



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO  
Curso de Engenharia de Produção

**ROBERTA CRISTINA NUCI**

**IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM UMA  
INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO**

Campinas

2015



**ROBERTA CRISTINA NUCI- R.A. 004201100040**

## **IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Mário Antônio Monteiro.

Campinas

2015

**ROBERTA CRISTINA NUCI**

**IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM UMA  
INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO**

Monografia aprovada pelo programa de Graduação no Curso de Engenharia de Produção da Universidade São Francisco, como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

**Data de aprovação: 02/12/2015**

**Banca examinadora:**

---

Prof. Esp. Mário Antônio Monteiro (Orientador)  
Universidade São Francisco

---

Prof. Dr. Adalberto Nobiato Crespo (Examinador)  
Universidade São Francisco

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Élen Nara Carpim Besteiro (Examinadora)  
Universidade São Francisco

**ATA DE ARGUIÇÃO FINAL DA MONOGRAFIA DA ALUNA  
ROBERTA CRISTINA NUCI**

Aos 02 dias do mês de dezembro do ano de 2015, às 21:00 horas, nas dependências da Universidade São Francisco, Campus Campinas, reuniu-se a Comissão da Banca Examinadora, para avaliação da Monografia do Trabalho intitulado “**Implantação da Metodologia TPM em uma indústria de embalagens de papelão ondulado**”, apresentada pela aluna **Roberta Cristina Nuci**, como exigência parcial para conclusão do curso de graduação no Curso de Engenharia de Produção, da Universidade São Francisco, Campus de Campinas. Os trabalhos foram instalados às 21:00 horas pelo Prof. Mário Antônio Monteiro, Orientador do candidato e Presidente da Banca Examinadora, constituída pelos seguintes Professores: Prof. Dr. Adalberto Nobiato Crespo (Examinador), da Universidade São Francisco, e pelo Prof<sup>a</sup>. Dra Élen Nara Carpim Besteiro, da Universidade São Francisco. A Banca Examinadora tendo decidido aceitar a monografia, passou à Arguição Pública do candidato. Encerrados os trabalhos às 21:15 horas, os examinadores, consideraram o candidato aprovado e com média final 10 (dez). E, para constar, eu Prof. Mário Antônio Monteiro, lavrei a presente Ata, que assino juntamente com os demais membros da Banca Examinadora.

Campinas, 02 de dezembro de 2015.

---

**Prof. Esp. Mário Antônio Monteiro (Orientador)**

**Orientador e Presidente**

Universidade São Francisco

---

**Prof. Dr. Adalberto Nobiato Crespo (Examinador)**

Universidade São Francisco

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra Élen Nara Carpim Besteiro (Examinador)**

Universidade São Francisco

A toda a minha família e namorado,  
pela compreensão por todas as noites e fins de semanas ausentes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à empresa do estudo de caso, que devido a políticas internas não deve ter o nome divulgado, mas que em diferentes momentos forneceu as informações necessárias e apoio para execução deste trabalho.

Agradeço aos professores Mário Antônio Monteiro e Élen Nara Carpin Besteiro, devido ao apoio, análises e principalmente acolhimento após a necessidade de troca de orientador com o trabalho já em andamento, acreditando no tema e a forma que o conduzi até então. Também agradeço aos demais professores presentes nestes cinco anos de estudos, pois o conhecimento adquirido durante todo este tempo foi fundamental para execução deste trabalho.

Agradeço a toda minha família pela paciência e apoio para que eu conseguisse me dedicar a esse trabalho, tendo que optar por não estar presente muitas vezes.

Agradeço a Vânia Aparecida Marchi Nuci, minha mãe, e Fábio Rafael da Silva, meu namorado, pelas sugestões, críticas e inúmeras revisões e discussões, que certamente contribuíram para um trabalho ainda melhor. Agradeço-lhes também, pelo cuidado e atenção em todos os momentos, tornando meus dias menos cansativos e deixando-me mais segura e confiante.

Agradeço a Carlos Roberto Nuci, meu pai, pelo carinho, cuidado e preocupação, que nos pequenos detalhes também fez meus dias serem mais produtivos e sempre foi o meu incentivo quando o tempo parecia curto demais e as tarefas muito complicadas.

Agradeço principalmete a Deus, que me abençoou colocando ao meu lado pessoas maravilhosas, que foram e são os pilares que me sustentaram para que chegasse a este momento, além de se fazer presente sempre, nas decisões, dificuldades e na geração de conhecimento, sempre me guiando para o caminho certo.

## RESUMO

TPM (*Total Productive Maintenance*- Manutenção Produtiva Total) é uma metodologia surgida no Japão, que hoje é utilizada mundialmente por empresas conceituadas como uma maneira de gestão para melhora da eficiência, por meio de aumento de produtividade, qualidade, confiabilidade, segurança de funcionários e ambiental, redução de custo e aumento da satisfação dos funcionários, através dos seus oito assuntos estudados (Pilares TPM). O objetivo deste trabalho é evidenciar quais os ganhos que a implantação desta metodologia pode trazer para uma empresa do ramo de embalagens de papelão ondulado, demonstrar seus passos de implantação e quais possíveis ferramentas, metodologias e conceitos podem ser utilizados para isto. A pesquisa em questão se caracteriza como qualitativa e quantitativa por tratar-se de um estudo fundamentado em pesquisa bibliográfica, por meio de livros, sites, artigos científicos e estudos acadêmicos, e por meio de histórico de resultados e indicadores da empresa do estudo de caso. A implantação da metodologia na empresa trouxe resultados satisfatórios, mesmo ainda sendo possível observar oportunidades de melhorias. Conclui-se que a aplicação da metodologia pode definir a sobrevivência da empresa no mercado, podendo ser aplicada em todos os ramos empresariais, devido a sua flexibilidade de adaptação e conceitos que a fundamentam.

**Palavras chaves:** Manutenção Produtiva Total, Pilares TPM, aumento de eficiência, sobrevivência no mercado.

## **ABSTRACT**

*TPM (Total Productive Maintenance) is a methodology that emerged in Japan, which is now used worldwide by reputable companies as a way of management for improved efficiency through increased productivity, quality, reliability, security officials and environmental, cost reduction and increased employee satisfaction, through its eight subjects studied (TPM Pillars). The objective of this work is to show that the gains that the implementation of this methodology can bring to a company in the business of corrugated packaging, demonstrate your deployment steps and what possible tools, methodologies and concepts can be used for this. The research in question is characterized as qualitative and quantitative because it is a reasoned study of literature through books, websites, scientific articles and academic studies, and through historical results and indicators of the case study company. The implementation of the methodology in the company brought satisfactory results even still possible to see opportunities for improvement. It concludes that the application of the methodology can set the company's survival in the market and can be applied in all business branches, because of its flexibility to adapt and concepts that underlie it.*

**Key words:** *Total Productive Maintenance , TPM Pillars , increasing efficiency and survival in the market.*



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Anomalias de resolução dos operadores até julho/2015.....	56
GRÁFICO 2- Anomalias de resolução de áreas de apoio até julho/2015.....	57
GRÁFICO 3- Grupos de Melhoria Contínua.....	58
GRÁFICO 4- OEE da conversão (P).....	60
GRÁFICO 5- OEE da onduladeira (P).....	60
GRÁFICO 6- Produtividade per capta (P).....	61
GRÁFICO 7- Porcentagem de devolução por motivo de qualidade (Q).....	62
GRÁFICO 8- Porcentagem de tempo gasto para manutenção corretiva (C).....	62
GRÁFICO 9- Quantidade de Quebras (C).....	63
GRÁFICO 10- Custo de Manutenção- R\$ (C).....	63
GRÁFICO 11- Custo de transformação (C).....	64
GRÁFICO 12- Pedidos entregues fora da data (D).....	64
GRÁFICO 13- Pedidos entregues incompletos (D).....	65
GRÁFICO 14- Número de acidentes (S).....	66
GRÁFICO 15- Resíduos gerados por quilo de produção (E).....	66
GRÁFICO 16- Desenvolvimento dos Colaboradores (M).....	67
GRÁFICO 17- Quantidade de LPP's (Lições Ponto a Ponto) (M).....	67
GRÁFICO 18- Porcentagem de colaboradores com sugestões (M).....	68
GRÁFICO 19- Expectativa de redução de <i>setup</i> da Máquina P.....	70
GRÁFICO 20- Tempo de <i>setup</i> da máquina P.....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução da Manutenção Produtiva Total.....	17
Figura 2- Pilares TPM (Manutenção Produtiva Total).....	18
Figura 3- Análise PM .....	26
Figura 4- Fases do FMEA.....	27
Figura 5- Planilha FMEA.....	27
Figura 6- Ciclo CAPDo e suas 7 etapas.....	28
Figura 7- Ciclo PDCA.....	31
Figura 8- Estágios Conceituais e Técnicas Práticas .....	32
Figura 9- Ativos da empresa e os objetivos TPM .....	43
Figura 10- Estrutura de implantação TPM.....	44
Figura 11- Fluxo de atividades dos Pilares TPM.....	45
Figura 12- Evolução da implantação do Pilar MA.....	46
Figura 13- Evolução da implantação do Pilar MP .....	47
Figura 14- Evolução da implantação do Pilar ME.....	48
Figura 15- Evolução da implantação do Pilar ET .....	49
Figura 16- Evolução da implantação do Pilar CI .....	50
Figura 17- Evolução da implantação do Pilar SHE.....	51
Figura 18- Evolução da implantação do Pilar MQ .....	52
Figura 19- Evolução da implantação do Pilar ADM .....	53
Figura 20- Quadro de Gestão Autônoma .....	54
Figura 21- Antes e Depois da aplicação da metodologia insumos (tintas).....	55
Figura 22- Antes e Depois da aplicação da metodologia- recipientes para descarte.....	55
Figura 23- Antes e Depois da aplicação da metodologia- ambiente de trabalho .....	55
Figura 24- Antes e Depois da aplicação da metodologia- ambiente de trabalho 2 .....	56
Figura 25- Materiais excedentes nas máquinas .....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Etapas do CAPDo .....	29
Quadro 2- Sentos do 5S .....	33
Quadro 3- Relação de indicadores, forma de cálculo e Pilar relacionado aos resultados:.....	59
Quadro 4- Etapas de implantação da metodologia Smed na empresa estudada .....	69

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Questão de pesquisa .....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Objetivos .....	14
1.4 Hipótese .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Evolução .....	17
2.2 Pilares TPM e Etapas de implantação .....	18
2.2.1 Pilar Manutenção Autônoma .....	18
2.2.2 Pilar Manutenção da Qualidade.....	20
2.2.3 Pilar Manutenção Planejada.....	21
2.2.4 Pilar Melhoria Específica.....	22
2.2.5 Pilar Saúde, Segurança e Meio Ambiente .....	23
2.2.6 Pilar Controle Inicial.....	23
2.2.7 Pilar Educação e Treinamento .....	24
2.2.8 Pilar Administrativo .....	25
2.3 Ferramentas, metodologias e conceitos que podem ser utilizados na implantação da Metodologia TPM .....	25
2.3.1 Análise PM ( <i>Phenomenon, Physical, Mechanism</i> ).....	25
2.3.2 FMEA ( <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> ).....	27
2.3.3 CAPDo ( <i>Check, Action, Plan, Do</i> ).....	28
2.3.4 PDCA ( <i>Plan, Do, Check, Action</i> ).....	30
2.3.5 Smed ( <i>Single Minute Exchange of Die</i> ) .....	31
2.3.6 5 “Por quês” .....	33
2.3.7 5S .....	33
2.4 Indicadores PQCDSM.....	34
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
4.1 Estudo de caso.....	38
4.1.1 A empresa .....	38
4.1.2 Estado Atual .....	41
4.1.2.1 Baixa eficiência.....	41
4.1.2.2 Tempo de <i>setup</i> .....	41

4.1.3 Análise do problema .....	42
4.1.3.1 Causas da Baixa Eficiência .....	42
4.1.3.2 Causas do índice de tempo de <i>setup</i> .....	43
4.2 Análise dos Resultados.....	43
4.2.1 Resultados para Baixa Eficiência .....	43
4.2.1.1 Ganhos com a implantação da metodologia TPM .....	54
4.2.2 Resultados para índice de tempo de <i>setup</i> .....	68
4.2.2.1 Ganhos com a implantação da metodologia SMED .....	71
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e desenvolvimento tecnológico, possibilitando o aumento de concorrentes e sua capacidade de inovação, as empresas tiveram que começar a buscar meios para sobreviver no mercado competitivo de hoje em dia. Além de maior número de concorrentes com maior capacidade de inovação, as empresas também possuem clientes mais exigentes.

