiu no Japão nos meados da década de 50 na fábrica de automóvel Toyota, hoje conhecida mundialmente devido a este sistema de produção. Nos dias atuais, há publicações que nessa época a indústria japonesa passava por dificuldades que resultava em uma baixa produtividade, por não terem recursos, o que naturalmente dificultava a adoção do modelo de produção em massa praticada nas indústrias de automóvel americanas, este sistema de produção em massa foi desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford no início do século XX, que era o sistema predominante dessa época. (OHNO, 1997).

O TPS foi criado pelo fundador da Toyota que era um mestre em invenções, Toyoda Sakichi, também pelo seu filho Toyoda Kiichiro e o engenheiro Taiichi Ohno que era o principal executivo da empresa. O

TPS tem como meta melhorar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios, já o sistema de produção em massa procurava reduzir os custos unitários dos produtos através da alta produção e estoques elevados. Segundo Womack e Jones (1998) esse sistema é “enxuto” por utilizar menor quantidade de recursos que a produção em massa: menos esforço dos operários; menos espaço para fabricação; metade dos investimentos em ferramentas e metade das horas de planejamento para desenvolver um novo produto.

2.1.1. AS BASES DO TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)

A base do TPS são a Autonomia¹ e o Just-In-Time (OHNO, 1997). A Autonomia consiste em dotar máquinas, equipamentos e pessoas da autonomia necessária para parar a linha de produção sempre que uma condição pré-estabelecida for atingida (por exemplo, quantidade produzida) ou sempre que os padrões de qualidade definidos não forem atendidos (por exemplo, produto com defeito).

A Autonomia, desenvolvida nas indústrias têxteis do grupo Toyota, representa um rompimento com a lógica um homem/um posto/uma tarefa presente no Taylorismo/Fordismo. Tal conceito implica a possibilidade da separação do trabalhador da máquina. Essa mudança de percepção sobre a relação entre homens e máquinas possibilitou o desenvolvimento de várias ferramentas do TPS (Alves et al. 2009).

O Just-In-Time (JIT), pode ser entendido como uma lógica de produção que estabelece como princípio básico a formação de estoques nos níveis estritamente necessários. O JIT é considerado um claro rompimento com o modelo tradicional de gestão adotado pelas indústrias ocidentais, denominados genericamente de Just-In-Case (JIC). O JIC está geralmente associado à transformação nos métodos de trabalho levada a efeito no início do século XX por Henry Ford, Frederick W. Taylor, Frank Gilbreth, (Monden, 2015, p.35).

Coriat (1994) apresenta essas duas bases – a Autonomia e o JIT – como sendo a sustentação do chamado “espírito Toyota”. O desenvolvimento do Sistema Toyota decorreu – em função das particularidades históricas do Japão – da necessidade de um sistema capaz de produzir séries pequenas de muitos produtos diferenciados (OHNO, 1997. FUJIMOTO, 1999). Essa necessidade fez com que o

¹ Autonomia é um neologismo decorrente da fusão das palavras Autonomia com Automação e procura significar que a Função Operação conforme definida por Shingo (1996) é dotada, além da simples automação, de autonomia para se comportar de acordo com um padrão estabelecido. Essa autonomia tanto pode estar relacionada com as pessoas como com as máquinas.

TPS se torne particularmente eficaz em ambientes de grande diversificação, construindo assim o que aparentemente tornou-se o seu principal fator de diferenciação em relação aos modelos baseados no Fordismo. Todo o conjunto de técnicas desenvolvidas por Ohno (1997) e Shingo (1996) pode ser percebido a partir dessa diferença básica.

2.2. TOYOTA PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

De acordo com Robinson e Ginder (1995, p. 1) o termo “Manutenção Produtiva Total” (MPT) foi utilizado pela primeira vez, no final dos anos 60, pela empresa Nippondenso, um fornecedor de partes elétricas para a Toyota, que usava o slogan “manutenção produtiva com participação total dos empregados”.

Para Black (1998) afirmam que os japoneses trouxeram a manutenção preventiva dos Estados Unidos há cerca de 30 anos, desde desta época eles vêm estudando e melhorando este sistema de manutenção, como se ver nos dias atuais eles expandiram para o mundo o que agora se chama Manutenção Produtiva Total (MPT), tendo sua história de evolução definido em estágios de acordo com a evolução das décadas:

- Em 1950 a Manutenção Preventiva só estabelecia as funções básicas de manutenção;
- Em 1960 a Manutenção Produtiva além das funções básicas de manutenção incorporou no sistema o reconhecimento da importância da confiabilidade, manutenção e rentabilidade econômica no projeto da corporação;
- Em 1970 a Manutenção Produtiva Total fez com que atingissem a eficiência na manutenção produtiva através de um sistema compreensível baseado no respeito às pessoas e que todas participassem de alguma forma da manutenção, por isso que é chamado de TPM ou MPT.

Shirose (1996, p.10) estabeleceu que “a maior característica do TPM é a participação de todos os membros da empresa desde o chão de fábrica até a alta administração, em forma de pequenos grupos de trabalho que têm por objetivo atingir metas como: quebra zero; acidente zero; defeito zero; aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos”.

O princípio básico da TPM inclui em seu conjunto para o bom funcionamento em seu sistema os oito pilares de sustentação, conforme Figura 1 – Oito pilares do TPM.

- a) **Manutenção autônoma:** a ideia primordial da Manutenção Autônoma “é utilizar os operadores de máquina para executar algumas tarefas rotineiras de manutenção. Estas tarefas incluem a Limpeza Diária, Inspeção, Reapertos requeridos pelo equipamento” (Mobley et al., 2008, p.

135). Pois os operadores podem notar mais rapidamente qualquer anomalia, já que os mesmos são mais familiarizados com os equipamentos, um exemplo pode ser a limpeza dos equipamentos, na qual os operadores detetam e assinalam anomalias potenciais de quebra, risco de segurança, de qualidade, entre outros que podem ser prevenidos.

- b) **Manutenção planeada:** segundo Kardec e Nascif (2009), a Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar falha e queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado baseado em intervalos definidos de tempo. Ou seja, as atividades de manutenção planejadas são previamente programadas para consertar equipamento e substituírem componentes antes que eles falhem, interrompendo o ciclo produtivo. Isto exige adaptação da parada planejada com o cronograma da Produção, para executar reparos nos equipamentos, permitindo tratar estes consertos como prioridade para a equipe de Manutenção.
- c) **Melhorias específicas:** tem como objetivo a eliminação das perdas existentes no processo produtivo, obtendo a eficiência máxima dos equipamentos, com isso gerando reduções de grandes paradas, melhoria da eficiência global dos equipamentos (OEE²), melhoria da produtividade do trabalho, redução de custos.
- d) **Educação e Treinamento:** tem como principal foco, promover um sistema de capacitação para todos os funcionários tornando-os aptos para a realização de suas atividades através da avaliação da situação atual, elaboração do plano de treinamento para operadores, implantação do plano, etc.
- e) **Manutenção da Qualidade:** esse pilar tem como objetivo dar continuidade a ferramenta MPT, suas etapas são: levantamento da situação da qualidade, restauração da deterioração, análise das causas, eliminação das causas, estabelecimentos das condições livres de defeitos, controle das condições livres de defeitos, melhorias das condições livres de defeitos.
- f) **MPT Administrativa:** responsável em conduzir o programa e formar os times de melhorias para atuar nas resoluções dos problemas. As principais perdas que geram paradas no processo são analisadas e seus possíveis ganhos são contabilizados.
- g) **MPT segurança, Saúde e Meio-ambiente:** é o pilar que tem como principal foco manter “zero” os indicadores de acidente, doenças ocupacionais e danos ambientais.
- h) **Controle Inicial:** é o pilar onde tem como objetivo gerenciar o intervalo de tempo entre a fase de especificação até a fase de partida, quando ao final do equipamento é entregue ao departamento

² OEE – Singla em inglês cujo significado em português é “*Overall Equipment Effectiveness*”.

de produção para operação plena. As etapas de operação são: análise da situação atual, estabelecimento do sistema de gerenciamento da fase inicial, aprimoramento e treinamento sobre o novo sistema estabelecido e aplicação efetiva do novo sistema de gerenciamento da fase inicial.

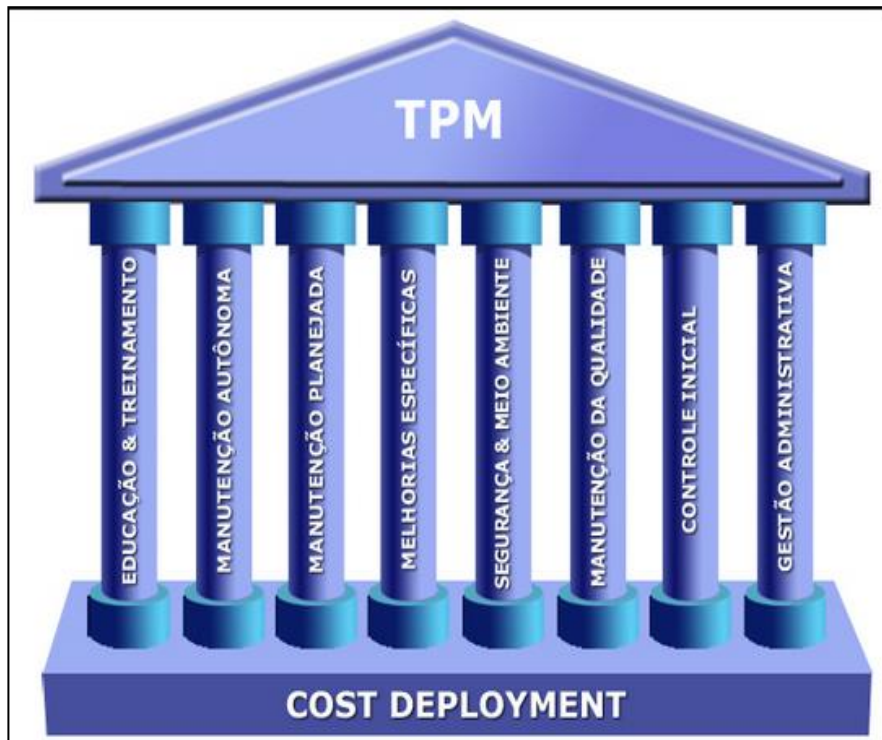


Figura 1 - Oito pilares do TPM

(Fonte: <http://www.advanced-eng.com.br/sobretpm.htm>)

Para desenvolver a TPM junto à organização existem etapas a serem realizadas, sendo que os detalhes são específicos a cada empresa, pois os objetivos e metas também são exclusivos em cada caso. Porém existem os alicerces comuns a todos, que se denominam pilares básicos de sustentação da TPM (NAKAJIMA, 1989).

De acordo com Nakajima (1989) e Suzuki (1994), a TPM normalmente é formada por 12 etapas:

1. Decisão da alta administração;
2. Formação Inicial;
3. Estrutura organizacional do TPM;
4. Estabelecer Diretrizes;
5. Plano Diretor;

6. Partida do TPM;
7. Estruturação dos Pilares para fiabilidade do sistema produtivo (Melhorias Específicas, Autônomas, Planeada, Educação e Formação);
8. Controlo Inicial;
9. Manutenção e Qualidade;
10. TPM nos Departamentos;
11. Segurança e Higiene e Meio Ambiente;
12. Aprimoramento.

A seguir será descrito as 12 etapas de implantação do TPM, conforme a Tabela 1 - Fases e Etapas da Implantação da Manutenção Produtiva Total (Suzuki, 1994).

Tabela 1 - Fases e Etapas da Implantação da Manutenção Produtiva Total

(Fonte: Adaptação – Curso: O Facilitador e o TPM, Loss Prevention Consulting & Training, 2004)

Fase	Etapa
Preparação	1 – Decisão da alta administração
	2 – Formação Inicial
	3 – Estrutura organizacional do TPM
	4 – Estabelecer Diretrizes
	5 – Plano Diretor
Início	6 – Partida do TPM
Implantação	7 – Estruturação do pilar para fiabilidade do sistema produtivo
	7.1 – Melhoria Especifica ou Focada
	7.2 – Manutenção Autônoma
	7.3 – Manutenção Planeada
	7.4 – Formação
	8 – Controlo Inicial
	9 – Manutenção e Qualidade
	10 – TPM nos Departamentos
11 – Segurança e Higiene e Meio Ambiente	
Aplicação Contínua	12 – Aprimoramento

1º etapa - Decisão da alta direção sobre introduzir o TPM.

A decisão da alta direção de adotar o TPM deverá ser divulgada para todos os funcionários, pois todos deverão se preparar psicologicamente para colaborar na consecução das expectativas e metas a serem atingidas com o programa em questão.