Conforme Campos (2014), para uma empresa sobreviver, sua gestão deve ser voltada para a busca da Qualidade Total, que segundo o autor, são todas as dimensões que afetam as pessoas relacionadas (*stakeholders*) e assim a sobrevivência da empresa. Essas dimensões são: Qualidade (no produto e serviços), Custo (medido em todo o processo), Entrega (atender as condições de entrega), Moral (satisfação dos colaboradores) e Segurança (dos empregados e usuários dos produtos).

Com o foco de satisfazer as necessidades, as empresas buscam Metodologias de Gestão. Uma das metodologias existente é o TPM- *Total Productive Maintenance*- Manutenção Produtiva Total, que hoje também pode ser denominado TPM- *Total Performance Management*- Gestão da Performance Total, que é eficiente para eliminação de perdas, identificação de oportunidades e melhoria na eficiência, buscando “zero acidente, zero desperdício e zero quebra”, segundo Carrijo (2008).

O TPM está além da confiabilidade dos equipamentos, seus ganhos são diversos, entre eles estão: aumento de produtividade, qualidade, confiabilidade de equipamentos e processos, segurança e desenvolvimento de funcionários, segurança ambiental e redução de custos, sendo que através destes, há a melhora na eficiência global da empresa, atendendo assim todas as dimensões da Qualidade Total.

A metodologia se baseia no estudo e implantação dos oito Pilares TPM, que são: Manutenção Autônoma, Manutenção da Qualidade, Controle Inicial, Administrativo, Educação e Treinamento, Segurança, Higiene e Meio Ambiente e Melhoria Específica.

O objetivo deste estudo é identificar como a implantação da metodologia TPM pode trazer ganhos para uma empresa do ramo de embalagens de papelão ondulado, localizada na região de Campinas, que refletirão na sua competitividade e sobrevivência no mercado e além disso, apontar quais ferramentas, conceitos e metodologias podem ser utilizados durante sua implantação. Este trabalho apresentará a metodologia em fase de implantação e os resultados já obtidos até o momento.

## 1.1 Questão de pesquisa

A implantação da Metodologia TPM pode trazer ganhos significativos para uma empresa de Embalagens de Papelão Ondulado? Quais os ganhos com a implantação da metodologia? Quais as principais ferramentas, conceitos ou metodologias que podem ser utilizadas para auxílio da implantação do TPM?

## 1.2 Justificativa

Verificar as necessidades das empresas em aplicarem metodologias e ferramentas para manterem-se competitivas e sobreviverem no mercado foi considerado relevante. O TPM é uma metodologia rica em informações, sendo a forma de gerenciamento de empresas diferenciadas.

O estudo da metodologia proporcionará conhecimento amplo de sua aplicação, quais ferramentas, conceitos e metodologias podem ser utilizadas para isto e os possíveis resultados, visto que, o tema é demonstrado superficialmente nas matérias estudadas no curso de Engenharia de Produção.

O setor de atuação da empresa poderá fornecer relevantes informações, devido ao tempo de implantação da metodologia. Também pode ser considerado um fator positivo da pesquisa a facilidade de acesso a essas informações e contato com especialista da área que poderá contribuir com conhecimentos precisos sobre o assunto.

Nota-se a importância da Metodologia, quando é observado que muitas empresas brasileiras reconhecidas já possuem seu processo de implantação do TPM consolidado, dentre elas estão: Avon, Yamaha, GM, Pirelli Cabos, Pirelli Pneus, FIAT, Ford, Marcopolo, Votorantin Papel e Celulose, Eletronorte, Tilibra, Brasil Kirin, Cervejaria Kaiser, Ambev e outras.

## 1.3 Objetivos

### Objetivo Geral

O propósito do trabalho é demonstrar como a Metodologia TPM pode proporcionar melhorias significativas em uma empresa de embalagens de papelão ondulado. E também, demonstrar que a implantação da metodologia é apoiada por outras metodologias, ferramentas e conceitos.

### Objetivo Específico

Os objetivos específicos desse estudo são:

- 1- Explicar objetivos da metodologia TPM.
- 2- Explicar os Pilares que sustentam a Metodologia TPM e suas etapas de implantação.
- 3- Exemplificar a implantação da metodologia e seus resultados através do estudo de caso.
- 4- Explicar as ferramentas, metodologias e conceitos utilizados na aplicação da Metodologia.
- 5- Demonstrar exemplo prático de um Grupo de Melhoria desenvolvido na empresa utilizando uma ferramenta desenvolvida na mesma através das atividades do Pilar de Melhoria Específica.

## 1.4 Hipótese

A implantação do TPM pode trazer diversos benefícios para a empresa, uma vez que passa a ser a maneira de gestão de todos os setores, independente do seu ramo de atuação.

Dentre os benefícios alcançados os principais são: ganho de eficiência, diminuição de acidentes, desenvolvimento dos funcionários, promoção da melhoria contínua, melhora na confiabilidade de equipamentos e processos, maior autonomia dos operadores de máquinas, aumento de qualidade, redução de custos, entre outros.

Conforme verificado através de estudo prévio, a metodologia contempla a utilização de outras ferramentas, conceitos e metodologias existentes, como: SMED (*single minute exchange of die*), PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), 5s, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), entre outros.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O TPM- *Total Productive Management*, Manutenção Produtiva Total, em tradução livre, conforme Carrijo (2008), tem o objetivo de aumentar a eficiência dos processos produtivos, melhorar o ambiente de trabalho e aumentar a confiabilidade das máquinas.

Para Imai (2000) TPM é um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do ativo da empresa e garante a geração de produtos de alta qualidade a custos competitivos. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais.

Inicialmente, conforme Carrijo (2008), esta metodologia surgiu dentro das áreas de manutenção e produção, pois tinha por objetivo desenvolver técnicas para evitar as quebras dos equipamentos, causadas por deteriorização que não eram corrigidas a tempo. Desta forma, percebeu-se a importância de desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade, para que eles pudessem cuidar e conhecer melhor seus equipamentos. Para isso foram desenvolvidas técnicas e treinamentos aos operários para ampliar seus conhecimentos sobre os equipamentos que operavam.

Segundo Carrijo (2008) com o passar do tempo, esses conceitos iniciais desenvolvidos na produção e manutenção foram se expandindo. Algo que começou com o enfoque de eliminar quebras, expandiu-se para eliminar outras perdas na área fabril e mais adiante foi se expandindo para outras áreas da empresa.

Conforme citado por Carrijo (2008) a entidade que dissemina o TPM ao redor do mundo é o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*- Instituto Japonês de Manutenção de Plantas Industriais) que define o seguinte (JIPM, 2002):

1. O TPM orienta e constrói uma cultura corporativa para maximizar o uso do sistema de produção e melhorar o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou Rendimento Operacional Global do Equipamento;

2. constrói um sistema para prevenir todo tipo de perdas para buscar, por exemplo, “zero acidente, zero defeito e quebra zero”; baseado nos conceitos japoneses do *Gemba* (chão de fábrica) e *Genbutsu* (produto analisado), buscando estender o ciclo de vida do sistema produtivo;

3. envolve todos os departamentos da empresa, incluindo produção, desenvolvimento de produtos, *marketing* e administração;

4. requer total envolvimento, desde o topo da administração, até o mais simples operário;

5. busca a perda zero por intermédio das atividades dos pequenos grupos autônomos.

Segundo Carrijo (2008) a metodologia TPM atual é sustentada por 8 (oito) Pilares, que são 8 (oito) grandes assuntos: Manutenção Autônoma (MA), Melhoria Específica (ME), Manutenção Planejada (MP), Educação e Treinamento (ET), Segurança e Meio Ambiente (SHE), Controle Inicial (CI), Manutenção da Qualidade (MQ) e Áreas Administrativas (ADM).

## 2.1 Evolução

Conforme Monteiro (2015) a visão de apenas executar manutenção após a quebra do equipamento foi até a década de 50, pois foi desenvolvido então a manutenção preventiva pelos americanos, aplicando o conceito de confiabilidade.

Conforme Capetti (2005) foi nos anos 60 que os japoneses uniram as manutenções existentes e acrescentaram novos focos, que são: Confiabilidade, Mantenabilidade e Economia, criando assim a manutenção produtiva. Na figura abaixo, é possível observar a evolução da Manutenção no tempo, segundo Capetti (2005):

	1950	1960	1970	1980	1990
manutenção por quebra (BM)					
	1951 manutenção preventiva (PM)				
	1957 manutenção corretiva (CM)				
		1960 prevenção da manutenção (MP)			
		1960 manutenção produtiva (PM) = BM+PM+CM+MP	1971 manutenção produtiva total (TPM)		
				1980 manutenção preditiva (PM)	
	Era da manutenção baseada no tempo (TBM)			Era da manutenção baseada na condição (CBM)	

Figura 1- Evolução da Manutenção Produtiva Total

Fonte: Capetti (2005)

Segundo Carrijo (2008), foi em 1971, que a Nippondenso, fornecedora de partes automotivas da Toyota, foi a primeira empresa a receber o Prêmio de Excelência do JIPM (Instituto Japonês de Manutenção de Plantas Industriais), sendo reconhecida pelas suas boas práticas de manutenção. Foi este processo de premiação o primeiro passo para criação de um modelo referencial de utilização dos conceitos do TPM.

## 2.2 Pilares TPM e Etapas de implantação

Conforme Carrijo (2008), os Pilares TPM são formas de estruturar as linhas de ação para a implantação da metodologia. São formados por equipes multidisciplinares, que são de várias áreas da empresa. Essas equipes são responsáveis por estudar a metodologia e os objetivos de seu Pilar de modo a adaptar e implantar em sua empresa.

Na Figura 2 está a representação dos 8 Pilares que sustentam a Metodologia:

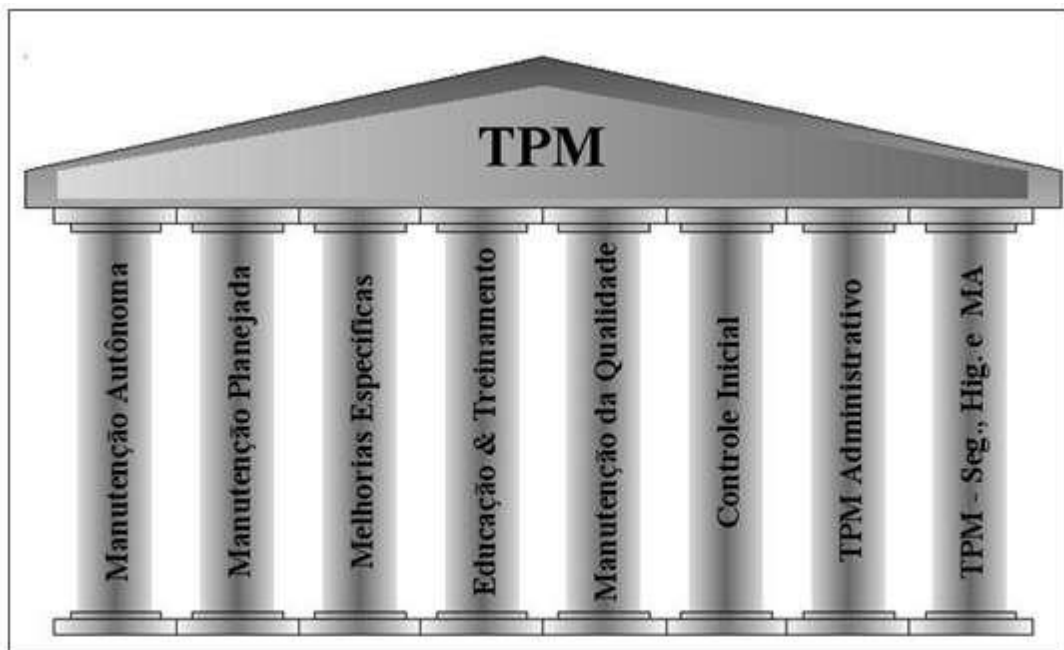


Figura 2- Pilares TPM (Manutenção Produtiva Total)

Fonte: Artigo de Fábio Todeschini Tonietto "O Programa TPM- 8 Pilares". Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXCEAE/programa-tpm-8-pilares-manutencao>.

### 2.2.1 Pilar Manutenção Autônoma

O Pilar de Manutenção Autônoma, segundo Carrijo (2008), é o primeiro Pilar a ser implantado de forma a ser o guia para os demais Pilares. O Pilar tem como objetivo, desenvolver o conhecimento dos operadores e criar novas regras de pensamento

autônomo. Tendo como ponto de vista dos equipamentos, estabelecer um bom ambiente de produção no qual as anomalias são identificadas e eliminadas rapidamente. Conseguindo assim também atingir níveis reduzidos de quebras, falhas e defeitos nos equipamentos, mediante forte envolvimento de Grupos Autônomos. Com a implantação do Pilar também é determinada as condições ideais de limpeza, inspeção e conservação, por meio do estabelecimento de procedimentos padronizados.

A sua implantação é composta por 6 (seis) etapas. Segundo Carrijo (2008) e Prado Filho e Ribeiro (2013) essas etapas e o que significam são:

Etapa 1- Limpeza Inicial: a limpeza evita que o equipamento tenha deterioração anormal.

Retira-se nessa etapa materiais desnecessários da área, que podem causar problemas como: desperdício, riscos de acidentes, dificuldade de localização, ambiente de trabalho desagradável, entre outros, pois quando o operador tem um ambiente de trabalho como esse, pode deixar de ter senso crítico para os reais problemas.

Nessa etapa os operadores também são conscientizados da necessidade de identificação de problemas dos equipamentos. Essa identificação de problemas é através de uma limpeza intensa da máquina e seu ambiente, que deve ser feita com a visão de que limpeza é inspeção. Os problemas identificados são apontados através de etiquetas.

Após a identificação dos problemas, os mesmos devem ser eliminados, conforme prioridade.

Etapa 2- Eliminação de Locais de Difícil Acesso para Limpeza, Lubrificação e Inspeção: tem como objetivo reduzir o tempo gasto pela operação para fazer limpeza, lubrificação e inspeção nos equipamentos, eliminando os locais de difícil acesso e atacando as fontes de sujeira que geram os problemas mais frequentes.

Etapa 3- Padrão Provisório de Limpeza, Inspeção e Lubrificação: Nessa etapa, padroniza-se a inspeção e lubrificação com o objetivo de manter os ganhos conseguidos nas primeiras etapas. Nesse documento de uso operacional deve estar determinado: o que deve ser inspecionado, limpo ou lubrificado; qual o método; o tempo necessário para a atividade; responsáveis pela atividade; parâmetros, entre outros.

Etapa 4- Inspeção Geral: nesta etapa é aprofundado o conhecimento dos operadores sobre o equipamento, fazendo inspeções em pontos críticos. O operador deve ser capacitado para entender melhor o funcionamento do seu equipamento e seus sistemas de funcionamento através de acompanhamento com a Manutenção, assim, aumentando sua capacidade de fazer Manutenção Autônoma.

Etapa 5- Inspeção Geral dos Processos: nesta etapa os operadores realizam inspeção Autônoma, sendo mais independentes da manutenção, aprimorando seus conhecimentos e padrões.

Etapa 6- Padronização de Manutenção Autônoma: o objetivo da etapa é consolidar os procedimentos visando otimizar a operação tornando-a mais simples, melhorando a autonomia do grupo no gerenciamento da sua área de trabalho através de melhoria e construção de mecanismos definitivos para manutenção e controles de inspeção autônoma, ou seja, de efetivação dos padrões.

## **2.2.2 Pilar Manutenção da Qualidade**

Carrijo (2008, p. 46) afirma que: “o objetivo básico deste pilar é buscar o Zero Defeito nos produtos fabricados pela empresa. Esta busca é feita de duas formas diferentes: prevenindo e corrigindo os problemas”.

Segundo Suzuki (1994), existem quatro variáveis de produção que podem influenciar as características de qualidade, que são: equipamentos, materiais, ações das pessoas e métodos usados, ou seja, os 4 M's (Máquina, Matéria prima, Mão de obra e Método), os quais são estudados pelo Pilar.

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

Etapa 1- Matriz Garantia da Qualidade ou QA (Qualidade Assegurada): Nessa primeira etapa é desenvolvida a Matriz de Garantia da Qualidade que é um documento que tem como objetivo demonstrar características da qualidade, os problemas de qualidade existentes na empresa, onde pode-se visualizar o mais crítico, onde ocorre e como é detectado.

Etapa 2- Análise das condições de entrada da produção (4M's): nessa segunda etapa, o objetivo principal é desenvolver uma ferramenta e uma técnica para verificação das condições das entradas da produção, que são as 4 (quatro) variáveis de produção- material, máquina, método e mão de obra. Ou seja, determinar as condições ideais de trabalho para cada uma das condições e se estão sendo seguidas.

Etapa 3- Planejar solução do problema: o objetivo nessa etapa é identificar quais os problemas que estão sendo ocasionados quando as condições ideais não são seguidas.

Após determinação dos problemas, foca-se nas ações corretivas. Para problemas simples, há ações imediatas, para problemas complexos o Pilar deve desenvolver técnicas de análise de causas e ações possíveis.

Etapa 4- Avaliar severidade dos problemas: A quarta etapa tem como objetivo criar um critério de priorização para decidir quais ações devem ser implantadas primeiramente.

Etapa 5- Análise PM (*Phenomenon, Physical, Mechanism*): o objetivo da etapa é definir o método de realização de análise PM para resolução dos problemas muito difíceis observados na Etapa 3. Detalhes sobre esse método serão apresentados no item 2.3.

Etapa 6- FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*): Nessa etapa é definido o método de realização de FMEA para avaliar o efeito das ações propostas. É mais utilizado para ações pouco simples. A utilização da ferramenta FMEA será apresentada no item 2.3.

Etapa 7- Implementar Melhorias: o objetivo dessa etapa é determinar formas de implantar e monitorar as ações determinadas nas etapas 3 e 4.

Etapa 8- Revisão das condições 4M's: Revisar as condições 4M's (material, máquina, método e mão de obra) após implantação das ações. Nessa etapa espera-se que as condições das variáveis estejam de acordo com o padrão.

Etapa 9- Consolidar e confirmar pontos de verificação: Nessa etapa é criada uma rotina para determinar quais são os pontos críticos de inspeção nas variáveis 4 M's, criando uma Matriz de verificação da Qualidade.

Etapa 10- Tabela de controle de qualidade: Os pontos levantados na etapa 9 são acrescentados em uma tabela para garantir a qualidade através do controle das condições.

### **2.2.3 Pilar Manutenção Planejada**

Suzuki (1994, p. 126), afirma que: “a manutenção planejada é extremamente importante para a vida do equipamento. Ela pode até determinar o sucesso ou o fracasso de uma linha de negócios a longo prazo.”

Conforme Carrijo (2008), o objetivo do Pilar MP é basicamente conseguir com melhorias no sistema de manutenção, aumentar a disponibilidade dos equipamentos, eliminando as quebras e anomalias, ter mão de obra e técnicas especializadas e redução de custos na manutenção.

As etapas para implantação deste Pilar, segundo Prado Filho e Ribeiro (2013) são:

Etapa 1- Avaliar o equipamento e compreender a situação atual: nessa etapa há várias atividades a serem executadas, entre elas: organização dos registros dos equipamentos, levantamento da situação atual, estabelecimento de metas de manutenção e estabelecer o nível de falhas.

Etapa 2- Estabelecimento de uma organização de melhoria individual: para esta etapa, deve-se analisar as quebras (com ferramentas de estudo de causa), dar apoio as

atividades de Manutenção Autônoma e melhorar pontos fracos, aumentando a vida útil do equipamento.

Etapa 3- Controle de informações: nessa etapa deve-se estruturar o sistema de controle de dados sobre as quebras, de manutenção dos equipamentos, criar formas fáceis de acesso e manutenção do banco de dados, controlar custos da manutenção, entre outros, utilizando as informações para melhorar o desempenho da manutenção.

Etapa 4- Estabelecimento de um sistema de manutenção programada: Nessa etapa deve-se haver a estruturação para implantar uma manutenção baseada no tempo, selecionando os equipamentos sujeitos à manutenção programada, estabelecer controle de peças, projetos e dados técnicos, estabelecer sistema de controle de medidas de componentes importantes de cada equipamento e reforçar procedimentos operacionais.