Em reunião de diretoria ou com as gerências a alta direção deverá declarar sua decisão pela introdução do TPM.

É recomendável que o TPM seja desenvolvido a nível da empresa como um todo, contudo, quando se tratar de uma empresa de grande porte, e que possua muitas divisões em vários locais, deve-se selecionar algumas divisões ou localidades como modelos, e efetuar nestes a introdução piloto do TPM. A partir dos resultados obtidos nestas áreas-piloto pode-se passar a difundir o TPM por toda a empresa.

2º etapa - Treinamento Inicial.

O TPM é um movimento para o aperfeiçoamento da empresa através do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Assim, à medida que se faz formação para a introdução do TPM em todos os níveis hierárquicos, consegue-se maior compreensão sobre o assunto por todos, que além disso passarão a utilizar uma linguagem comum, aumentando sua vontade para enfrentar o desafio proposto pelo TPM.

3º etapa - Estrutura Organizacional do TPM.

O objetivo desta etapa é criar uma estrutura matricial para promover o TPM, que junte a estrutura horizontal formada por comissões e equipes de projetos com a estrutura formal, hierárquica e vertical.

4º etapa - Estabelecer Diretrizes.

O TPM deve ser parte integrante das diretrizes básicas da administração da empresa, bem como dos seus planos de médio e longo prazos. Além disso, as metas do TPM devem fazer parte das metas anuais da empresa e sua promoção deve ser feita de acordo com as diretrizes e metas da empresa.

5º etapa - Plano Diretor.

Elaborar um Plano Diretor que englobe desde os preparativos para a introdução do TPM, até a etapa de avaliação do prêmio Plano Diretor. Durante o desenvolvimento do Plano Diretor deve-se medir sua promoção tendo em mente o propósito de alcançar o nível esperado de avaliação, em base anual.

6º etapa - Partida TPM.

Encerrada a fase preparatória, terá início a implantação do programa. Trata-se, nesta etapa, de fazer frente ao desafio de “zerar” as seis grandes perdas dos equipamentos, procurando que cada funcionário da empresa compreenda as diretrizes da Diretoria, conseguindo assim elevar a motivação moral de todos para participar, desafiando as condições limites atuais, e atingir as metas visadas.

Até a data de início do programa propriamente dito, o treinamento visando à introdução ao TPM, para todos os funcionários da empresa, já deverá estar concluído.

7º etapa - Estrutura dos pilares para a fiabilidade do sistema produtivo.

Selecionando-se um equipamento piloto e formando-se uma equipe de projeto multifuncional, é possível efetuar as melhorias individualizadas destinadas a elevar o rendimento dos equipamentos e comprovar os efeitos positivos do TPM.

8º etapa - Controle Inicial

Esta 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.

9º etapa - Manutenção da Qualidade

Tem como objetivo 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.

10º etapa - TPM nos departamentos

Implementação 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

11º etapa - Segurança, Higiene e Meio Ambiente Implantar atividades que busquem Zero acidentes e Zero poluição, assegurando a segurança a prevenção de impactos ambientais

12º etapa - Aprimoramento

Esta etapa visa manter os níveis alcançados e estabelecer novas metas e desafios superiores, em busca sempre da 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.

Através da informação das fases de implantação da Manutenção Produtiva Total, as organizações podem estabelecer um plano diretor, definindo quais as atividades que serão executadas para atingir os objetivos da TPM e em conjunto com a realidade da empresa. Cada empresa deve refletir e decidir as formas mais eficientes de implantar a TPM, pois um programa mal implantado, e principalmente sem o apoio da alta direção trará ao invés de maximização da produção, prejuízo e descrédito.

Segundo Black (1998, p. 181) a palavra “Total” da MPT (Manutenção Produtiva Total) possui 3 características principais para o seu funcionamento:

1º - “Eficiência total” indica a busca do TPM por eficiência econômica e rentabilidade.

2º - “Manutenção total” significa projetar o equipamento para que ele necessite menos manutenção preventiva e menos manutenção corretiva (tenha menos quebras) e inclui a Manutenção Preventiva do equipamento existente.

3º - “Participação de todos os empregados” significa desenvolver dispositivos de manutenção autônoma. Os operadores trabalhando através de pequenos grupos que fazem muitos destes trabalhos.

2.3. SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO GLOBAL

De acordo com Neely et al. (1994), empresas que competem por preço dão menor relevância à utilização de sistemas de medição e desempenho, do que empresas que buscam qualidade e rapidez.

Mathur et al. (2011) sustentam para que decorra melhoria na produtividade e que seja diagnosticado, resolvido problemas e otimizado do sistema de manufatura é essencial a utilização da medição de desempenho.

Kaydos (1999 apud Mathur et al. 2011) indica cinco razões para as empresas medirem seu desempenho:

- a) **Controlo de melhorias:** ter uma retomada dos processos, sendo fundamental para qualquer sistema.
- b) **Responsabilidades claras e objetivas:** clarifica o responsável por cada resultado e possibilita a identificação de problemas.
- c) **Alinhamento estratégico dos objetivos:** pois uma maneira de manter o alinhamento de todos em busca dos objetivos da empresa é a comunicação para com todos os colaboradores.
- d) **Entendimento do negócio:** é preciso perceber a origem dos dados em busca de um bom entendimento do negócio.
- e) **Determinação da capacidade do processo:** a fim de compreender suas limitações

Tangen (2005 apud Mathur et al. 2011) recomendam que em um indicador de desempenho global:

1. de maneira a atestar que o comportamento adotado seja coerente com as metas corporativas, é importante que as medidas sejam oriundas aos objetivos estratégicos;
2. é fundamental que em uma perspectiva, tanto a longo prazo quanto a curto prazo, as medidas forneçam feedback, em tempo útil, relevantes e precisa;
3. Seja simples e clara para todos os intervenientes que estão sendo avaliados;
4. essencial que inclua tanto medidas financeira quanto medidas não financeiras, sendo realizado por um número restrito de medidas de desempenho.

Com o propósito de determinar o nível de desempenho atual e agir em busca de melhores resultados futuramente, é importante a utilização das medidas de desempenho global da manufatura (Slack, 2002).

Ferramentas de gestão da qualidade como o gráfico de Pareto e o diagrama de causa e efeito são meios de desdobramento de análise do indicador OEE sugeridos como ações de melhorias (Nakajima, 1989). O Pareto ajuda a reconhecer os principais tipos de perdas que geram o maior impacto ao OEE, já a segunda ferramenta organiza todas as causas expostas de maneira que facilite sua identificação e eliminação.

Neste esforço de análise e melhoria, Bamber et al. (2003) ressaltam a importância do envolvimento de grupos multifuncionais que detenham uma adequada combinação de conhecimentos e habilidades sobre todo o processo considerado, observando que a adoção do OEE promove o alinhamento de visões na

investigação e isso possibilita à gerência delegar-lhes maior responsabilidade e autoridade para implementar as ações de melhoria.

2.4. OEE COMO INDICADOR DE DESEMPENHO

A implementação do modelo TPM na gestão de sistemas de manufatura é baseada em três conceitos centrais: maximização da eficácia dos equipamentos, manutenção autônoma realizada por operadores e organização de pequenos grupos de melhoria (LJUNGBERG, 1998).

Neste contexto, o OEE tem sido amplamente utilizado como um indicador para medição do desempenho global do(s) equipamento(s) na manufatura que, ao estruturar a análise das perdas de utilização de sua capacidade, ajuda a direcionar os esforços de melhoria contínua dos pequenos grupos (JONSSON; LESHAMMAR, 1999) e a avaliar o progresso na implementação do TPM na organização (JEONG; PHILLIPS, 2001).

Como métrica de uso gerencial, o OEE tem sido adotado principalmente por indústrias que precisam assegurar elevada disponibilidade de seus equipamentos. O cálculo do OEE é realizado pela medição de três classes principais de perdas as quais são desdobradas em seis tipos básicos de perdas, conforme enumeradas a seguir e ilustradas na Figura 2:

A. Perdas de Disponibilidade:

A1. Paragens provocadas por falha de equipamento;

A2. Paragens para setup ou ajustes.

B. Perdas de Desempenho:

B1. Pequenas paragens ou interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento;

B2. Redução da velocidade do equipamento devido a alguma anomalia que o faça operar com tempo de ciclo maior que o tempo padronizado.

C. Perdas de Qualidade:

C1. Produção defeituosa ou retrabalho;

C2. Perdas de startup ou perdas ocasionadas no início da produção devido aos ajustes para estabilização do equipamento.

O OEE pode ser compreendida através da relação entre o tempo em que houve valor acrescentado ao produto e o tempo de abertura do equipamento, ou seja, reduz-se as perdas por disponibilidade, perdas

por performance e perdas por qualidade. De forma a calcular o OEE adota-se a equação 1 que considera as definições para Disponibilidade (D), Performance (P) e Qualidade (Q) dadas na Figura 2

$$OEE = D \times P \times Q$$

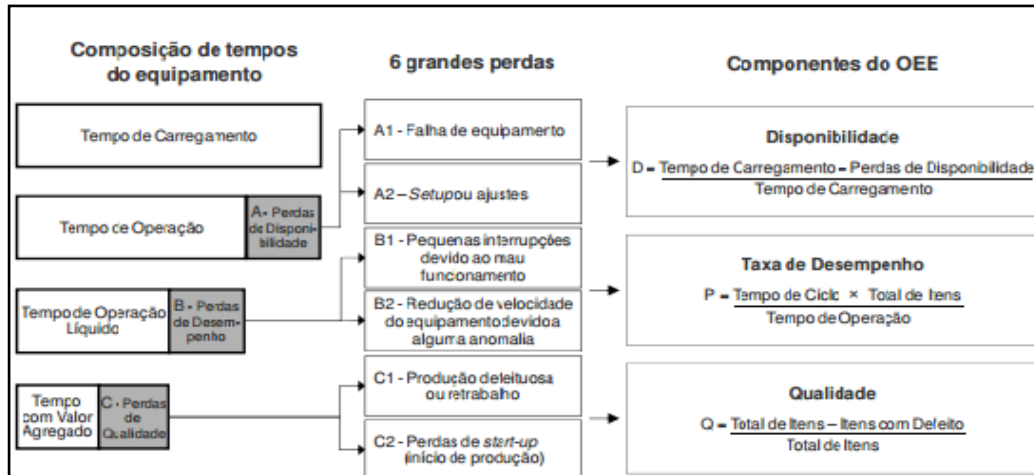


Figura 2 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas pelo OEE

(fonte: Busso, C. M. et al. Análise da aplicação de indicadores ... global de uma fábrica. Produção, v. 23, n. 2, p. 205-225, abr./jun. 2013)

Opcionalmente, o OEE pode ser determinado pela relação de produtos conforme obtidos no tempo com valor acrescentado, e a quantidade de produtos que poderia ter sido alcançado durante o tempo de abertura, conforme a Equação 2 (KWON; LEE, 2004).

$$OEE = \frac{\text{Total de produtos Bons}}{\text{Tempo de carregamento} \times \text{Capacidade de produção Teórica}}$$

No que diz respeito ao retorno de investimento realizado no domínio de programas de melhorias apoiado no modelo TPM, a utilização do OEE tem sido relevante.

Para Chand e Shirvani (2000), avaliação da medição da eficácia global dos equipamentos por meio do OEE, pode ser verificado através de um eficaz sistema de manutenção bem como das práticas de gestão de equipamentos.

2.5. BENEFÍCIO DA LIMITAÇÕES DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM

A implementação do TPM, segundo a literatura sobre o tema, gera benefícios onde é implementado. Nesta secção serão citados vários exemplos dos benefícios que a implementação da metodologia TPM oferece.

Segundo Ahuja & Khamba (2008), a implementação do TPM numa organização pode garantir maior produtividade, melhor qualidade, menos avarias, custos mais baixos, entregas confiáveis, ambientes de trabalho motivadores, segurança reforçada e melhoria na moral dos empregados.

2.5.1. BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS

Venkatesh (2007), lista os benefícios diretos e indiretos na implementação do TPM, são eles:

a) Benefícios diretos:

- (i) Aumento na produtividade e na eficiência fabril em 1,5 ou 2 vezes.
- (ii) Redução das reclamações dos clientes.
- (iii) Redução nos custos de manufatura em 30%.
- (iv) Satisfação das necessidades dos clientes em 100% (Entregando a quantidade correta
- (v) no tempo correto, na qualidade exigida).
- (vi) Redução no número de acidentes.
- (vii) Maior atenção às medidas de controle de poluição.

b) Benefícios indiretos:

- (i) Aumento no nível de confiança dos funcionários.
- (ii) Local de trabalho limpo, arrumado e atrativo.
- (iii) Mudança favorável na atitude dos operadores.
- (iv) Alcance das metas através do trabalho em equipa.
- (v) Implementação de um novo conceito em todas as áreas da organização.
- (vi) Partilha de conhecimento e experiência.
- (vii) Os trabalhadores obtêm um sentimento de propriedade sobre o equipamento que opera.

Empresas que implementaram o TPM experimentaram reduções de problemas em equipamentos na ordem de 80% a 90% e o custo de reparação caiu em cerca de 55%. Os prazos de entrega do produto

foram cortados de 50% a 70%, e as entregas no prazo foram aumentadas entre 50% e 95% (Ncube, 2006).

2.5.2. LIMITAÇÕES

Apesar dos inúmeros benefícios do TPM, existem muitos desafios que, se não forem adequadamente abordados, dificultar sua implementação bem-sucedida, isso ocorre porque a estratégia de fabrico que parece tão fácil na teoria é realmente difícil de implementar na realidade.

Estes desafios podem ser atribuídos a alguns fatores que levar à incapacidade das empresas de manufatura de entender completamente todos os conceitos do TPM antes de aplicá-los. Alguns desses fatores incluem, conforme Okpala (2013):

- a) **Knowledge³ Conhecimento inadequado do TPM:** o conhecimento inadequado do TPM é um dos principais impedimentos para sua implementação bem-sucedida, pois todas as empresas de manufatura que estão a colher hoje os benefícios da estratégia de produção realmente levaram muito tempo para aprender e institucionalizar completamente implementação do TPM, melhorando assim a conhecimentos, competências e habilidades de todos os funcionários.
- b) **Falta de apoio à liderança e gestão:** sem o total apoio e comprometimento do liderança e gestão de uma empresa, a implementação do TPM não terá êxito, pois eles são os únicos a adotar, dirigir e também garantir que todos os trabalhadores aceitam. Além disso, como os benefícios do TPM levar muito tempo para se manifestar, a gerência deve estar disposta a investir nele sem considerá-lo despesas irrelevantes que afetam negativamente a finança.
- c) **Cultura Organizacional:** limites e burocracias desnecessárias entre a liderança e a equipe de gerenciamento que algumas empresas de manufatura têm como cultura aumentar a indiferença e também dificultar o fluxo fácil de informações entre os funcionários. Para alcançar um sucesso TPM, toda a cultura negativa deve ser descartada enquanto a empresa deve garantir que todos departamentos, equipes e funcionários estão envolvidos processos decisórios e também partilha das experiências, habilidades, conhecimentos e ideias.
- d) **Oficinas e treinamentos inadequados:** equipar a equipa para superar os desafios de Implementação do TPM, seus conhecimentos e habilidades deve ser aprimorada através da organização de oficinas e treinamentos (“Workshops”). Os treinamentos aplicados devem ter

³ Knowledge – palavra de origem inglesa cujo significado em português é conhecimento.

base ampla e adequadamente projetado para abordar todos os tópicos específicos, rudimentos, abordagens, e procedimentos do TPM. De acordo com Kedaria e Deshpande (2014), "Todo treinamento no chão de fábrica deve ser com base em uma compreensão clara dos recursos humanos sistemas e políticas de desenvolvimento estabelecidos pelos departamentos de treinamento e pessoal da empresa ".

Conclui-se que os futuros estagiários são selecionados e suas necessidades de treinamento avaliadas, e que a avaliação pode ser baseada em trabalhos anteriores avaliações de desempenho, observação diária ou a desejo declarado do indivíduo de treinamento.

- e) **Excesso de estoque:** manutenção de excesso de estoque pelas empresas é um grande desafio para alcançar um implementação bem-sucedida do TPM, pois é um dos principais problemas de fabrico, pois não permite que as empresas sejam inovadoras, impede assim pesquisa, desenvolvimento e introdução de novos produtos.

Segundo Okpala (2013), esse desafio deve ser reduzido através do "uso de kanban" que implica a manutenção de pequenas quantidades de estoque onde eles são necessários no chão de fábrica, garantindo assim o fluxo constante de materiais, aumenta a produtividade, redução de custos e eliminação de desperdiça." Máquinas e equipamentos defeituosos e, também são um dos principais desafios da implementação bem-sucedida do TPM, pois leva a seis grandes perdas, como mostra a Figura 3.



Figura 3 - As 6 grandes perdas

Fonte: <https://www.accept.pt/oee-as-6-grandes-perdas>)

2.6. LEAN MANUFACTURING

O sistema de produção em massa, concebido por Henry Ford, foi utilizado com sucesso pela Ford Motor Company, tendo-se afirmado como uma referência máxima para a indústria automóvel. Produção em larga escala de produtos estandardizados e recurso a linhas de montagem constituíam os pilares da gestão. A principal dificuldade encontrada era a adaptação ao mercado, no qual a procura de produtos diversificados era crescente, aliada à escassez de recursos provocada pela 2ª Guerra Mundial, levou Ford a abandonar a influência do passado, de acordo com Womack e Jones (1998).

A implementação do *Lean* conduz, assim, a um aumento de produtividade, competitividade e redução do tempo total do processo, atingindo a sua máxima eficácia se for abrangido a todos os colaboradores, Manuel e Loureiro (2013).

2.7. FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Neste subcapítulo, tem-se como objetivo fazer uma breve descrição das técnicas que fazem parte da filosofia Lean Production, sendo que algumas delas fazem parte deste projeto também.

2.7.1 5S (*Housekeeping*)⁴

A técnica 5S, de origem nipónica, é habitualmente a primeira ferramenta lean a ser implementada para a obtenção e manutenção de uma melhor qualidade, produtividade e segurança na organização (Randhawa & Ahuja, 2017). Tem sido utilizado no projeto de instalações eficientes. Chapma (2005, p 27 – 38).

5S ajuda a reduzir o tempo de valor não agregado, aumenta a produtividade e melhora a qualidade. Bayo-Moriones, Bello-Pintado e Merino-Díaz de Cerio (2010, p. 217 – 230).

Segundo Campos (1992), é em sua essência uma mudança de conduta, hábitos, comportamento e que tem de mobilizar toda a empresa. Necessita ser liderado pela alta administração que deve servir de modelo, de exemplo e com isso levar à mobilização de toda a organização em um trabalho de equipe.

2.7.2 Classificação e Significado de 5s

⁴ Housekeeping = Termo utilizado no ocidente para explicar o 5S

O 5S classificam-se em cinco sentidos Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, conforme figura 04, Silva (2003) descreve da seguinte maneira:

- **Seiri** (Utilização) – o seu significado é de utilização, arrumação, seleção, classificação, etc. Ter este sentido é saber o que é utilizável, como por exemplo: equipamentos, utensílios, informações e dados, descartando ou dando a devida destinação aquilo considerado desnecessário as suas atividades.
- **Seiton** (Ordenação) – o seu significado é de ordenação e sistematização. Através desse sentido definimos locais apropriados de estocagem para equipamentos, utensílios, informações e dados.
- **Seiso** (Limpeza) – o terceiro sentido é o de limpeza. Ter sentido de limpeza é manter limpo seu ambiente de trabalho, eliminar objetos estranhos que não agregam valor ao ambiente. O foco deste sentido não é somente limpar e sim evitar sujar.
- **Seiketsu** (Padronização) – o quarto sentido é o de saúde, higiene. Ter sentido de saúde é procurar padronizar práticas, comportamento e valores favoráveis a saúde física, mental e ambiental, dentro de uma organização.
- **Shitsuke** (Autodisciplina) – o quinto sentido é o da autodisciplina. Ter sentido de autodisciplina é manter os demais sentidos e fazer deles uma cultura organizacional, sempre se adaptando às novas realidades de modo que as relações com o ambiente e pessoas sejam recicláveis e sustentáveis de forma saudável.



Figura 4 - ferramenta 5s

Fonte: <https://www.mt.com/be/fr/home/library/guides/laboratory-weighing/5S-audit.html>

2.8. JIT (JUST IN TIME)

Ao fazer uma abordagem do sistema *Just in Time*, Corrêa e Giancesi (2007, p. 56) explicam que:

O *Just in Time (JIT)* surgiu no Japão, nos meados da década 70, sendo sua ideia básica e seu desenvolvimento creditado à *Toyota Motor Company*, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso.

Os mesmos autores descrevem que o sistema JIT significa “puxar” a produção a partir da demanda, onde se produz em cada estágio somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário, e ficou conhecido na indústria de Kanban de produção, o nome é dado aos cartões utilizados para autorizar a produção e a movimentação de itens na cadeia produtiva a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade e arranjo físico.

Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia *Just In Time*:

- Produzir com o mínimo de estoques;
- Eliminar os desperdícios na cadeia produtiva;
- Fazer valer fluxo contínuo na manufatura;
- Pró-atividade na solução de problemas;
- Busca contínua na melhoria dos processos;

Segundo Harmon e Peterson (1991), a redução de setup apresenta três razões para justificar a importância da redução de setup de máquina, conforme segue:

- Quando o custo de setup é alto, os lotes produzidos também são grandes, e o investimento, resultante em estoques torna-se, da mesma forma, elevado. Entretanto, se o custo de conversão é reduzido, torna-se possível produzir diariamente a quantidade necessária com objetivo de reduzir o investimento em estoques.
- Com técnicas de troca de ferramentas eliminam-se as possibilidades de erros na regulagem dos instrumentos. Estes novos métodos de setup, portanto, reduzem substancialmente os defeitos, ao mesmo tempo em que eliminam a necessidade de inspeção.
- Técnicas de conversão rápidas podem ser usadas para tornar disponível uma capacidade adicional da máquina. Se as máquinas estão operando integralmente, a redução de tempo de setup possibilitará um ganho de capacidade adicional, talvez evitando a necessidade da compra de novas máquinas.

Lubben (1989) afirma que, em síntese, a meta do JIT é desenvolver em sistema que permita a um fabricante ter somente os materiais, equipamentos e pessoas necessários a cada tarefa.

2.8.1 Objetivos do JIT

Segundo Correa e Gianesi (2007, p. 57) descrevem: “O sistema JIT tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição destes objetivos dá-se, através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas”.

Os mesmos autores afirmam que os estoques em geral são utilizados para evitar algum tipo de problema nos processos produtivos que venham a prejudicar a produção, os principais problemas se classificam em três grupos:

1. **Problema de qualidade:** quando em alguma parte do processo apresentam algum tipo de não conformidade, onde são gerados defeitos ou mesmo refugos de forma imprecisa, o estoque, é colocado nos estágios de não conformidades permitindo que o processo flua normalmente, dando uma sensação de segurança em usar estoques sobressalentes nos estágios dos processos produtivos.
2. **Problema de quebra de máquina:** Se uma máquina para de funcionar por algum problema, por exemplo, falta de manutenção, o estágio a frente do ciclo produtivo é abastecido por um estoque auxiliar, por outro lado teriam que parar até que a máquina fosse reparada e voltasse a funcionar, neste caso, esse estoque gera também independência, ou seja, a sensação de segurança entre os estágios do processo.
3. **Problema de preparação de máquina:** quando há a necessidade de realizar setup em uma máquina que opera mais de um processo, é preciso ajustar a configuração da máquina para cada processo diferente a qual ela venha a executar. Este processo de setup apresentará custos de acordo com o tempo que ela ficará inoperante, esses custos serão sobre a mão-de-obra especializada, na perda de material, entre outros, neste contexto são produzidos lotes maiores para compensar o período em que a máquina não irá produzir gerando estoques para esta necessidade.

Como se vê, os estoques camuflam os problemas de processo produtivo é como se eles fossem um investimento necessário quando há problemas como os relatados. O foco principal do JIT é reduzir os estoques, de uma forma que mostre todos os problemas, que fiquem visíveis e possam ser tratados e eliminados do processo. (CORREA & GIANESI, 2007).

2.9. DESPERDÍCIOS E MELHORIA CONTÍNUA

Para Corrêa e Gianesi (2007, p. 67) “Alguns autores definem a filosofia JIT como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios”.

Segundo Liker (2005, p. 47) “A Toyota identificou sete grandes tipos de perdas sem agregação de valor em processos administrativos ou de produção, os quais serão descritos abaixo”:

1. **Superprodução.** Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido a estoque excessivo.
2. **Espera** (Tempo sem trabalho). Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc. ou que simplesmente não têm trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.
3. **Transporte ou movimentação desnecessária.** Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.
4. **Superprocessamento ou processamento incorreto.** Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.
5. **Excesso de estoque.** Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamento em conserto e longo tempo de setup (preparação).
6. **Movimento desnecessário.** Qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. caminhar também é perda.
7. **Defeitos.** Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Liker (2005, p. 47) afirma que além das sete perdas identificadas pela Toyota, “há um oitavo tipo de perda” citado abaixo:

8. **Desperdício da criatividade dos funcionários.** Perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários.