Etapa 5- Estabelecimento de um sistema de Manutenção Preditiva: Nessa etapa acontece a estruturação para implantação da Manutenção Preditiva. Essa manutenção indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, sabendo-se assim o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e quais condições fazem com que o tempo de vida útil seja bem aproveitado.

Etapa 6- Mensuração dos resultados da manutenção: Nessa etapa é feito um diagnóstico da implantação, verificando qual o aumento de confiabilidade dos equipamentos, melhoria na distribuição de recursos para manutenção, entre outros.

## **2.2.4 Pilar Melhoria Específica**

Conforme Carrijo (2008), o Pilar de Melhoria Específica tem como objetivo estudar e reduzir as perdas mais importantes dos processos produtivos. Nele há o estudo dos principais problemas do processo e desenvolvimento de ferramentas para eliminá-las, aumentando assim a eficiência do sistema produtivo.

Para Carrijo (2008) esse Pilar é o único que não tem uma sequência de etapas definidas. Suas atividades basicamente são: definir as perdas da empresa, definir os critérios para medição e valorização das perdas, desenvolver metodologias de eliminação das perdas, definir a estrutura da árvore de perdas da empresa.

O JIPM (2002) classificou 16 grandes tipos de perdas que ocorrem em qualquer processo produtivo, segundo Carrijo (2008), com base na experiência desenvolvida pelas empresas praticantes de TPM, em todo o mundo. São elas: perdas por falhas administrativas, por falhas operacionais, devido à desorganização da linha de produção, por falhas de logística, devido a medições e ajustes excessivos (que levam a perda de tempo),

desperdício de energia, menor rendimento dos materiais, quebra de matrizes, ferramentas e gabaritos, defeitos em equipamentos, ajustes em equipamentos, troca de ferramental e de gabaritos (*setups*), acionamento inicial como perda de tempo, pequenas paradas e períodos de ociosidade nos equipamentos, queda de velocidade do equipamento, repetições de processos para correção de defeitos e desligamento do equipamento.

Um dos critérios para medição de perdas que pode ser utilizado é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), Rendimento Global do Equipamento. Segundo Resende e Silva (2013) o OEE envolve três índices (*performance*, disponibilidade e qualidade) que estão relacionados a seis grandes perdas. Disponibilidade está relacionado a perda por quebra ou falha e *setup* ou ajuste; Desempenho está relacionado a perda ociosidade ou pequenas paradas e velocidade reduzida; e Qualidade está relacionado a perda problemas de qualidade ou retrabalho e queda no rendimento (*start up*- acionamento inicial).

### **2.2.5 Pilar Saúde, Segurança e Meio Ambiente**

O Pilar Saúde, Segurança e Meio Ambiente, conhecido como Pilar She devido a sigla ser referente ao seu nome em inglês (*Safety, Health and Environment*), tem como objetivo conforme Carrijo (2008, p. 45): “buscar o acidente zero e a poluição zero, bem como desenvolver uma mentalidade preventiva em relação aos acidentes”.

Segundo Carrijo (2008) os riscos são detectados, identificados com etiquetas de forma que a ação seja preventiva, ou seja, ocorra de forma a evitar os problemas.

### **2.2.6 Pilar Controle Inicial**

Para Suzuki (1994, p. 169) o objetivo do Pilar é: “reduzir drasticamente o tempo do desenvolvimento inicial até a produção de escala completa e atingir um vertical *start up* (um funcionamento que seja rápido, livre de vírus, e correto ao primeiro funcionamento).”

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

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

Etapa 1- Pesquisa e análise da situação atual: nessa etapa, são analisados os fluxos atuais (de produtos, equipamentos e processos), definido um fluxo piloto e analisados os



problemas encontrados (exemplo: projetos não terminados no prazo, custo mais elevado, novos equipamentos não atingindo a eficiência necessária no prazo, entre outros).

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

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

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

## **2.2.7 Pilar Educação e Treinamento**

Conforme Carrijo (2008), a implantação da metodologia TPM acarreta em mudanças nas pessoas e na cultura organizacional. Para conseguir essas mudanças é necessário a melhoria do nível de educação básica de todas as pessoas da empresa, aliado a um forte programa de treinamento técnico, focado nas necessidades de cada área.

Segundo Suzuki (1994), o TPM aborda duas formas de treinamento, que são o treinamento no local do trabalho e o autodesenvolvimento, os dois abordados no Pilar Educação e Treinamento (ET).

Uma via de treinamento no local de trabalho é a LPP, Lição Ponto a Ponto, que conforme Carrijo (2008, p. 42) é uma das ferramentas de grande importância do Pilar:

A Lição Ponto a Ponto: é uma maneira simples e fácil de treinar as pessoas, mediante lições de um tema, desenhadas pelos próprios operadores, de forma explicativa e simples em uma folha de papel, e repassadas durante o expediente para os companheiros de trabalho, de maneira rápida e objetiva. É considerada como um treinamento no próprio ambiente de trabalho.

Segundo Suzuki (1994), os passos do Pilar para assegurar os treinamentos e habilidades são:

Etapa 1- Política e Diretrizes: Nesta etapa se analisa o programa de treinamento atual e identifica os problemas existentes na companhia para então estabelecer quais são as políticas, objetivos e as prioridades de um programa de treinamento de forma que resolvam esses problemas.

Etapa 2- Plano de desenvolvimento: nessa fase se planeja um programa para melhorar as habilidades de operação e manutenção.

Etapa 3- Plano de Habilidades: nessa etapa se mapeia as habilidades exigidas e realiza o treinamento das habilidades necessárias de operação e manutenção.

Etapa 4- Plano de desenvolvimento: nesta etapa se planeja o desenvolvimento a longo prazo das habilidades, proporcionando o desenvolvimento às pessoas de forma que possam assumir novos desafios.

Etapa 5- Autodesenvolvimento: Nesta etapa deve-se criar um ambiente que encoraje o autodesenvolvimento, de forma que os funcionários fortaleçam seus pontos fracos e desenvolvam suas atividades sozinhos.

Etapa 6- Avalie as atividades e planeje para o futuro: periodicamente as atividades de treinamento devem ser revistas, deve ser verificado o progresso dos colaboradores e as matrizes de habilidades devem ser revisadas de forma a contemplar as reais necessidades atuais da companhia.

## **2.2.8 Pilar Administrativo**

O Pilar Administrativo, segundo Suzuki (1994), tem foco na eliminação de perdas, melhoria na qualidade das informações e aumento de eficácia no administrativo. A abordagem para esse objetivo pode ser qualitativa ou quantitativa. Quantitativa envolve diminuir a quantidade do trabalho improdutivo, aumentando a taxa de trabalho produtivo. A abordagem qualitativa envolve diminuir a desarmonia funcional.

## **2.3 Ferramentas, metodologias e conceitos que podem ser utilizados na implantação da Metodologia TPM**

Para a implantação das etapas dos Pilares da Metodologia TPM, muitas ferramentas, metodologias e conceitos podem ser utilizados. Abaixo está a descrição de alguns deles.

### **2.3.1 Análise PM (*Phenomenon, Physical, Mechanism*)**

Análise PM, segundo Bochnia (2012) é aplicada para eliminação dos defeitos e falhas crônicas, onde P (*Phenomenon, Physical*) e M (*Mechanism*):

- a) *Phenomenon* – fenômeno em português, não é o seu problema e sim o que é perceptível no equipamento quando ele ocorre.
- b) *Physical* – físico em português, é entender o que faz o fenômeno acontecer.
- c) *Mechanism*- mecanismo em português, onde o problema está ocorrendo, equipamento, máquina, ferramenta, etc.

Segundo Suzuki (1994), a Análise PM é para analisar os mecanismos dentro das quatro variáveis da produção, conforme relação abaixo.

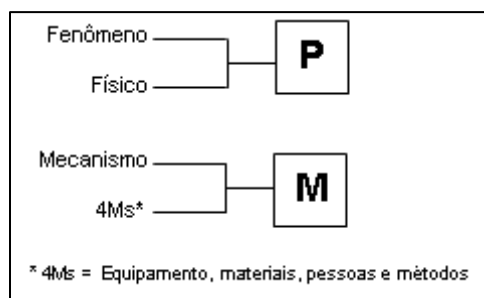


Figura 3- Análise PM

Fonte: Suzuki (1994).

Segundo Suzuki (1994), a análise PM é apropriada somente quando métodos convencionais não estão mais dando resultados (5 “por quês”, estabelecimento de condições básicas, entre outros), quando há uma taxa de perdas de 0,5% com objetivo de torná-la 0%.

Conforme descreve Suzuki (1994), os passos para implantação da Análise PM são:

Passo 1- Clarificar Fenômenos: Dividir os fenômenos de acordo com o tipo. Onde, como e quando ocorre.

Passo 2- Investigue Princípios Físicos Envolvidos: Examinar os problemas de acordo com leis e princípios físicos.

Passo 3- Identifique as Condições que Produzem o Problema: Verificar condições que aumentam o problema.

Passo 4- Considere as Variáveis de Produção: Analise a relação entre condições estabelecidas no passo 3 e as variáveis de produção (equipamentos, materiais, mão de obra e métodos).

Passo 5- Determine Condições Ótimas: Determine qual a melhor condição para cada fator causal, ou seja, qual a condição que pode prevenir a ocorrência do problema.

Passo 6- Investigue Métodos de Mensuração: Definir forma de medir a diferença entre o ideal e as condições causais.

Passo 7- Identifique deficiências: Identificar quais as condições dos desvios, listando os fatores que saíram do padrão ou anomalias.

Passo 8- Formule e Implemente um Plano de Melhoria: Definir e implantar ações corretivas para correção das anomalias e deficiências.

### 2.3.2 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Palady (2004) afirma que o FMEA é uma técnica de baixo risco e muito eficiente para prevenção de anomalias e determinação das soluções de prevenção mais eficazes em termos de custos. Palady complementa que o FMEA oferece uma abordagem estruturada para avaliação, condução e atualização do desenvolvimento de projetos e processos em todas as disciplinas da organização.

Conforme Palady (2004), todos os processos relativos ao FMEA devem conter as informações básicas, de acordo com a Figura 4.

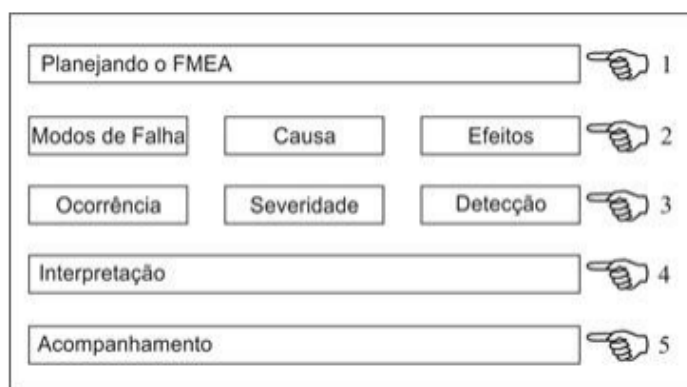


Figura 4- Fases do FMEA  
Fonte: Palady (2004).