3 METODOLOGIA

De acordo com Gil (1991), defende a ideia de que o propulsor para um estudo é o problema, pois sem ele não há razão de realizar a pesquisa.

Este trabalho foi desenvolvido a partir dos estudos e análises teóricas da filosofia Manutenção Produtiva Total (TPM). Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre os 8 pilares de sustentação dessa filosofia, e em segundo momento foi realizada a implantação do 1º pilar (Manutenção Autônoma) e 2º Pilar (Manutenção Planeada), desse conjunto de técnicas em uma empresa de embalagens de alumínio para bebidas.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Quanto à abordagem do tema proposto nesta pesquisa, o mesmo será classificado como qualitativo e quantitativo, sendo mensuráveis os resultados obtidos. O enfoque da pesquisa também pode ser classificado como explicativa, pois visa identificar os fatores que determinaram ou contribuirão para a ocorrência dos fenômenos observados ao longo do desenvolvimento.

Os dados usados e as observações foram baseados em informações oriundas da empresa onde foi realizada a pesquisa e através disso foram traçados metas e objetivos. Para Gil (1991), considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

Os dados foram analisados com apoio da estatística ou outras técnicas matemáticas. Também, os tradicionais levantamentos de dados são o exemplo clássico do estudo de campo quantitativo (POPPER, 1993).

Segundo Gil (1999) para o desenvolvimento de uma pesquisa é necessário o emprego de um conjunto de normas e procedimentos racionais, sistematizados, que devem ser planejados com minúcia: planejamento, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e redação do relatório. O autor esquematiza nove etapas da pesquisa, embora ressalte que nem sempre todas elas sejam rigorosamente observadas, ou apareçam de maneira clara: formulação do problema, construção de hipóteses ou determinação dos objetivos, delineamento da pesquisa, operacionalização dos conceitos e variáveis, seleção da amostra, elaboração dos instrumentos de coleta de dados, análise e interpretação dos resultados e redação do relatório.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Uma importante definição do estudo é a população que será analisada, denomina-se por população como grande grupo de “amostras” que entre si, possuem uma característica em comum. Sendo que

uma amostra a população deve representar a população, as amostras podem diferir no resultado da população quando não são bem definidos o tamanho e a seleção desta (CAVALCANTI, 2004).

Para se chegar ao resultado, foram necessárias observações junto ao equipamento em estudo, utilização de software para coleta de dados, montagem do gráfico e por última análise dos dados.

Segundo Lakatos e Marconi (1993) a população a ser pesquisada ou universo da pesquisa, é definida como o conjunto de indivíduos que partilham de, pelo menos, uma característica em comum.

3.3 COLETA DE DADOS

O instrumento de pesquisa e recurso utilizado para a coleta de dados foi a pesquisa-ação sendo um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Thiollent (2005, p.16).

Arcuri Filho (2008) aponta em seu trabalho que uma das formas de se manter a competitividade em uma empresa é aumentar a confiabilidade em seus processos de produção. Para o alcance dessa confiabilidade devem ser implementadas ferramentas e técnicas de gerenciamento que mostrem resultados positivos como: eliminar os desperdícios, diminuir as paradas de máquinas, estudos de tempos e movimentos, controle estatístico de processos e dentre outros. Ainda, em seu trabalho, o autor descreve que a cada dia aumenta a busca por métodos qualitativos e quantitativos com o objetivo de se alcançar o sucesso, chegando ao tal esperado propósito, conhecido como falha zero e quebra zero.

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho visa entender a metodologia adotada para a elaboração desta pesquisa, mostrando os métodos utilizados durante o desenvolvimento. Para a realização deste trabalho foi utilizado uma abordagem exploratória, descritiva e bibliográfica, além de serem usados os métodos quantitativos, mostrando o caminho a ser seguido, através de explicações detalhadas e exatas de toda ação desenvolvida nos métodos do trabalho de pesquisa.

Segundo Godoy (1995), é impossível compreender o comportamento humano sem a compreensão da estrutura dentro do qual os indivíduos interpretam seus pensamentos, sentidos e ações, com isso a

escolha desta técnica foi baseada na necessidade da compreensão do gerenciamento de projeto dentro do contexto estrutural que estão inclusas.

As fontes bibliográficas foram livros, artigos, trabalhos que, segundo Gil (1991), objetivam proporcionar conhecimento científico ou técnico.

Para o estudo de caso, foi feita uma coleta de dados dos tempos necessários para a execução das atividades.

3.5 METODOLOGIA E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para Kerlinger (2002) a metodologia significa como sabemos "maneiras diferentes de fazer coisas com propósitos diferentes", ou seja, maneiras de formular problemas, hipóteses, métodos de observação e coleta de dados, medida de variáveis e técnicas de análise de dados.

Segundo Gil (1991) a análise consiste na organização dos dados coletados na pesquisa que fornecem respostas ao problema investigado.

Um estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo conhecimento. O propósito dessa pesquisa é a exploração de uma situação da vida real onde não estão claramente definidos seus limites, (GIL, 1991).

3.6 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Com sede em Colorado, nos Estados Unidos, a BALL é uma das maiores fabricantes mundiais de embalagens. A Companhia possui 22 mil funcionários, mais de 90 fábricas em 22 países das Américas, da Europa e da Ásia, e atua nos segmentos de embalagens metálicas, plásticas e de vidro. Seu faturamento total é de 6 bilhões de dólares.

A BALL é a líder global na produção de latas de alumínio. Essa liderança fica mais evidente na Europa e, em particular, na América do Sul, onde a BALL mantém oito fábricas em operação: uma em Santiago, no Chile, outra em Buenos Aires, na Argentina, e seis no Brasil.

A BALL é a única empresa fabricante de embalagens em todo o mundo que possui um centro de tecnologia especializada em design gráfico, o que permite aos seus clientes o desenvolvimento de produtos sob total controle e sigilo. Em questão de poucos dias, rótulos em nada menos que 13 diferentes formatos – das pequenas latas de 8 oz (ou 227 ml) às maiores, de 24 oz (ou 681 ml) – podem passar da tela virtual de criação à produção em larga escala. E essa tecnologia é toda ela replicada na América

do Sul, onde, aliás, se encontram algumas das fábricas mais modernas do mundo para a produção de latas de alumínio.

A BALL possui um Escritório Central localizado no Rio de Janeiro e é a maior fabricante e comercializadora de latas e tampas "easy-open" de alumínio na América Latina. A empresa produz uma grande variedade de tamanhos de latas, principalmente para os segmentos de cerveja, refrigerante, chá, água e suco. Para tanto, ela conta com cerca de mil funcionários distribuídos pelas oito fábricas em operação na América do Sul.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

O objeto de estudo desta pesquisa foi uma máquina de conformação de tampa de alumínio para bebidas (Figura 05), chamada de equipamento piloto. Onde conforma o primeiro estágio (conformação da tampa básica) do processo fabril da tampa de alumínio, seguindo por outros dois estágios: aplicação do selante e conformação da tampa acabada.

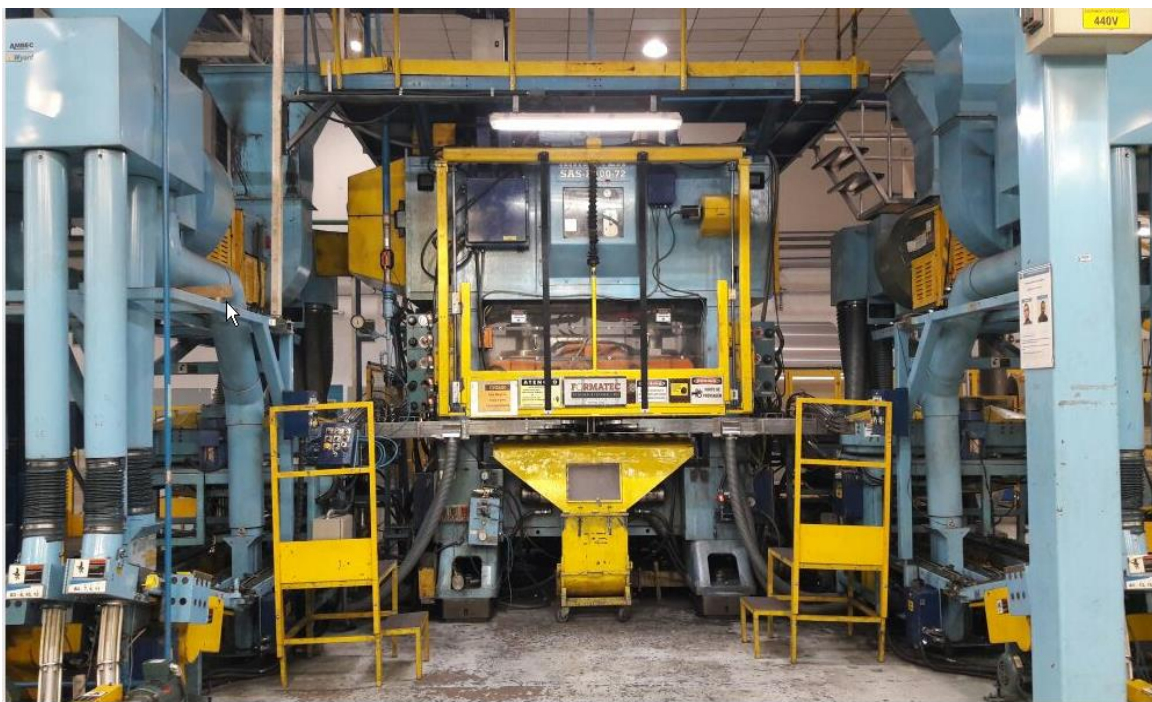


Figura 5 - Equipamento Piloto

O histórico das falhas do equipamento piloto é composto por uma planilha que resume todas as intervenções realizadas pela equipe de manutenção desde março até junho de 2016, apresentado na

tabela 2. No Gap Analysis⁵ de 2016, o downtime⁶ por ETRE⁷ aparece como o principal downtime da máquina, no ano, no semestre e no trimestre. Apresenta uma perda média mensal de 2.055 minutos, o que representa cerca de 2,7 mil milhões de produção não realizada.

Tabela 2 - Principais Downtime

(Fonte: Elaborado pelo Autor)

Pareto Downtime da Formatec Módulo 04									
Code	Description	Mar	Apr	May	Jun	Jul	YTD	% YTD	Accum.
ETRE	Embolamento de tampa na rebordadeira	1 912	1 788	2 425	1 440	2 032	14 381	23%	23%
ETHO	Embolamento de Hopper	959	1 485	1 432	1 188	1 218	9 622	15%	38%
IELE	Mensagem falsa (elétrica)	649	1 184	680	1 390	1 734	7 705	12%	50%
ELAM	Embolamento de Lâmina	631	511	1 504	403	668	6 848	11%	61%
ETCA	Embolamento de tampa na calha	605	580	426	364	272	4 673	7%	68%
XX	Causa desconhecida	631	1 192	82	980	110	4 210	7%	75%
Resto	Resto para fechar o pareto	2 058	1 863	2 682	1 418	1 866	20 008	25%	100%

A ETRE pode ocorrer no gap control⁸ da entrada do downstacker⁹. O embolamento de tampa na rebordadeira também pode ser gerado por outros motivos inclusive falhas humanas, como: falta de manutenção e lubrificação das engrenagens dos empurradores, aumento da pressão do empurradores, aumento da velocidade dos empurradores, desgastes das correias dos empurradores da saída, falha no sensor do gap control e desgaste das mangueiras do freio do gap control, a figura 6 exemplifica a zona do equipamento onde pode ocorrer o embolamento de tampa na rebordadeira.

⁵ Gap Analysis – Sigla em inglês cujo significado é: identifica as lacunas entre a alocação e a integração otimizadas dos insumos (recursos) e o nível de alocação atual.

⁶ Downtime – Sigla em inglês cujo significado é tempo perdido.

⁷ ETRE – Sigla interna referente ao motivo de paragem (Embolamento da tampa na Rebordadeira).

⁸ Gap control – sistema que regula o espaçamento entre as tampas.

⁹ Downstacker – sistema de saída da tampa.



Figura 6 - Gap control

4.1 MEDIÇÃO DAS PRINCIPAIS PARAGENS DE PRODUÇÃO

Segundo Selemer e Stadler (2010), a ferramenta Diagrama de Pareto “permite que sejam identificados e classificados aqueles problemas de maior importância e que devem ser corrigidos primeiramente, realizando-se então, um estudo de frequência de ocorrências de paradas, com base nos tempos de paragens apresentados na tabela 2, e organizado de forma acumulativa, como se pode observar na Figura 7.

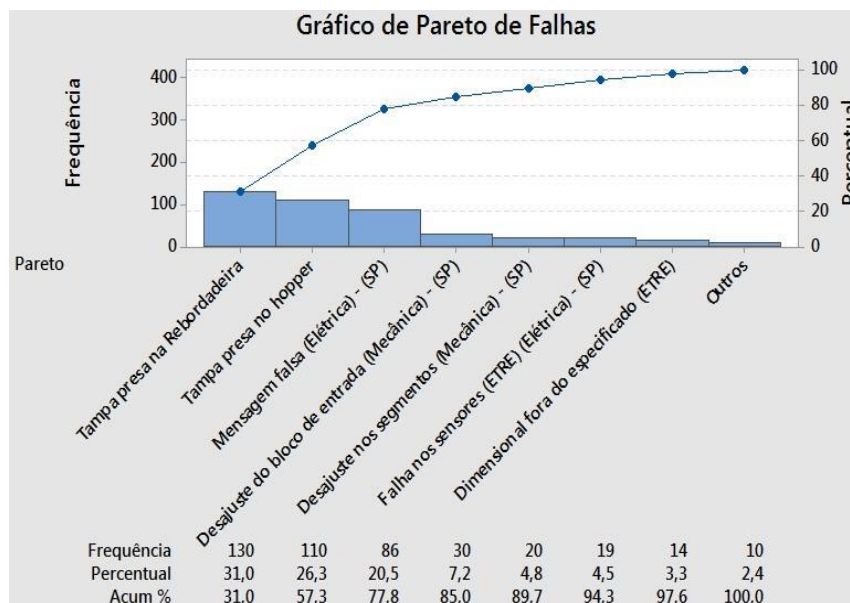


Figura 7 - Pareto com a quantidade de paradas

Com base nesse princípio, focou-se nas 3 causas que geravam mais paragem, oriunda do motivo de paragem embolamento de tampa na rebordadeira, conforme tabela 3. Foi estabelecido um grupo multifuncional composto por responsáveis de diversas áreas (representantes dos pilares Manutenção Planeada, Manutenção Autónoma, Melhoria Especifica e Educação e Formação).

Tabela 3 - 3 maiores causas de parada

(Fonte: Elaborado pelo Autor)

Causas da Não Conformidade	% Relativa	% Acumulado
Tampa Presa na Rebordadeira	31%	31%
Tampa Presa no Hopper	26%	57%
Mensagem Falsa (Elétrica)	20%	77%

Ao aplicar esse teorema é possível analisar e atacar 20% das causas e obter 80% dos resultados, conforme descritos a seguir:

1. O principal motivo de paragem foi tampa presa na rebordadeira foi identificado, com 31% de relevância;
2. O segundo motivo de paragem foi tampa presa no Hopper, tendo uma ocorrência de 26% dos casos;
3. Por fim, mas não menos importante, tivemos mensagem falsa (Elétrica), com 20% de relevância.

4.2 REUNIÕES DA EQUIPA

Em uma primeira reunião definiu-se uma agenda de trabalho, uma rotina diária, semanal e mensal de encontro para que o indicador de acompanhamento, tais como quantidades de paragens diárias e O.O.E, pudesse trazer os resultados esperados. Essas reuniões aconteciam nos períodos determinados previamente em um espaço reservado para análise dos problemas. A Figura 8 mostra o espaço onde foi realizado as reuniões assim como a equipa multidisciplinar.



Figura 8 - Reunião com equipe multifuncional

4.3 MAPEAMENTO DAS CAUSAS DE PARAGEM

A equipe utilizou ferramentas tradicionais para definição de prováveis causas e ações pertinentes, tais como Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, e 5PQ.

4.3.1 BRAINSTORMING

Para se chegar à escolha das causas para o problema abordado, utilizou-se o método do Brainstorming (Figura 9), onde foram enumeradas pela equipa diversas possibilidades de causas, provenientes das 3 causas listadas na figura 7, uma vez mapeado as possíveis causas, iniciou-se uma votação de maneira que indicassem as principais anomalias, conforme o know-how¹⁰ e experiência de cada membro da equipa.

¹⁰ Know how – Palavra de origem inglesa cujo significado é “Como Fazer”.

1. Tampa Presa na Calha	6M's	Votos
1.1. Elam não editado no Plannor	Mão de Obra	
1.2. Profundidade unitária acima do especificado	Máquina	
1.3. Calha desalinhada	Máquina	2
1.4. Baixa pressão do air eject	Máquina	3
1.5. Baixa pressão do shell lift	Máquina	
1.6. Parafuso de fixação da stripper saliente	Mão de Obra	
1.7. Sucata/sujeira presa na calha	Mão de Obra	2
1.8. Máquina parando fora do ângulo	Máquina	
1.9. Bico de sopro obstruído	Máquina	3
1.10. Bloco de entrada da rebordadeira sujo	Mão de Obra	
1.11. Bloco de entrada da rebordadeira com desgaste	Máquina	
1.12. Excesso de óxido nas ferramentas	Máquina	5
1.13. Zero mecânico x eletrônico fora	Máquina	
1.14. Condição da lâmina na stock plate fora do padrão	Máquina	
1.15. Falha na lubrificação das colunas	Máquina	
1.16. Falta de petrolatum	Material	
1.17. Excesso de petrolatum	Material	
1.18. Corte ruim	Máquina	
1.19. Pressões de upper e lower piston fora do padrão	Máquina	
1.20. Perfil errado	Mão de Obra	
1.21. Baixa camada de verniz	Material	
1.22. Ferramentas com desgaste	Máquina	2
2. Mensagem Falsa		
2.1. Sensor de die exit desregulado	Máquina	2
2.2. Sensor de die exit sujo	Mão de Obra	3
2.3. Sensor de die exit fora de posição	Mão de Obra	
2.4. Sensor de die exit não robusto ao processo	Material	3
3. Captura Errada		
3.1. Dados errados no plannor	Medição	2

Figura 9 - Brainstorming

4.3.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Em seguida a equipa reuniu-se para identificar as causas (Diagrama de Ishikawa) que levavam a ocorrência de estudo (Tampa presa na Rebordadeira), conforme figura 10.

Posteriormente a execução do brainstorming, utilizou-se o diagrama de Ishikawa, onde estruturou-se todas as possibilidades de causas em seus respectivos lugares: Mão de obra, Meio ambiente, Material, Método, Medição e Máquina, de maneira a capacitar os diversos pontos de vista, compartilhar o conhecimento comum sobre o problema e incentivar que os membros da equipe visualizem as possíveis causas de um problema.

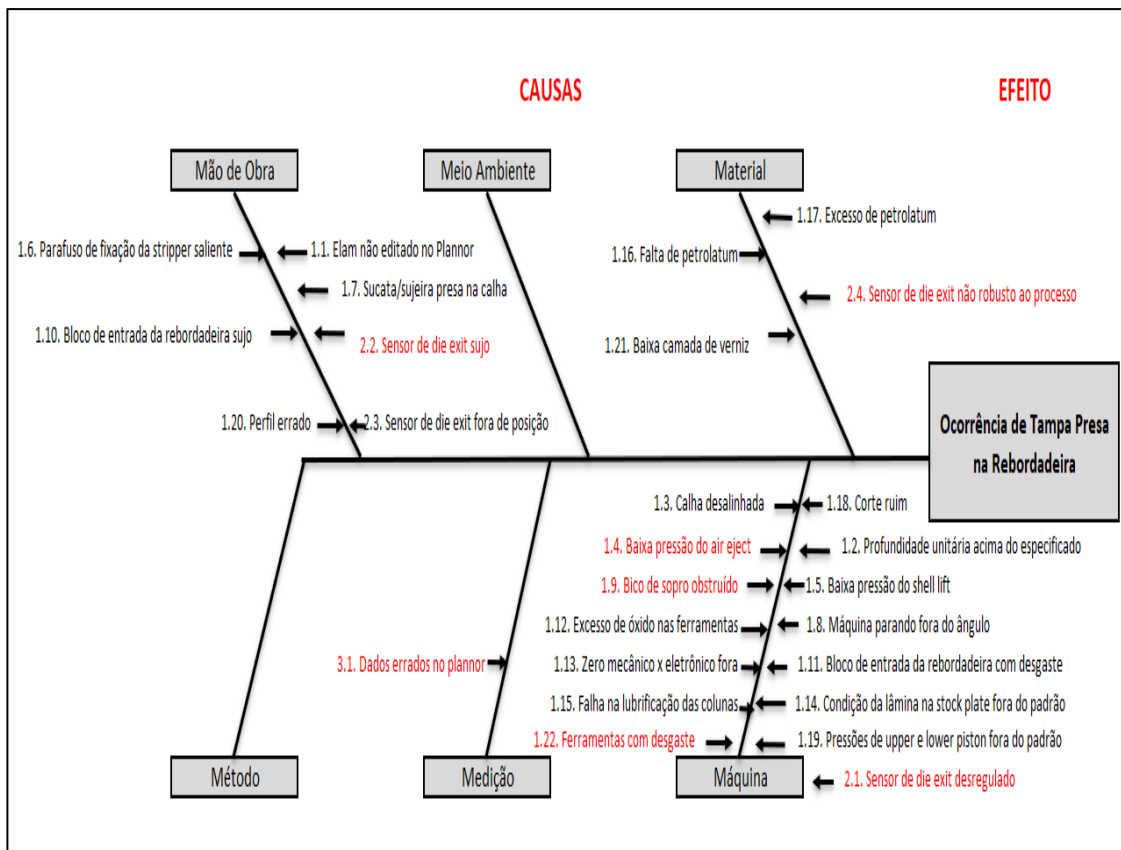


Figura 10 - Diagrama de Ishikawa

4.3.3 5PQ

O início das atividades de manutenção autônoma deu-se através da parada total do equipamento. Foram programadas diversas intervenções, onde as equipes de produção e manutenção realizaram as atividades mapeadas no 5PQ, conforme figura 11.

5PQ							
CAUSA MAIS PROVÁVEL	1PQ	2PQ	3PQ	4PQ	5PQ	AÇÕES	
Dados errados Plannor	Captura errada	Falha lógica PLC > Plannor				1 Levantar dados corretos p/ Improvess	
	Erro operacional					2 Treinamento Op registo	
Baixa pressão	Falha regulagem	Erro Operacional				3 Substituir manômetros	
						4 Colocar padrão em etiqueta	
						5 Treinamento leitura/ajuste	
			Calibração			6 Contratar Alexandre/Norsupri	
	Bico obstruído	Falta de rotina de limpeza				7 Criar rotina limpeza	
						8 Treinamento execução limpeza	
Excesso de óxido	Corte irregular	Vida útil ferramenta ultrapassada	Falta controle vida útil			9 Criar controle (control ferramenta)	
		Ferramenta danificada				10 Utilizar capa para ferramenta	
		Falha retrabalho	Falta inspeção recebimento			11 Criar rotina uso contrace latas	
		Falta de concentricidade				12 Qualificar ferr montagem	
				Excesso temperatura	Falha chiller	Falta mnt chiller	13 Controle tempª prensa
					Selo novo		14 Revisar tec ramp up
						15 Treinar tec ramp up	
	Falta limpeza ferramenta	hosotani				16 Cobrança execução limpeza	
	Perfil irregular	Vida útil ferramenta ultrapassada	Falta controle vida útil			17 Ação 7	
		Falta de retrabalho	Falta inspeção recebimento			18 Ação 9	
Sensor die exit desregulado	Falha na regulagem	erro operacional				19 Substituição sensor	
	mau contato fibra ótica	erro operacional				20 Ação 17	
		vibração caixa	fixação cx folgada	excesso vibração calha		21 Montar cx sensores com vibrastop	
	sensor descalibrado	erro operacional				22 treinamento regulagem sensor	
Sensor die exit sujo	falta rotina limpeza					23 Criar rotina de limpeza sensores	

Figura 11 - Diagrama 5PQ

4.3.3.1 DADOS ERRADOS PLANNOR¹¹

Para cada tipo de paragem de equipamento e/ou máquina o registo de paragem era feito através do sistema Plannor, foi detetado uma anomalia no registo das paragens do equipamento, seja por falha no sistema ou falta de padronização da informação. Tendo esta ação como objetivo reduzir as incidências de registos errados.

4.3.3.2 BAIXA PRESSÃO

A Baixa pressão do equipamento é outro problema detetado pela equipa, sendo oriundo por possíveis causas, tais como: falta de rotina de limpeza, calibração e/ou bico sujo. Para eliminar estes problemas foram realizadas as seguintes ações: substituição dos manômetros, criar padrões de etiquetas, criar rotinas de limpeza e formação para execução da limpeza.