Sendo desta forma necessário a construção de uma planilha para contemplar essas informações, conforme modelo da Figura 5.

FMEA – ANÁLISE DE EFEITOS E MODOS DE FALHA										
Processo de fabricação Produto: Tipo: Cor:		Fábrica Gestor: Gerente: Operador: Auxiliar:		Documentos afetados			Página 1 de Original:			
Função	Modo de falha	Efeito	Severidade	Causa	Ocorrência	Controle	Detecção	RPN	Ação recomendada	Status

Figura 5- Planilha FMEA  
Fonte: Palady (2004).

A primeira coluna, conforme Palady (2004), deve ser preenchida com a informação do que processo ou o serviço deverá fazer (Função). A segunda coluna demanda a relação dos modos de falha, ou seja, como pode deixar de desempenhar suas funções. A terceira

coluna contém a informação de qual é o impacto de cada modo de falha no cliente (Efeito). Na quarta, sexta e oitava coluna, devem ter os graus em relação às escalas de severidade, ocorrência e detecção. Estes graus são determinados pela equipe e devem ser multiplicados para se obter o valor denominado RPN, localizado na nona coluna, que indica a criticidade deste item. Na quinta coluna, são descritos os motivos da ocorrência dos modos de falha. Na sétima coluna, são descritas as formas de controle, como identificar e eliminar os modos de falha. As ações sugeridas para prevenir as anomalias são descritas na décima coluna, e na décima primeira coluna, coloca-se o status das ações sugeridas.

Os valores mais altos na coluna RPN (coluna 9) são as falhas prioritárias a serem tratadas.

### 2.3.3 CAPDo (*Check, Action, Plan, Do*)

Conforme Bormio et al (2005) CAPDo é uma metodologia utilizado no TPM para eliminação de perdas através de grupos de melhorias. A metodologia possui 7 (sete) etapas. Pode-se definir CAPDo como:

C= *Check* (verificação)- Verificação detalhada entre o esperado e como está atualmente.

A= *Action* (Ação)- Etapa de análise das causas dos problemas.

P= *Plan* (Planejar)- Etapa de fazer um plano de desenvolvimento, com o que, quem como e quando.

Do= *Do* (Fazer)- Etapa de implantação das ações.

O ciclo CAPDo com suas 7 (sete) etapas é representado na figura abaixo, conforme Bormio et al (2005):

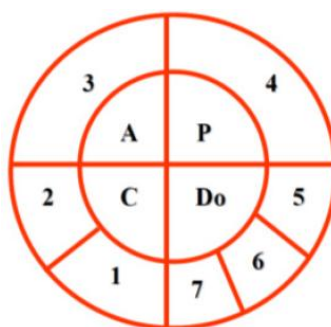


Figura 6- Ciclo CAPDo e suas 7 etapas  
Fonte: Bormio et al (2005).

A descrição das atividades das 7 (sete) etapas do CAPDo, conforme Bormio et al (2005), são:

Quadro 1- Etapas do CAPDo

	Etapa	Descrição
C	1	Diagnóstico da situação anterior
	2	Inconveniências e disposições
A	3	Análise das causas
P	4	Planejamento das ações
Do	5	Implantação das ações
	6	Verificação dos resultados
	7	Consolidação dos resultados

Fonte: Bormio et al (2005).

Etapas do CAPDo, a serem implantadas, conforme Bormio et al (2005):

Etapa 1- Diagnóstico da situação anterior: Verificar o quanto a situação atual está diferente da ideal; utilizar ferramentas como 5W1H (*what*- o que, *where*- onde, *when*- quando, *who*- quem, *why*- por quê e *how*- como) para caracterizar o problema; elaborar um painel inicial de atividade do grupo de melhoria; fazer cronograma com prazos de cada etapa e definir o fenômeno.

Etapa 2- Inconveniências e disposições: fazer levantamento das inconveniências mesmo que causem pequenas influências; realizar ações corretivas imediatas; controlar as ações pendentes; aplicar a ideia de simplificação; desenvolver a conscientização sobre o que é melhoria e porquê aplicar; reverter postura de tolerância e pequenos problemas.

Etapa 3- Análise de causa: utilizar ferramentas de análise de causas para identificar as causas raízes, como: 5 “por quês”, Ishikawa, *Brainstorming*; levantar hipóteses e verificar todas no local de trabalho e fazer ações para corrigir os problemas.

Etapa 4- Planejamento das ações: Fazer plano de ações utilizando o 5W1H; verificar prazo limite de conclusão das etapas; contemplar eventuais inconveniências pendentes e dividir atividades entre o grupo (acompanhamento das ações).

Etapa 5- Implantação das ações: Executar planos de ações; acompanhar avanço das ações e se estão conforme planejado; em caso de alteração de prazos, alinhar com todos do grupo e evidenciar a implantação de cada melhoria.

Etapa 6- Verificação dos resultados: Verificar se os resultados atingidos estão conforme metas estabelecidas; caso não tenham sido atingidas, retomar a Etapa 3 e melhorar a análise e verificar necessidade de rever metas.

Etapa 7- Consolidação dos resultados: Estabelecer medidas para prevenir a recorrência dos problemas e manter os resultados ao longo do tempo; estabelecer padrões, incluindo rotinas de inspeção e verificação; revisar padrões; elaborar treinamentos através de LPP (Lição Ponto a Ponto) para cada melhoria implantada; divulgação; fazer fechamento com resumo das atividades e reconhecimento do grupo de melhoria.

### **2.3.4 PDCA (*Plan, Do, Check, Action*)**

Segundo Campos (2014), o PDCA é um método para a prática do controle e melhoria, sendo: *Plan* (Planejamento), *Do* (Execução), *Check* (Verificação) e *Action* (Atuação corretiva).

Quando aplicado para melhoria, segundo Campos (2014), o plano de ação consta em relação a uma meta, o qual seria o seu problema a ser resolvido (como atingir a meta?), não sendo assim apenas a repetição do ciclo, o que se aplica quando se é utilizado apenas como controle. Segundo Campos (2014) as etapas são:

*Plan*- Planejamento: estabelecer metas para os itens de controle; estabelecer método para atingir as metas.

*Do*- Execução: Educar e treinar e executar as tarefas conforme planejado.

*Check*- Verificação: Comprovar se os resultados desejados foram alcançados.

*Action*- Atuação Corretiva: Corrigir os desvios encontrados fazendo correções definitivas para que o problema não retorne.

O PDCA é definido como um ciclo, o qual deve estar presente para manter o controle ou promover melhorias, para isso sua representação é conforme figura abaixo:

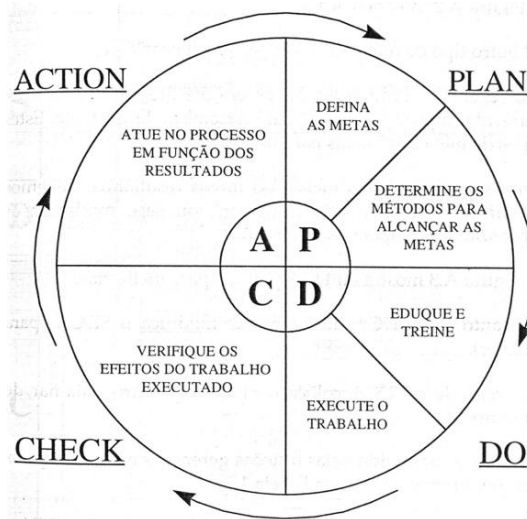


Figura 7- Ciclo PDCA  
Fonte: Campos (2014).

### 2.3.5 Smed (*Single Minute Exchange of Die*)

Segundo Shingo (2008) a metodologia SMED (*single minute exchange of die*) ou TRF (Troca Rápida de Ferramentas), tem como sua principal referência a utilização para redução dos tempos de *setup* de máquinas.

Conforme Shingo (2008) a metodologia enfatiza a separação e a transferência de elementos do *setup* interno para o *setup* externo, e depois a redução dos mesmos, sendo *setup* interno o conjunto de atividades realizadas com a máquina parada, e *setup* externo o conjunto de operações realizadas com máquina em funcionamento.

Na Figura abaixo, Shingo (2008) faz uma representação figurada do SMED contendo os estágios conceituais e suas respectivas técnicas.



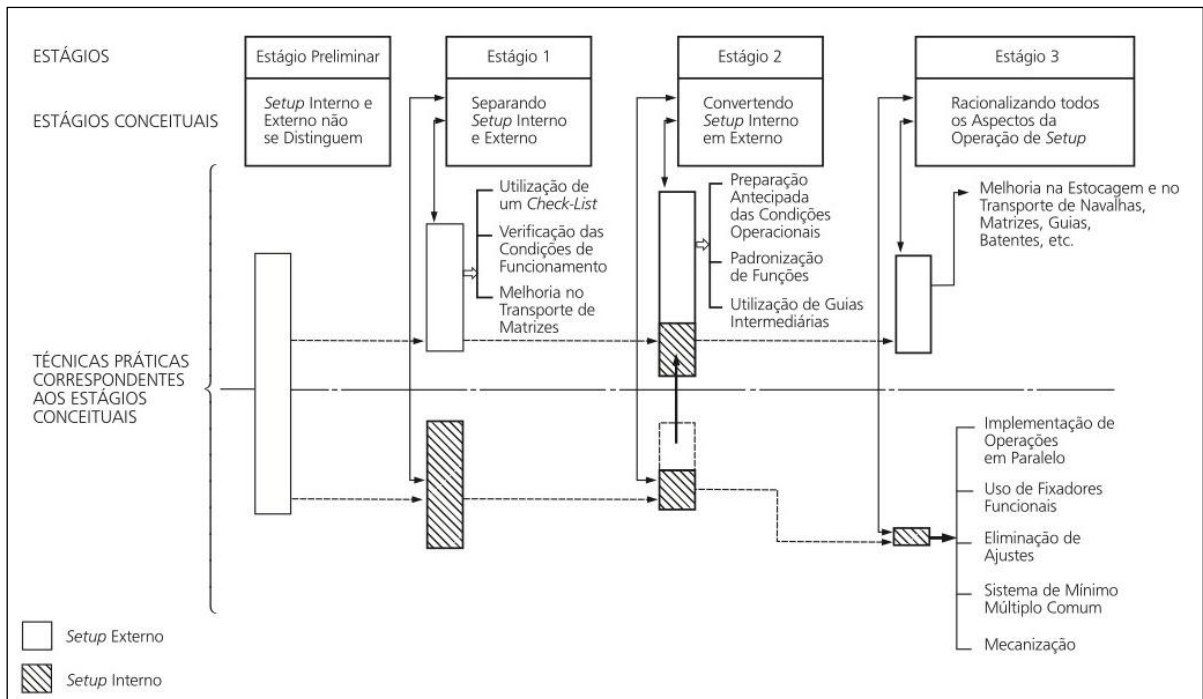


Figura 8- Estágios Conceituais e Técnicas Práticas

Fonte: SHINGO (2008).