¹¹ Plannor – Sistema informático interno para registo de anomalias das máquinas e equipamentos.

4.3.3.3 EXCESSO DE ÓLEO

Outra causa provável de anomalia era o excesso de óleo, o qual causava o corte irregular, ferramenta danificada, falha de concentricidade. Para eliminar estes problemas foram realizadas as seguintes ações: qualificar o ferramental, criar rotinas de limpeza e cobrança e execução de limpeza.

4.3.3.4 SENSOR DIE EXIT DESREGULADO

Sensor die exit desregulado tem sido um problema muito comum, o qual poderia ser oriundo por falha operacional, sensor sem calibração ou excesso de vibração da calha. Para eliminar estes problemas foram realizadas as seguintes ações: substituição dos sensores, criação de rotina de limpeza e criar caixa de sensores com sistema vibrastop.

4.3.3.5 SENSOR DIE EXIT SUJO

Por fim, mas não menos importante temos o sensor die exit sujo devido a falta de rotina de limpeza, para esta causa foi criado uma rotina de limpeza.

Cada intervenção possui um objetivo específico a fim de eliminar os problemas mapeados anteriormente. Durante as inspeções houve problemas que não foram resolvidos. Neste ponto, o operador registou a anomalia na ficha TPM. Ponto relevante que impactou nas melhorias obtidas foi a implementação das etiquetas TPM, onde a etiqueta azul é de responsabilidade do pilar de Manutenção Autônoma corrigir a anomalia e a etiqueta vermelha é de responsabilidade do pilar de Manutenção Planejada a correção.

As etiquetas TPM é um documento onde o operador descreve anomalia apresentada pela máquina. Após descrever a anomalia a etiqueta é anexada no ponto onde foi identificado o problema ou, caso não seja possível anexar diretamente no ponto (áreas móveis, ou possui impacto em segurança) a etiqueta é anexada em uma área próxima a este.

A etiqueta na cor vermelha é emitida somente quando o operador evidenciar uma possível anomalia no qual o mesmo não tem autorização ou não tem habilidade para resolver, ou seja, é preciso encaminhar esse documento para a manutenção.

A etiqueta na cor azul é emitida para evidenciar anomalias onde o próprio operador consiga realizar os reparos necessários. O processo de abertura de ambas “fichas” é o mesmo, o que muda é o destino

destas. A etiqueta vermelha é encaminhada para o setor de manutenção enquanto que a etiqueta azul fica com o operador que a registou o problema.

A identificação de anomalias via “etiquetas” além de favorecer a gestão visual das falhas, também cria um sentimento de propriedade aos operadores, evoluindo de tal maneira que auxilia na busca de trazer a máquina para o estado ideal.

A figura 12 representa o padrão de etiquetas. A compilação completa da quantidade de fichas abertas, fechadas e pendentes é feita pela equipe multifuncional, essa performance é discutida também na reunião periódica.

The image shows two TPM (Total Productive Maintenance) anomaly tags. The left tag is red and labeled 'MANUTENÇÃO' (Maintenance), while the right tag is blue and labeled 'OPERAÇÃO' (Operation). Both tags have a similar layout:

- Header:** 'TPM ETIQUETA DE ANOMALIAS' with a 'Nº' field.
- Category:** 'MANUTENÇÃO' (red) or 'OPERAÇÃO' (blue).
- Stages:** 'ETAPAS' with a grid of 7 numbered boxes (1-7).
- Priority:** 'PRIORIDADE' with boxes for 'A', 'B', and 'C'.
- Discovery:** 'ANOMALIA DETECTADA' section with 'ENCONTRADA POR:' and 'DATA' fields.
- Description:** 'DESCRIÇÃO DA ANOMALIA:' section with a large text area.
- Time:** 'TEMPO ESTIMADO P/ REPARO' field followed by 'HORAS'.
- Footer:** Legend for 'ORIGINAL PARA CONTROLE' and 'CÓPIA - COLOCAR NO EQUIPAMENTO'.

Figura 12 - Etiquetas TPM

Após o registo de todas as anomalias encontradas, as cópias das fichas azuis e vermelhas são registadas em uma tabela de resumo das fichas TPM, conforme figura 13.

Síntese geral de operações

Oper	Sb...	CenTrab	Cen.	Ctrl	Descrição operação	T. Trab.	Un.	Ex.	Du
0260		MEC	BRMA	ZPM1	TIRAR PROTEÇÃO E REAPERTAR PARAFUSOS D...	<input type="checkbox"/>			
0270		MEC	BRMA	ZPM1	INSPECIONAR O SISTEMA DE MOVIMENTO DO	<input checked="" type="checkbox"/>			
0280		MEC	BRMA	ZPM1	INSPECIONAR O SISTEMA DE MOVIMENTO DO	<input checked="" type="checkbox"/>			
0290		MEC	BRMA	ZPM1	LUBRIFICAR AS ENGRENAGENS DOS	<input checked="" type="checkbox"/>			
0300		MEC	BRMA	ZPM1	TROCAR AS ROLDANAS DOS EMPURRADORES	<input checked="" type="checkbox"/>			

Modificar Texto descritivo: Operação 0290 Idioma PT

Formmts.parágr. *Parágrafo alinhado à esquerda Formmts.caract.

LUBRIFICAR AS ENGRENAGENS DOS EMPURRADORES AÉREOS

Figura 13 - Tabela Resumo das Fichas TPM

Para que os líderes de manutenção e produção possam monitorar a abertura e resolução das anomalias registadas nas fichas TPM, um controlo das fichas foi elaborado. Este controle consiste em uma tabela onde podem ser feitas análise comparativa do esforço versus o impacto, facilitando assim tomadas de decisões e sustentando estratégias da empresa, conforme figura 14.

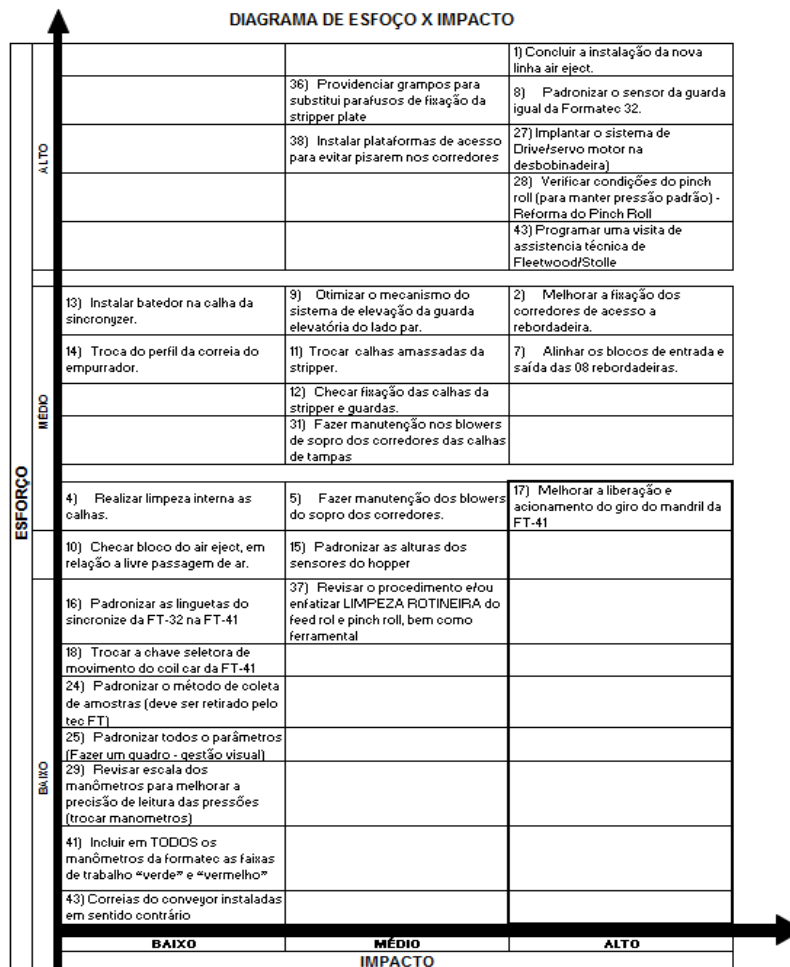


Figura 14 - Diagrama de esforço x impacto

Cada uma das partes teve o trabalho realizado pelos operadores com supervisão dos técnicos de manutenção.

A Matriz Esforço x. Impacto é dividida em quadrantes, sendo as atividades divididas entre eles de acordo com o tempo gasto em cada ação e com o impacto que ela trará. A matriz possui dois eixos principais: o eixo vertical e o horizontal. O primeiro, referente ao impacto, leva em consideração fatores como eficiência, lucro, vendas e satisfação do cliente. Já o eixo horizontal, referente ao esforço, leva em conta fatores como recursos financeiros, tempo gasto em cada atividade e o número de pessoas envolvidas.

4.4 LIMPEZA DO EQUIPAMENTO

Os operadores recebem a formação necessária para executar a limpeza, sem danificar o equipamento e identificar as anomalias presentes nos equipamentos, conforme ação 7 descrita na figura 9. A formação

também lhes possibilita, corrigir as pequenas anomalias e estabelecer as condições básicas do equipamento em termos de limpeza, lubrificação e fixações.

Inicialmente os operadores devem proceder à limpeza inicial do equipamento piloto, realizada de forma aprofundada, expondo as anomalias presentes no equipamento. Todos os produtos e utensílios necessários às tarefas de limpeza devem estar disponíveis em local apropriado e devidamente identificados, respeitando as normas de segurança e ambiente, em vigor na empresa.

Todos os problemas identificados no decorrer destas ações, conforme figura 14, devem ser comunicados e registados. Os operadores devem receber formação para promover a aplicação das etiquetas desenvolvido para o efeito.

A etiqueta azul, identifica as anomalias mais simples, cuja resolução fica a cargo dos operadores e a etiqueta vermelha, identificam as anomalias mais complexas da responsabilidade dos técnicos de manutenção. Se o problema identificado não for resolvido pelos responsáveis, deve ser levado à reunião do grupo da manutenção autónoma para avaliação. Nessa reunião, se a resolução implicar uma mudança radical na linha ou investimento elevado, deve ser adiada, senão deve ficar definida a estratégia de resolução, indicando os responsáveis. A remoção das etiquetas deve significar a remoção da causa raiz da anomalia e não simplesmente a sua correção. O processo de decisão na resolução dos problemas segue o fluxo definido pela equipa, Figura 15.