O desenvolvimento e o aprimoramento desta metodologia deram-se por meio de quatro estágios conceituais descritos abaixo por Shingo (2008).

1- Estágio Preliminar: neste estágio inicial, não é realizada nenhuma distinção de *setups* interno e externo, apenas uma observação de como tradicionalmente a operação é realizada.

2- Estágio 1: separar as atividades em *setup* interno e externo é um dos passos mais importantes.

3- Estágio 2: para possibilitar a redução de tempo que a máquina ou equipamento permanecem inevitavelmente parados, no segundo estágio deve se analisar a operação de *setup* atual e determinar se alguma outra atividade pode ser convertida de *setup* interno para *setup* externo.

4- Estágio 3: É indicado que as operações de ajustes e a linearização dos métodos de fixação sejam eliminadas no estágio 3. Este estágio também preza por uma análise detalhada de cada atividade da operação de *setup* e por tentar converter o máximo possível em *setup* externo.

### 2.3.6 5 “Por quês”

Conforme Fonseca e Miyake (2006), a utilização dos 5 “Por Quês” consiste em questionar “por quê?” repetidamente, para assim identificar a causa raiz do problema. Não é necessário questionar 5 vezes para achar a causa raiz, antes disso a causa pode ser identificada.

Os 5 “Por Quês”, segundo Fonseca e Miyake (2006) é uma ferramenta prática que possibilita descobrir a causa raiz de um problema, determinar o relacionamento entre as diferentes causas raízes, sem utilização de técnicas complexas. Os 5 Por Quês são muito úteis para as anomalias que envolvem fatores humanos e interações e no dia-a-dia dos negócios.

### 2.3.7 5S

Conforme Gavioli et al. (2009), o programa 5S, tem como objetivo melhorar o ambiente de trabalho, proporcionando assim a qualidade de vida, de serviço e abrindo portas para implantação de outros programas na empresa. Sua implantação é determinada diretamente pelo comportamento das pessoas. Possui esse nome por se tratar de 5 sentidos, sendo assim os 5 passos de implantação, que conforme Gavioli et al. (2009), são:

Quadro 2- Sentidos do 5S

<b>Senso</b>	<b>Significado</b>
<i>Seiri</i>	Senso de utilização, seleção, descarte, classificação, organização.
<i>Seiton</i>	Senso de Ordenação, arrumação, layout, organização.
<i>Seiso</i>	Senso de limpeza, inspeção, zelo
<i>Seiketsu</i>	Senso de asseio, saúde, higiene, padronização, sistematização.
<i>Shitsuke</i>	Senso de disciplina, autodisciplina, autocontrole, respeito

Fonte: Gavioli et al (2009)

*Seiri*: é saber utilizar sem desperdiçar. Uma melhor maneira de se aplicar é separando o que é necessário e o que é desnecessário.

*Seiton*: é saber arrumar para facilitar o acesso e a reposição das coisas. Uma melhor maneira de praticar é definindo um lugar para cada coisa.

*Seiso*: é saber usar sem sujar. O usuário deve se sentir responsável pela limpeza do local.

*Seiketsu*: é procurar fazer o asseio permanente do ambiente. As três melhorias conquistadas com os sentidos anteriores devem ser mantidas e aperfeiçoadas.

*Shitsuke*: é cumprir rigorosamente o que for estabelecido, respeitar o próximo, ter autodisciplina.

## 2.4 Indicadores PQCDSM

Conforme Suzuki (1994), os resultados alcançados com a aplicação da Metodologia TPM podem ser medidos através dos indicadores PQCDSM, que são referentes a: Produção (P), Qualidade (Q), Custo (C), Entrega (D- *delivery*), Segurança (S) e Moral (M).

Para Produção, Suzuki (1994) aponta como possíveis indicadores:

- Produtividade de trabalho aumentada.
- Produtividade de equipamento aumentada.
- Produtividade de valor agregado aumentada.
- Rendimento de produto aumentado.
- Taxa de operação da fábrica aumentada.
- Número de empregados reduzido.

Para Qualidade:

- Taxa de defeito de processo reduzida.
- Reclamações de clientes reduzidas.
- Taxa de refugo reduzida.
- Custo de contra medidas de qualidade e defeito reduzido.
- Custos de reprocesso reduzidos.

Para Custo:

- Horas de trabalho de manutenção reduzidas.
- Custos de manutenção reduzidos.
- Custos de recursos reduzidos (consumo unitário diminuído).
- Economia de energia (consumo unitário diminuído).

Para Entrega:

- Entregas atrasadas reduzidas.
- Inventários de produtos reduzidos.
- Taxa de giro de inventário aumentada.
- Inventário de partes sobressalentes reduzido.

Para Segurança:

- Número de quebras acidentais reduzido.
- Número de outros acidentes reduzido.

- Eliminação de incidentes de poluição.
- Grau de melhoria nos requisitos ambientais estatutários.

Para Moral:

- Número de sugestões de melhoria aumentado.
- Frequência de atividades de pequenos grupos aumentada.
- Número de Lição Ponto a Ponto aumentado.
- Número de irregularidades detectadas aumentado.

### 3 METODOLOGIA

O método consiste numa série de atividades sistemáticas e racionais para se buscar, de maneira confiável, soluções para um dado problema. No desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso, em especial, o método consiste na descrição precisa de todos os passos que serão tomados pelo pesquisador, segundo Lakatos e Marconi (2000).

A empresa a ser estudada atua na área de produção de chapas e embalagens de papelão ondulado, papéis reciclados, captação e comercialização de aparas. Sendo que a unidade de estudo é localizada na região de Campinas (SP) a qual produz chapas e embalagens de papelão ondulado e possui atualmente cerca de 900 funcionários diretos.

A unidade a ser estudada é a matriz do Grupo, fundada em 1948, e é a responsável por iniciar a implantação da Metodologia TPM há nove anos, a qual já está presente em mais duas unidades do Grupo.

Para Brymam (1998), quanto à abordagem, as pesquisas podem ser classificadas em quantitativas e qualitativas, conforme características destacadas abaixo:

- Pesquisas quantitativas: os conceitos da hipótese devem ser mensuráveis e verificados; deve ser demonstrada a relação de causa-efeito na hipótese; a pesquisa deve dirigir-se para conclusões que possam ser generalizadas além dos limites restritos da pesquisa; a pesquisa deve ser capaz de ser replicada. São pesquisas que quantificam os dados e informações coletadas.
- Pesquisa qualitativa: O pesquisador analisa os fatos sob a ótica do membro interno da organização; é feita a transformação de conceitos em medidas; a pesquisa procura uma profunda compreensão do contexto da situação; a pesquisa destaca a ordem dos fatos no decorrer do tempo; o foco da pesquisa é mais desestruturado, flexível; a pesquisa normalmente adota mais de uma fonte de dados. São pesquisas que não numeram ou medem, feitas através de resenhas sobre os assuntos.

A pesquisa em questão se caracteriza como qualitativa e quantitativa, por tratar-se de um estudo fundamentado em pesquisa bibliográfica por meio de livros, sites, artigos científicos e estudos acadêmicos e por meio de histórico de resultados e indicadores da empresa estudada.

Em relação às categorias de pesquisa, de acordo com Filippini (1997), elas se dividem em:

- *Survey*: uso de instrumento de coleta de dados único (em geral um questionário), aplicado a amostras de grande tamanho, com o uso de técnicas de amostragem e análise e inferência estatística.

- Estudo de Caso: análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e presença da interação entre pesquisador e objeto de pesquisa.
- Modelagem: uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de parte de um sistema produtivo.
- Simulação: uso de técnicas computacionais para simular o funcionamento de sistemas produtivos a partir de modelos matemáticos.
- Estudo de Campo: outros métodos de pesquisa (principalmente de abordagem qualitativa) ou presença de dados de campo, sem estruturação formal do método de pesquisa da mesma.
- Experimento: estudo da relação causal entre duas variáveis de um sistema com condições controladas pelo pesquisador.
- Teórico: discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais.

Desta forma, na pesquisa foi adotado o método de Estudo de Caso, o que será feito através de análise e acompanhamento da aplicação da metodologia TPM na empresa de embalagens da região de Campinas (SP), na qual há a interação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa.

As questões que a pesquisa deve responder são: a implantação da Metodologia TPM pode trazer ganhos significativos para uma empresa de embalagens de papelão ondulado? Quais os ganhos com a implantação da metodologia? Quais as principais ferramentas, conceitos ou metodologias que podem ser utilizadas para auxílio da implantação do TPM?

Para responder tais questões, o trabalho será estruturado da seguinte maneira:

- 1- Referência teórica sobre a metodologia TPM.
- 2- Referência teórica sobre os Pilares que sustentam a Metodologia TPM e suas etapas de implantação.
- 3- Referência teórica das principais ferramentas, metodologias e conceitos na aplicação da Metodologia TPM.
- 4- Estudo e registro da implantação dos Pilares em uma empresa de embalagem de papelão ondulado.
- 5- Ganhos da empresa com a utilização da metodologia.
- 6- Demonstração dos resultados de um Grupo de Melhoria desenvolvido através do Pilar Melhoria Específica na empresa utilizando a metodologia Smed.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Estudo de caso

#### 4.1.1 A empresa

Segundo ABPO (Associação Brasileira de Papelão Ondulado), o papelão ondulado foi criado no século 19, na Inglaterra, inicialmente para proteção interna de chapéus, que, devido as suas características logo foi adaptado para o uso em embalagens. Em 1871, o americano Albert L. Jones patenteou embalagens produzidas em papelão ondulado para envolver produtos frágeis, como garrafas de vidro. Hoje, a tecnologia do papelão ondulado oferece diversas gramaturas em composições de capa e miolo que permitem uma variedade de estruturas rígidas e, ao mesmo tempo, leves, para as mais diversas aplicações. A tecnologia da produção da embalagem de papelão ondulado evolui sempre, e suas qualidades essenciais, cada vez mais valorizadas, permanecem intactas: matéria-prima 100% reciclável, 100% biodegradável e 100% proveniente de fontes renováveis.

Segundo o estudo “*The Future of Global Markets for Corrugated Board Packaging to 2017*” (O futuro dos mercados globais para Embalagem Papelão Ondulado 2017, em tradução livre), publicado pela consultoria inglesa *Smithers Pira*, e destacado pela ABPO, o faturamento mundial da indústria de embalagem de papelão ondulado atingiu, em 2011, cerca de US\$52 bilhões. A previsão para 2017 é de um crescimento da ordem de 29%, quando a indústria mundial deverá atingir US\$ 67 bilhões.

No Brasil, as embalagens produzidas em papelão ondulado representam perto de 18% do total da produção de todos os tipos de materiais e geram cerca de 25.000 empregos diretos, com o recolhimento de mais de R\$2,5 bilhões anuais entre impostos estaduais e federais.

As embalagens de papelão ondulado são feitas de matéria prima de origem renovável, o que causa baixo impacto ambiental em todos os estágios do ciclo de vida. Toda embalagem de papelão ondulado pode ser reciclada e novamente utilizada na fabricação de novas embalagens, sendo assim a melhor opção sustentável de embalagem existente hoje.

O Grupo empresarial do caso estudado é formado por sete unidades localizadas nos estados de São Paulo, Paraná e Bahia, que, conforme apresentado no item 3, atua nas áreas de produção de chapas e embalagens de papelão ondulado, papéis reciclados, captação e comercialização de aparas, classificada como uma empresa de médio porte. Sendo que suas unidades de produção de embalagens são: uma unidade no Estado da Bahia e uma no Estado de São Paulo; de produção de papéis: uma no Paraná e uma na

Bahia; de comercialização de aparas: uma na Bahia e um Escritório de Vendas em São Paulo.

A empresa foi fundada em 1948, sendo sua primeira unidade na região de Campinas (SP) e com mais de 50 anos de atuação ocupa atualmente no sexto lugar do setor no país, empregando no total, cerca de 2050 colaboradores diretos. Durante todos esses anos a empresa passou por diversas etapas de evolução:

1948- fundação da empresa com capacidade produtiva mensal de 40 toneladas de papelão pardo.

1961- a atual administração assumiu o controle da empresa e instalou, no período de pouco mais de um ano, novos e modernos equipamentos para o início da produção de papel para embalagens.

1970- iniciou-se um grande salto tecnológico com a aquisição de sua primeira onduladeira (máquina que transforma papel em chapas de papelão ondulado), com capacidade para produzir 20 metros de papelão ondulado por minuto.

1997- a empresa construiu uma 2ª unidade fabril dotada de uma nova onduladeira, cinco impressoras (máquinas que transformam chapas em embalagens), sistema de roletes e linha automatizada, aumentando sua capacidade de produção.

2004, 2005- em 2004 e 2005, foram adquiridas as fábricas de papéis nos Estados da Bahia e Paraná.

2006- investiu no mercado de captação de aparas, adquirindo um depósito na Bahia, para esse fim.

2013- o complexo industrial do Grupo ganhou mais um reforço com a aquisição de uma fábrica de embalagens de papelão ondulado localizada na Bahia.

A empresa sempre focou na qualidade do atendimento a seus clientes e suas necessidades, sendo reconhecida no mercado por isso. Visando adequar os métodos de trabalho às necessidades de seus clientes, possui na unidade da região de Campinas (SP) as certificações das normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e padrão FSC-STD-40-004. Na unidade da Bahia de embalagens possui certificação na Norma NBR ISO 9001 e padrão FSC-STD-40-004. Na unidade da Bahia de papéis possui certificação padrão FSC®. Também aplica a Metodologia TPM nas unidades do Estado de São Paulo, Papéis e Embalagens da Bahia.

A unidade do Estudo de Caso é a localizada na região de Campinas, no Estado de São Paulo, a qual é a Matriz do Grupo e possui maior desenvolvimento em certificações e aplicação de Programas de Melhoria Contínua, visando a sobrevivência da empresa, conforme abaixo.



A primeira certificação da unidade estudada foi a NBR ISO 9001:2008, em 2002. A ABNT NBR ISO 9001 é a versão brasileira da norma internacional ISO 9001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma organização. O objetivo da ABNT NBR ISO 9001 é prover confiança de que o fornecedor poderá fornecer, de forma consistente e repetitiva, bens e serviços de acordo com o especificado, por isso para grande parte dos clientes é considerado padrão mínimo para qualificar a empresa como fornecedora.

A segunda certificação na unidade foi o padrão FSC-STD-40-004, em 2010. O padrão FSC (*Forest Stewardship Council* – Conselho de Manejo Florestal) é uma organização independente, não governamental, sem fins lucrativos que identifica, através de sua logomarca, produtos originados do bom manejo florestal, o qual é exigência de muitos clientes e um grande diferencial.

A terceira certificação na unidade estudada foi a NBR ISO 14001:2004, em 2012. A ABNT NBR ISO 14001 é a versão brasileira da norma internacional ISO 14001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) de uma organização, permitindo desenvolver e implementar uma política e objetivos que levem em conta os requisitos legais e outros requisitos por ela subscritos e informações referentes aos aspectos ambientais significativos. Ultimamente essa certificação também está se tornando para muitas empresas, o padrão mínimo para qualificar um fornecedor.

Também é desenvolvido o Programa de Melhoria Contínua, desde 1999, que estimula a geração de projetos de otimização apresentados por grupos de colaboradores de diferentes áreas, para identificar e desenvolver melhorias nos serviços e processos da empresa, visando a obtenção de desempenho e serviços cada vez mais eficientes.

Como parte do Programa de Melhoria Contínua a empresa implanta a metodologia TPM desde 2005, com a finalidade de aumentar a eficiência, reduzir custos, aumentar a qualidade dos produtos e serviços, aumentar a confiabilidade dos equipamentos, aumentar o desenvolvimento dos funcionários, entre outros diversos ganhos que a metodologia pode trazer de forma a garantir a sobrevivência da empresa através da Qualidade Total.

Um outro Programa de Melhoria Contínua é o Programa de Sugestões, o qual é um canal de comunicação entre os colaboradores e a empresa, que permite a manifestação das pessoas sobre sugestões de melhorias em todos os processos da empresa.

O Departamento de Gestão da Qualidade e Meio Ambiente da empresa é responsável por acompanhar e orientar as áreas sobre as exigências das Normas e Padrões, coordenar o Programa de Melhoria Contínua, o qual contempla a metodologia TPM e o Programa de Sugestões. O estudo de caso foi auxiliado por funcionários deste setor.

## **4.1.2 Estado Atual**

### **4.1.2.1 Baixa eficiência**

A empresa do estudo de caso sempre foi reconhecida por proporcionar excelentes serviços e produtos a seus clientes, sendo um dos objetivos da mesma, permanecer entre as primeiras do ramo em relação a confiabilidade e flexibilidade.

Com o tempo, percebeu-se que esse objetivo estava comprometido devido a sua baixa eficiência e falta de confiabilidade nos equipamentos, ou seja, as máquinas não produziam a quantidade, com velocidade e qualidade desejada, além de muitas perdas internas (refugos). O desempenho da fábrica não estava satisfatório em relação ao mercado e na visão da Direção.

Esses problemas e a concorrência acirrada fizeram com que a empresa, que já possuía o Programa de Melhoria Contínua, buscasse soluções para continuar atendendo seus objetivos perante o cliente. Foi então que o Presidente atuante na época apresentou uma nova metodologia que havia conhecido durante uma visita a empresas do Japão e Coréia na década de 90, a Metodologia TPM.

Uma equipe selecionada estudou a Metodologia TPM, procurou referências no mercado e quais os resultados que a mesma poderia trazer, encontrando nela uma forma de gestão que proporciona diversos ganhos e ajudaria a empresa permanecer a ser reconhecida no mercado.

A implantação da metodologia, conforme estudos, proporcionava ainda maiores ganhos dos que inicialmente esperados, possibilitando a visualização das causas de diversos problemas, além de entender que existiam muito mais oportunidades de melhorias do que os vislumbrados anteriormente.

### **4.1.2.2 Tempo de *setup***

Como visto no item 2, para a implantação da Metodologia TPM, os Pilares devem estudar e desenvolver os assuntos de maneira adequada à realidade da empresa. Como parte do desenvolvimento, está o estudo e aplicação de algumas ferramentas e metodologias.

Uma das ferramentas utilizadas pelo Pilar de Melhoria Específica para reduzir perdas é o Smed, com o objetivo de reduzir os tempos de *setups* das máquinas. O tempo de *setup*

é desperdício na visão de qualquer empresa, sendo o tempo perdido entre o término de um pedido e começo de outro para ajustes nas máquinas.

Durante o ano, foi acompanhado o estudo de Redução de *Setup* em uma máquina da empresa utilizando essa ferramenta, essa máquina será denominada como Máquina P, que possui a função de transformar chapas de papelão ondulado em embalagens.

A implantação do TPM proporciona a criação de diversos Grupos de Melhoria Contínua, nos quais os próprios operadores estudam para entender os problemas e propor ações para resolvê-los, como no caso acompanhado.

### **4.1.3 Análise do problema**

#### **4.1.3.1 Causas da Baixa Eficiência**

Conforme apresentado no item 4.1.2.1. a causa principal para a empresa procurar alternativas para não ser superada pelos seus concorrentes é a baixa eficiência. Para se entender as causas da baixa eficiência e outros problemas direta ou indiretamente relacionados a empresa começou a utilizar os indicadores PQCDSM, conforme apresentado no item 2. Alguns dos indicadores utilizados pela empresa para buscar suas possíveis falhas foram:

- Índice médio anual de Rendimento Global da Produção (OEE) da área Conversão, antes do TPM: 19,2%.
- Quantidade de Quebras de máquinas no ano, antes do TPM: 397.
- Média anual de % de corretiva (tempo de intervenção da manutenção corretiva dividido pelo tempo de carga), antes do TPM: 2,84%
- % de desenvolvimento dos colaboradores (nível de desempenho conforme Matriz de Competência Técnica de 2007): 68%.
- % de pedidos entregues fora de data (pedidos entregues fora da data dividido pelo total entregue), antes do TPM: 0,39%.

Com o levantamento das informações iniciais, a empresa observou que a baixa eficiência era causada por diversos motivos, sendo os principais: falta de confiabilidade das máquinas, baixo desempenho das máquinas, baixa disponibilidade da máquina, baixo desenvolvimento dos colaboradores e pouca dedicação a manutenção planejada (foco principal era a manutenção corretiva).

### 4.1.3.2 Causas do índice de tempo de *setup*

O *setup* é considerado uma perda pois poderia ser um tempo dedicado à produção, mas cada vez mais está aumentando a quantidade de vezes que deve ser feito, devido ao trabalho em diminuir os estoques feito pelos clientes, os quais fazem mais pedidos, mas em menores quantidades. As empresas que mais sentem isso são as de embalagens, devido o tempo de inserção do pedido até a entrega do mesmo ser pequeno, assim o cliente mantém pouco estoque, mas faz pedido com maior frequência. Devido não ser possível diminuir a quantidade de *setups*, a empresa deve trabalhar o tempo gasto com o mesmo.

O estudo das causas da Máquina P possuir alto índice de tempo de *setup* foi feito através do Grupo de Melhoria com os funcionários da máquina, sendo as principais causas verificadas pelo Grupo: atividades mal distribuídas e oportunidades de melhorias em relação a máquina para facilitar ajuste e limpeza.

Índice de tempo de *setup* da máquina P antes do estudo: 12 minutos.