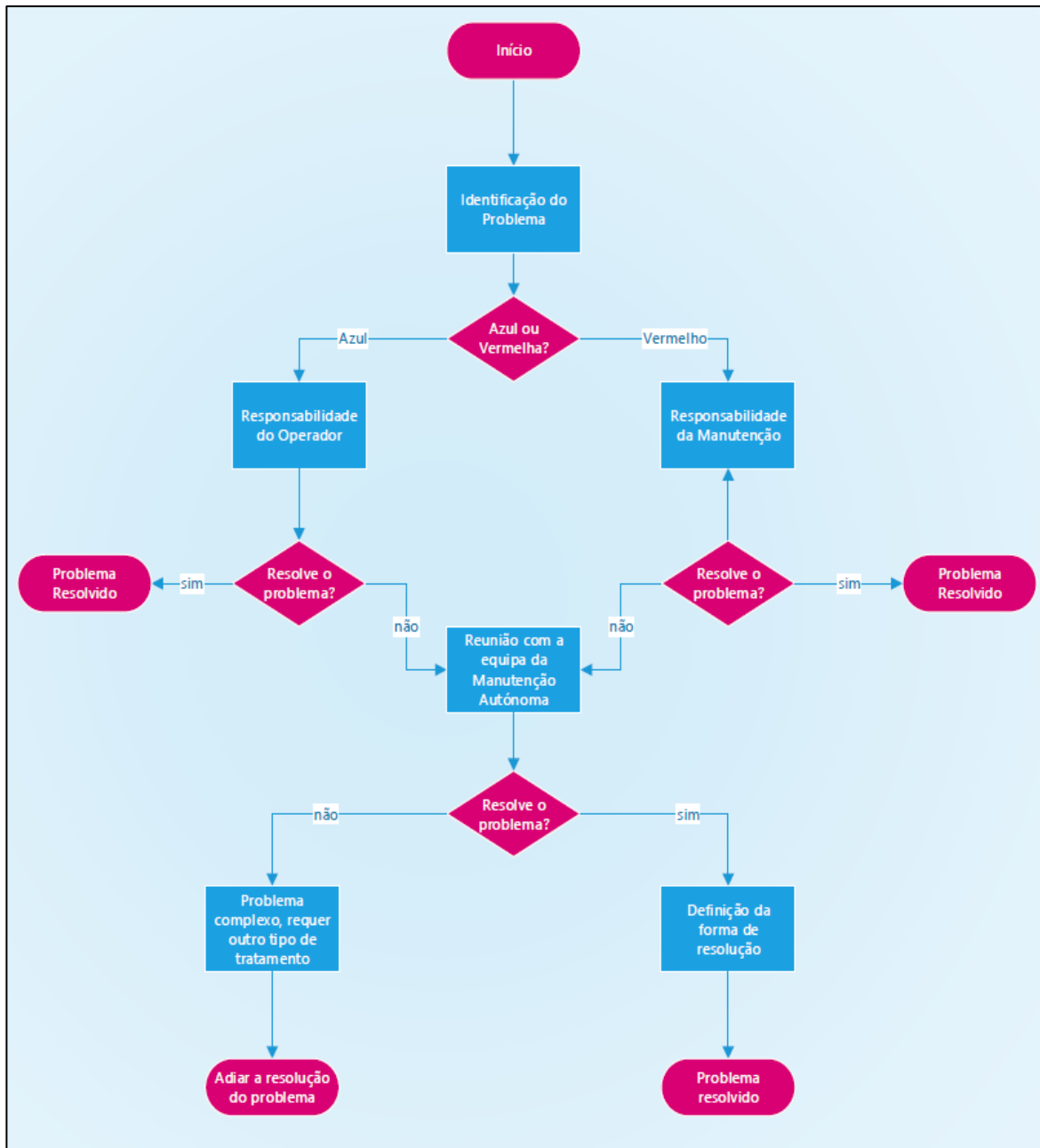


Figura 15 - Estratégia da Utilização das Etiquetas

4.5. ELIMINAÇÃO DAS FONTES DE SUJIDADE

O operador deve conseguir eliminar as fontes de sujidade e os lugares de difícil acessibilidade aos pontos de limpeza, lubrificação e inspeção. Os locais de difícil acesso devem estar desimpedidos, reposicionando os objetos que estão a obstruir a execução e manutenção das condições básicas do equipamento, conforme ação 8 descrita nos 5PQ. As fontes de contaminação também devem ser alvo de registo, quantificadas e tratadas, através do sistema interno utilizado (Plannor).

4.6. DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE LIMPEZA

De forma a conseguir o empenho dos operadores, é necessário ouvi-los aquando da definição dos padrões. As orientações que são impostas, têm grande resistência de aceitação, por isso, é importante escutar a opinião dos operadores, comprometendo-os e responsabilizando-os com o trabalho.

Deste modo, conforme as ações 7 e 23 do 5PQ, a equipa de manutenção autónoma definiu as listas de verificação e padronização e o estado de limpeza padrão. Para auxiliar a verificação dos padrões estabelecidos devem ser introduzidos os controlos visuais seguintes:

- Ajuste de sensores e a substituição dos manómetros existentes por manómetros com a gama de operação assinalada;
- Assinalar e melhorar a leitura dos níveis de óleo;

4.7. REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO GERAL DO EQUIPAMENTO

O encarregado da secção deve receber formação nas áreas da mecânica básica, elementos de fixação, correias e correntes e inspeção-geral, relativa ao equipamento piloto.

A formação deve ser preparada pela manutenção, com o auxílio do centro de formação da fábrica. Posteriormente, o encarregado deve transmitir o conhecimento adquirido aos membros da equipa de manutenção autónoma, em cascata, dirigida em campo e não na sala de aula. Tendo como objetivo formar operadores competentes no equipamento piloto.

Depois de realizada a inspeção-geral, deve ser realizada uma auditoria cujo resultado permite ajustar e consolidar os padrões definidos anteriormente.

4.8. SISTEMATIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

Nesta etapa, devem ser estabelecidos os padrões definitivos elaborados pela equipa de manutenção autónoma. O operador deve receber a formação adequada para perceber a relação entre o equipamento e a qualidade do produto. Foi desenvolvido um check list ¹² onde foram definidas as normas de limpeza, inspeção e lubrificação, assim como as de fluxo de materiais.

¹² Anexo I – Check list que foi utilizada.

A definição dos padrões definitivos tem grande dependência das actividades realizadas anteriormente, logo quaisquer ações específicas devem ser definidas após a implementação das etapas anteriores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo de meses de trabalho, com uma base sólida implantada oriunda das melhorias apresentadas, busca-se evidenciar os ganhos que foram obtidos em meio a este período, passo a passo.

Com a aplicação da metodologia, tal como está proposta, é expectável que ocorram ganhos em duas situações, uma pela redução de paragens pelo motivo ETRE e a outra pelo aumento da produtividade.

5.1 REDUÇÃO DAS PARAGENS POR ETRE

Os resultados após intervenções realizadas são demonstrados a seguir, no gráfico da figura 16, onde se verifica uma redução no tempo de parada devido embolamento na rebordadeira, consequentemente um aumento na eficiência e disponibilidade do equipamento.

Como dados referencias para o estudo para uma posterior demonstração da evolução dos resultados, no ano de 2015 havia um tempo média de 130min/dia de paragem de equipamento pelo motivo embolamento de tampa na rebordadeira, valores indicados na primeira coluna do gráfico, após todas as ações realizadas conseguimos reduzir o tempo de parada durante os meses de agosto a outubro, o que representou uma redução de 75% no tempo total, após efetuarmos todas as ações apresentadas e para o mês seguinte (novembro) estava com uma tendência estável, em comparação aos valores de 2015.

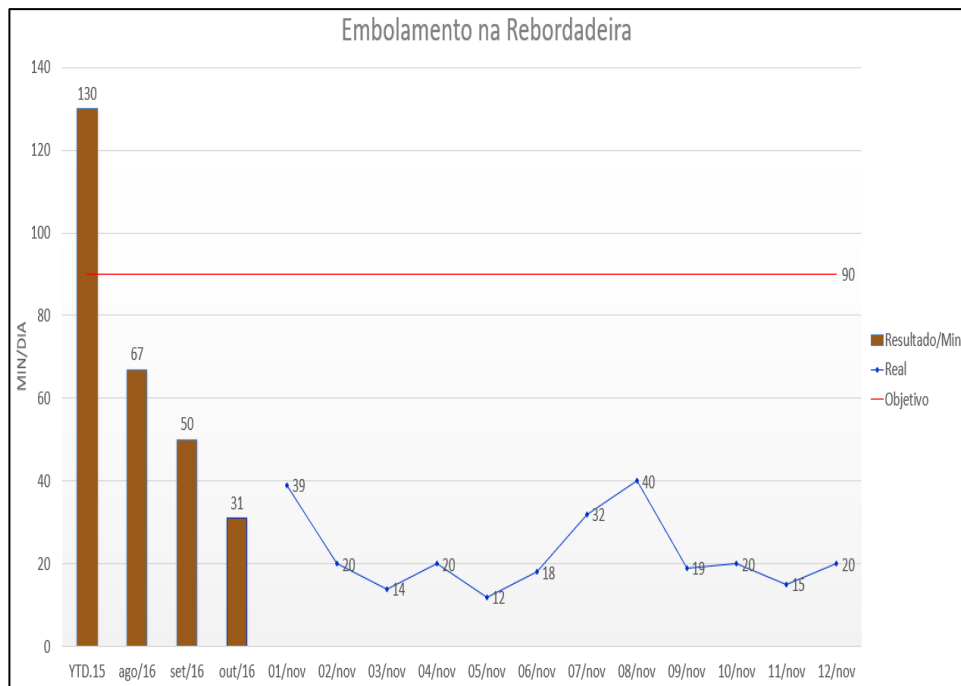


Figura 16 - Gráfico de acompanhamento de ocorrências

5.2 RESULTADOS OBTIDOS EM CAPACIDADE E NO ÍNDICE OEE

Um dos principais objetivos é aumentar a eficiência global da máquina piloto de conformação da tampa básica. Portanto, os dados, provenientes do Plannor, aqui apresentados vêm ao encontro de um dos objetivos específicos.

Pretende-se que com a avaliação da execução projeto a metodologia de trabalho possa ser disseminada e aplicada noutros equipamentos ou secções da fábrica. Com a aplicação da metodologia, tal como está proposta, é expectável que ocorram ganhos em duas situações, uma pela redução da carga de manutenção e a outra pelo aumento da produtividade.

De forma a evidenciar os ganhos é apresentado dois cenários de ganhos com o projeto.

Cenário 1

Neste tópico é avaliado a disponibilidade do equipamento o qual foi realizado o projeto.

As ações realizadas, tais como rotinas de limpeza, substituição dos manômetros, etc., contribuíram para o aumento na disponibilidade do equipamento, oriundo da redução de paragem devido o embolamento da tampa na rebordadeira, o gráfico a seguir demonstra o ganho na ordem de 10,8% o tempo disponível do equipamento (figura 17).

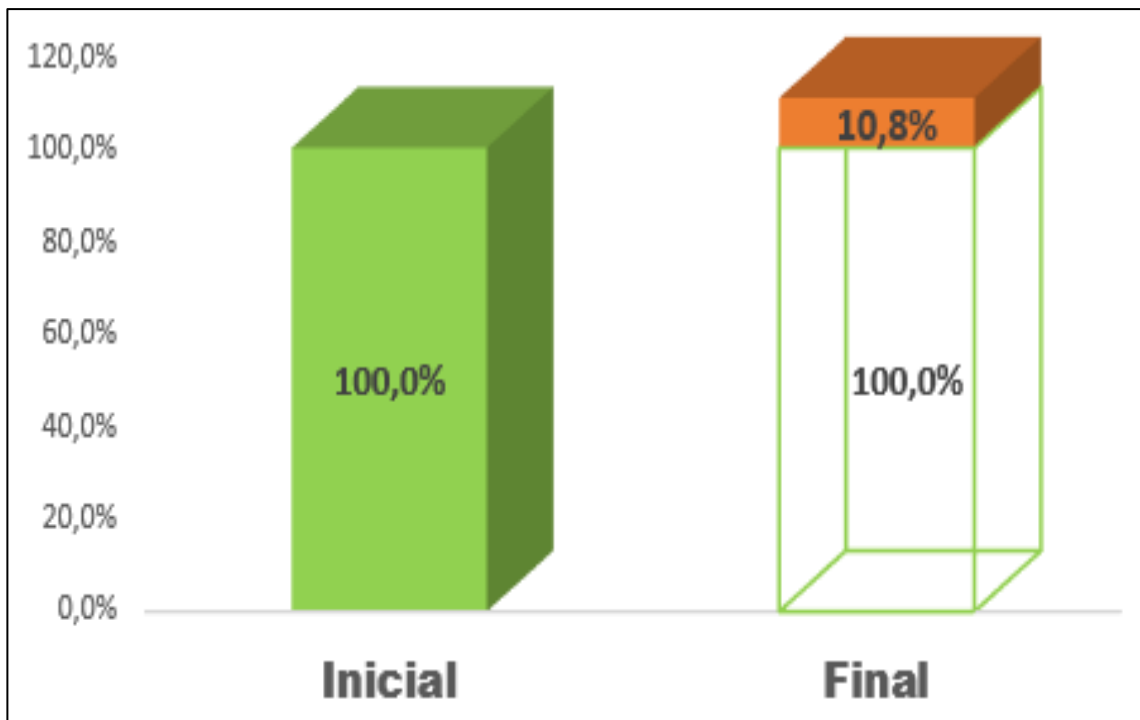


Figura 17 - Ganho de capacidade produtiva

Cenário 2

OEE é um indicador estratégico e bastante analisado pelas empresas, isso se dá porque é composto pelos índices de produtividade, qualidade e disponibilidade. Este índice está relacionado com quase todos os objetivos, pois abrange muitas de suas características. Abaixo está representado a evolução do OEE (figura 18), após a implementação das ações de melhoria apresentadas.

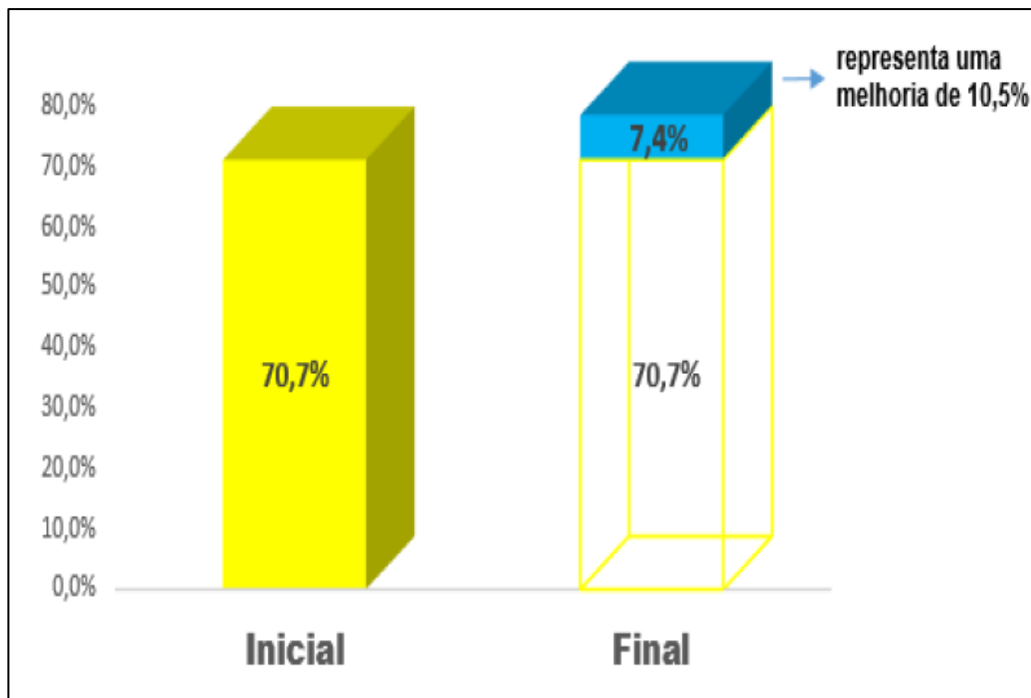


Figura 18 - Evolução de eficiência global (OEE)

Deste modo, pode-se observar que a máquina onde o TPM está implementado contribui para o aumento do desempenho da fábrica, aumentando a disponibilidade do equipamento o que por sua vez implica diminuição paragens/avarias.

Em suma, pode-se constatar que o contributo da TPM é visível e é uma metodologia que se consegue mostrar resultados quer a nível quantitativo, operacional e visual

6 CONCLUSÃO

A integração entre processos, pessoas e equipamentos são os grandes desafios do mundo corporativo. Se bem-sucedida, a integração pode apresentar resultados bastante significativos para a organização.

No cenário atual, independente do porte da organização a busca por vantagens ou alternativas competitivas é algo primordial e fundamental para garantir a sobrevivência da mesma, desse modo identificar as perdas ou oportunidades de melhoria no processo produtivo podem contribuir com essa busca. A prática tem mostrado que a aplicação dos conceitos e ferramentas do STP tem papel fundamental em todo esse contexto.

Filosofias de trabalho como a TPM vem ao encontro dos objetivos das corporações, sendo que a mesma integra pessoas, máquinas e processos de uma forma onde a busca pela quebra zero, zero acidente e zero problema de qualidade pode ser visto como a questão central desta filosofia.

A pesquisa realizada foi fundamentada nos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP), tais como: Ferramentas do TPM, Lean Manufacturing e 5s. Com isso foi possível se obter resultados extremamente satisfatório e que beneficiou a linha de produção de tampa básica, sem necessidade de grandes investimentos financeiros. Com essa pesquisa foi possível se obter um aumento na capacidade fabril e índice de OEE, através de treinamentos de operadores, standardização e sistematização de atividades como: limpezas e manutenções.

Nessa pesquisa foram utilizadas as ferramentas da manufatura enxuta, com maior relevância para o TPM. Como resultado foi possível obter um aumento na produção de tampas para bebidas, na ordem de 10,5%, isso em função da redução de horas paradas e consequente aumento do OEE que representou 10,8%.

Portanto, a filosofia TPM atendeu todas as expectativas, trazendo para a empresa resultados satisfatórios. Vale ressaltar que como a empresa somou resultados positivos o acadêmico também obteve uma base sólida na teoria e prática sobre a implantação da TPM. Para finalizar, esta ferramenta não é exclusividade para nenhuma empresa, a mesma esta disponível para todas as corporações que buscam a excelência de seus processos, pessoas e equipamentos.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, seria importante estender a execução desta metodologia para diversas áreas fabris, a metodologia apresentada mostrou-se ser uma mais valia.

Este projeto pode contribuir para o início de uma mudança cultural na empresa e por isso, há que desenvolver um trabalho conjunto com o centro de formação no sentido de este adquirir as competências necessárias para sustentar o progresso da filosofia, deixando a dependência das entidades externas para a formação em TPM. Buscando reduzir atividades que não agregam valor ao processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRALATAS, Cresce o consumo de latas de alumínio no Brasil, Disponível em: <https://www.embalagemmarca.com.br/2019/03/cresce-o-consumo-de-latas-de-aluminio-no-brasil/>
- Alves, T.C.L.; Neto, J.P.; Heineck, L.F.M.; Kemmer, S.L.; Pereira, P.E. 2009. Incentives and Innovation to Sustain Lean Construction Implementation. Proceedings of the 15th International Group for Lean Construction Conference, EUA.
- AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 25, n. 2, p. 147–172, 2008.
- ARCURI FILHO, R. Medicina de sistema: uma abordagem holística, estratégica e institucional para a gestão de manutenção. 2008. 148 f. Dissertação (Pós-graduação em sistema de gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.
- Aural, A. A., & Bryce, B. (2009). Formatação de dissertacoes@Uminho. Consultado em 24/05/2010, disponível em <http://2ieh.wordpress.com/docs/>
- BAMBER, C.J.; CASTKA, P.; SHARO, J.M.; MOTARA, Y. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.9, n.3, pp 223-238, 2003.
- Bayo-Moriones A, Bello-Pintado A, Merino-Díaz de Cerio J. 5S use in manufacturing plants- contextual factors and impact on operating performance. *Int J Qual & Rel Manage* 2010; 27:217-230.
- BLACK, J. T. O Projeto da fábrica do futuro. Porto Alegre. Bookman, 1998.
- BUSSO, Christianne Matias. MIYAKE, Dariolkuo. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. *Produção*, v.23, p. 205-225. 2013
- CAMPO, V. F. Gerenciamento pelas diretrizes. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFM, 1996.
- CAVALCANTE, Nireu. O Rio de Janeiro setecentista. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.
- Chapman CD. Clean house with lean 5S. *Quality Progress* 2005; 38:27-32.
- CHAND, G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Material Processing Technology*, v.103, pp. 149-154, 2000.
- CORIAT. Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: Revan: UFRJ, 1994.

- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2007.
- CRESWELL, J. W. A concise introduction to mixed methods research. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc., 2015.
- Duncan, G. J., & Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). Consequences of growing up poor. New York, NY: Russell Sage Foundation.
- FUJIMOTO, T. The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. Oxford University Press, New York, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.
- GODOY, A.S Pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas. Revista de administração de empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, 3 ago. 1995.
- HARMON, R. L.; PERTERSON, L. D. Reinventando a Fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Campus, Rio de Janeiro, 1991.
- Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.
- JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *International Journal of Operations and Production Management*, v.19, n.1, pp. 55-78, 1999.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2009.
- KERLINGER, F. N. y LEE, H.B. (2002). Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill.
- KWON, O.; LEE, H. Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.10, n.4, pp. 263-272, 2004.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas, 1993.
- LIKER, J.K.; MEIER, D. Modelo Toyota: Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, pp. 285-290, 2007.
- LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, *International Journal of Operations & Production Management*, v.18, n.5, pp. 495-507, 1998.
- LOUREIRO, Tânia Marisa Seguro. Aplicação da metodologia de DMAIC a uma unidade: Lusiaves, S.A. [Consultado 1 de Dezembro de 2013] Leiria : Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar do

Instituto Politécnico de Leiria, 2012. Disponível na internet: <URL: https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/745/1/Mestrado%20GQSAalimentar_Tania_Loureiro.pdf>.

MANUEL, Pedro Manuel Oliveira. Lean Manufacturing numa fábrica de plásticos: Trabalho realizado com a XC-Consultores, Lda. [Consultado 28 de Novembro de 2013] Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012. Disponível na internet: <URL: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63444/1/000151139.pdf>>.

MATHUR, A.; DANGAYACH, M.L.; SHARMA, M.K. Performance measurement In automated manufacturing. *Measuring Business Excellence.*, v.15, n.1, pp 77-91, 2011

MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time. 4ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman. Tradução: Ronald Saraiva de Menezes, 2015.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC, 1989.

Ncube, M. (2006). The Impact of Total Productive Maintenance (TPM) on manufacturing performance at the Colt section of DaimlerChrysler in the Eastern Cape (Doctoral dissertation, Nelson Mandela Metropolitan University).

NEELY, A.; MILLS, J.; PLATTS, K.; GREGORY, M.; RICHARDS, H. Realizing Strategy through Measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, v.14, n.3, pp. 140-152, 1994.

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

Okpala, C. (2013). “The World’s Best Practice in Manufacturing” *International Journal of Engineering Research and Technology*, Vol. 2, Iss. 10

Onwuegbuzie, A. J. (2003). Effect sizes in qualitative research: A prolegomenon. *Quality & Quantity: International Journal of Methodology*, 37, 393- 409.

POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica. São Paulo: Cultrix, 1993.

RANDHAWA, J. S., AHUJA, I. S. 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 34, No. 3, pp.334–361. 2017.

SHINGO, Shiego. Sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996. ago. 1995.

SILVA, E. P. DELES, K. P. S. PAULA, V. M. F. Implantação do programa 5S em uma escola municipal, *Em Extensão, Uberlândia*, v. 12, n. 2, p. 128-140, jul. / dez. 2013

SLACK, N; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

- SELEME, Robson; STADLER, Humberto. Controle da Qualidade - As Ferramentas Essenciais. 2. ed. Curitiba - Pr: Xibpex, 2010. 180 p.
- Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(30), 5-13.
- Calfee, R. C., & Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Sun, H., Yam, R., & Wai-Keung, N. (2003). The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)—an action case study in a Hong Kong manufacturing company. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22(3-4), 224-228.
- SUZUKI, T. TPM in Process Industries. 1ª. ed. New York: Productivity Press, 1994.
- TANGEN, S. Analyzing the requirement of performance measurement systems. *Measuring Business Excellence*, v. 9, n.4, pp 46-54, 2005a.
- THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-a-Á,,o. 14ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- Venkatesh, J. (2007). An introduction to total productive maintenance (TPM). *The plant maintenance resource center*, 3-20.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Doctoral Thesis, Boston University: Boston, 156 pgs.
- Schnase, J. L., & Cunnius, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

ANEXO I – CHECK LIST

OPER		S.OPER	DESCRIÇÃO	OPERAÇÕES						
0010			USE PARA OK: I V I NOK: I X I	S	T	Q	Q	S	S	D
			SE NOK JUSTIFICAR CAMPO INFORMAÇÕES COMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			ALIMENTAÇÃO PRESSÃO PSI							
0020			CONJUNTO DO BANCO DE VÁLVULAS, CURSO DO TREM DA ALIMENTAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			40 - 50 PSL <u>45</u>							
0030			CONJUNTO DO BANCO DE VÁLVULAS, CURSO DA FACA SEPARADORA 80 PSI <u>75</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040			TUBO DO MANIFOLD ATÉ OS CILINDROS DA FACA SEPARADORA. 30 PSI <u>26</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050			CONJUNTO DO BANCO DE VÁLVULAS, HOLD UP DO FINAL DA PILHA. 80 PSI <u>77</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060			TRANSFERÊNCIA DE BANDEJAS CONJUNTO DO BANCO DE VÁLVULAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			FUNÇÕES DIVERSAS. 70 PSI <u>74</u>							
0070			VÁLVULAS DE ROTAÇÃO DOS CAMES. <u>ok</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0080			PONTE DE SENSORES (ALTA/BAIXA). <u>ok</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0090			PORTÃO DE PARADA DA BANDEJA PARA A CENTRAL DO CONVEYOR. <u>ok</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0100			VÁLVULAS DA GUARDAS. <u>ok</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0110			DESCARGA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0120			CONJUNTO DO BLOCO DE VÁLVULAS, CURSO DO SHUTTLE DA DESCARGA. 40 - 50 PSI <u>43</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0130			CONJUNTO DE BLOCO DE VÁLVULAS, CURSO DO EMPURRADOR. 20 - 30 PSI <u>27</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0140			CONJUNTO DO BLOCO DE VÁLVULAS, HOLD UP DO COMEÇO DA PILHA. 60 PSI <u>58</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0150			OBS: FAVOR COLOCAR VALORES E JUSTIFICAR POSSÍVEL DIMINUIÇÃO/AUMENTO DE PRESSÃO CASO NECESSÁRIO.							
CONFIRMAÇÕES										
DATA	/ / - SEG	/ / - TER	/ / - QUA	/ / - QUI	/ / - SEX	/ / - SAB	/ / - DOM			
EXECUÇÃO			<u>Diana S.S.</u>							

RLOPES1

06.05.2016

Impressão

PÁGINA 1 DE 2