## 4.2 Análise dos Resultados

### 4.2.1 Resultados para Baixa Eficiência

A metodologia apresentada pelo Presidente da empresa foi implantada, inicialmente, com o auxílio de uma Consultoria. A empresa consultora trouxe a sua interpretação das etapas de metodologia TPM, chamando-a de “Gestão da Performance Total”, mantendo a visão de atingir os objetivos através de melhoria nos ativos da empresa, conforme representação abaixo:

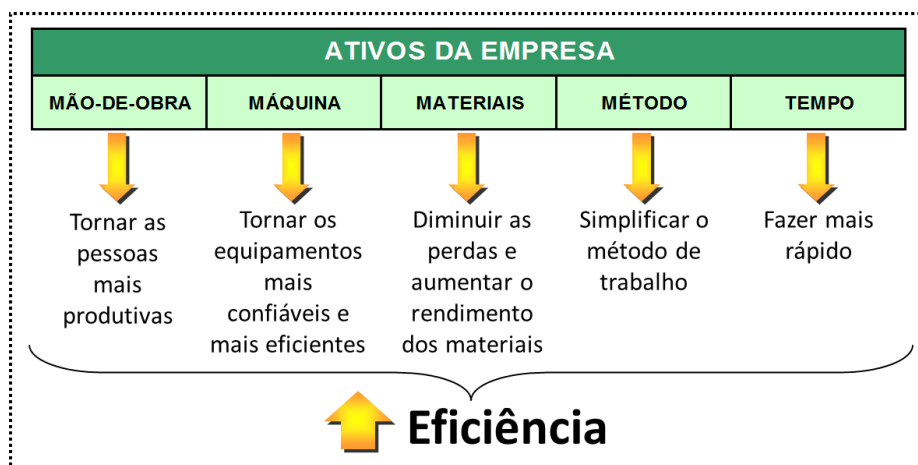


Figura 9- Ativos da empresa e os objetivos TPM

Fonte: Dados da pesquisa

A estruturação para implantação da metodologia seguiu a representação abaixo, a qual demonstra como funciona a estrutura de implantação da Metodologia em relação a estrutura da empresa:

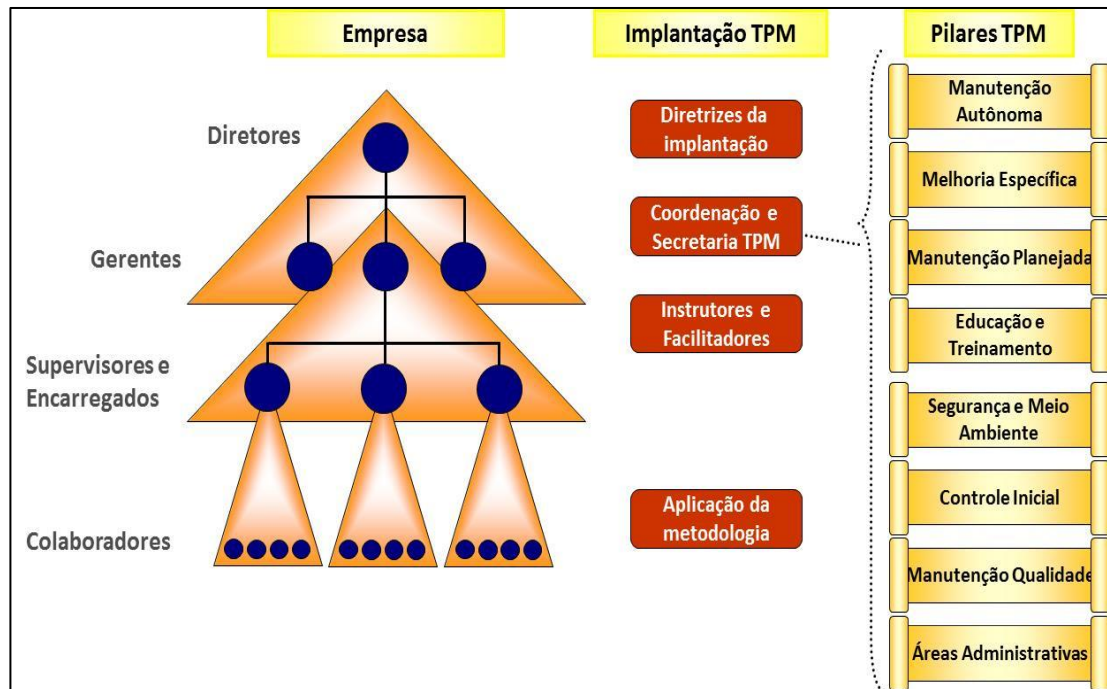


Figura 10- Estrutura de implantação TPM

Fonte: Dados da pesquisa

Ou seja, as responsabilidades são: a Direção deve definir as Diretrizes de implantação, através de reuniões com um grupo chamado Conselho Executivo, que é composto pela Diretoria e pelo menos um representante da Secretaria TPM, que no caso da empresa do estudo de caso é o Coordenador da Secretaria. Os Gerentes são os membros da Secretaria e/ou são os responsáveis por definir essas pessoas, o que, no caso da empresa do estudo de caso, é um misto, há um gerente e demais membros são funcionários da área de Gestão da Qualidade. A Secretaria e Coordenação TPM acompanham os Pilares e desdobram as Diretrizes do Conselho Executivo de forma que os membros dos Pilares desenvolvam suas etapas no tempo estipulado e buscando os resultados desejados. A capacitação dos Pilares também é feita pela Secretaria e Coordenação TPM. Os Supervisores e Encarregados são capacitados para serem Instrutores e Facilitadores TPM em suas áreas, de forma a terem a responsabilidade de desenvolver seus funcionários e de verificar se a aplicação da Metodologia TPM realmente está sendo seguida em seu setor, recebendo para isto, o auxílio dos membros dos Pilares.

Após a definição das Diretrizes, a Coordenação e Secretaria TPM fizeram o planejamento e capacitação dos Instrutores e os Facilitadores TPM, então estruturando os Pilares. Os primeiros Pilares a serem implantados foram os Pilares considerados básicos, que são: MA, MP, ME e ET.

Todo Pilar é composto por um grupo de pessoas escolhidas estrategicamente na empresa e que tem como função estudar a metodologia e melhor forma de desenvolvê-la. As atividades dos membros dos Pilares são caracterizadas como um ciclo PDCA, ou seja, as atividades são contínuas, sempre verificando a eficácia do que foi desenvolvido e corrigindo se necessário, conforme ilustração abaixo:

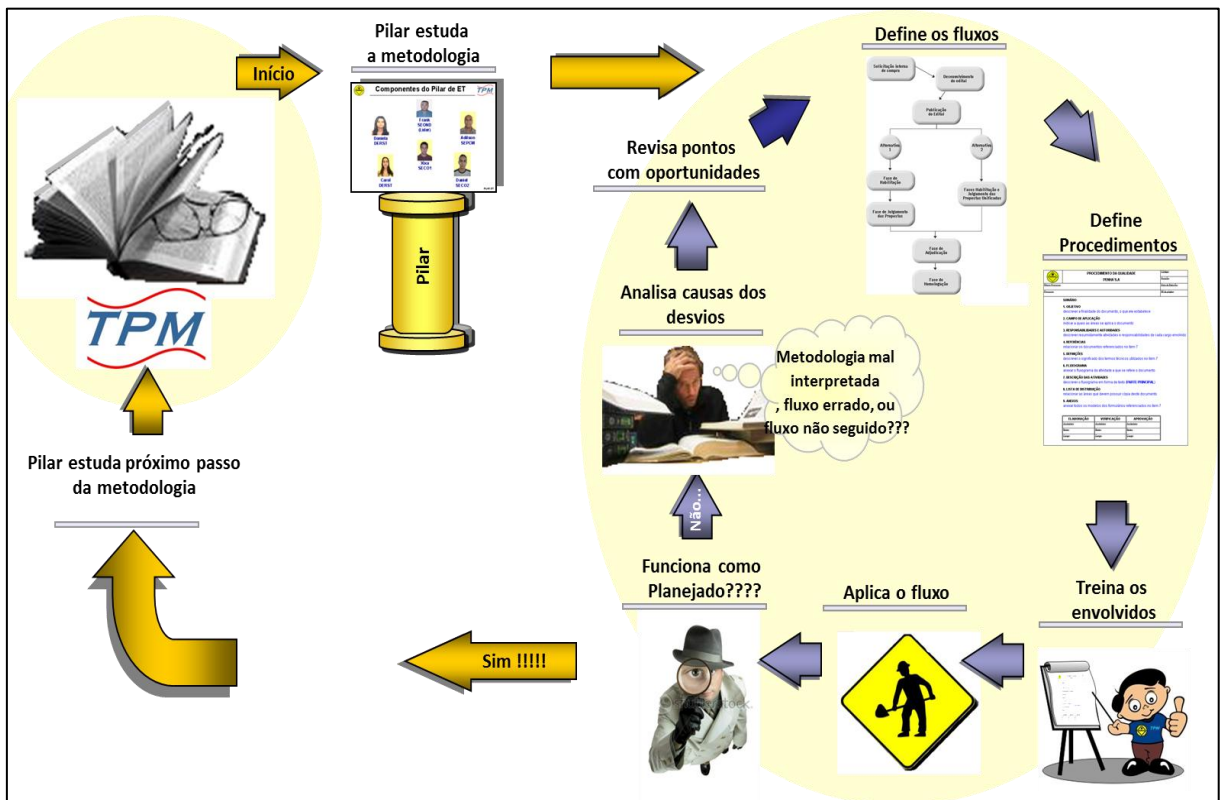


Figura 11- Fluxo de atividades dos Pilares TPM  
 Fonte: Dados da pesquisa

Através da Diretriz foi elaborado um *Master Plan* pela Coordenação e Secretaria TPM, que se caracteriza como um plano de atividades para se atingir os objetivos desejados pelo Conselho Executivo.

Após a aplicação dos Pilares básicos nos equipamentos pilotos em 2005 e 2006 para aprendizado e melhor entendimento da Metodologia pela Secretaria TPM, em 2006 foi então feito o evento para se dar o chamado *Kick-off* (“pontapé inicial”), ou seja, o lançamento do TPM para toda a empresa oficialmente.

A implantação foi feita inicialmente em 2006 com os Pilares básicos: Manutenção Autônoma, Melhoria Específica, Manutenção Planejada e Educação e Treinamento. Apenas em 2008, iniciou-se a implantação dos demais Pilares: Segurança e Meio Ambiente, Controle Inicial, Manutenção da Qualidade e Áreas Administrativas.

Durante a implantação dos Pilares, o cronograma das etapas foi alterado diversas vezes, devido a algumas dificuldades encontradas no desenvolvimento, como: perda do trabalho já desenvolvido (exemplo disso foi a necessidade de refazer o 5s nas máquinas em 2015); falta de empenho dos membros dos Pilares em desenvolver a metodologia; falta de apoio/ maior cobrança às áreas e membros dos Pilares; e dificuldade de aceitação de mudanças dos colaboradores.

A consultoria já apontava esses possíveis problemas e auxiliou durante muito tempo a empresa, que começou a seguir sem consultoria a partir de 2011. Apesar dos atrasos, todos os Pilares estão sendo implantados e os membros se reúnem periodicamente para estudar a metodologia e desenvolver os próximos passos. Veja abaixo a evolução de implantação das etapas dos Pilares até 2015. As etapas abaixo apresentadas são as etapas adaptadas pela consultoria ou pela própria empresa do estudo de caso:

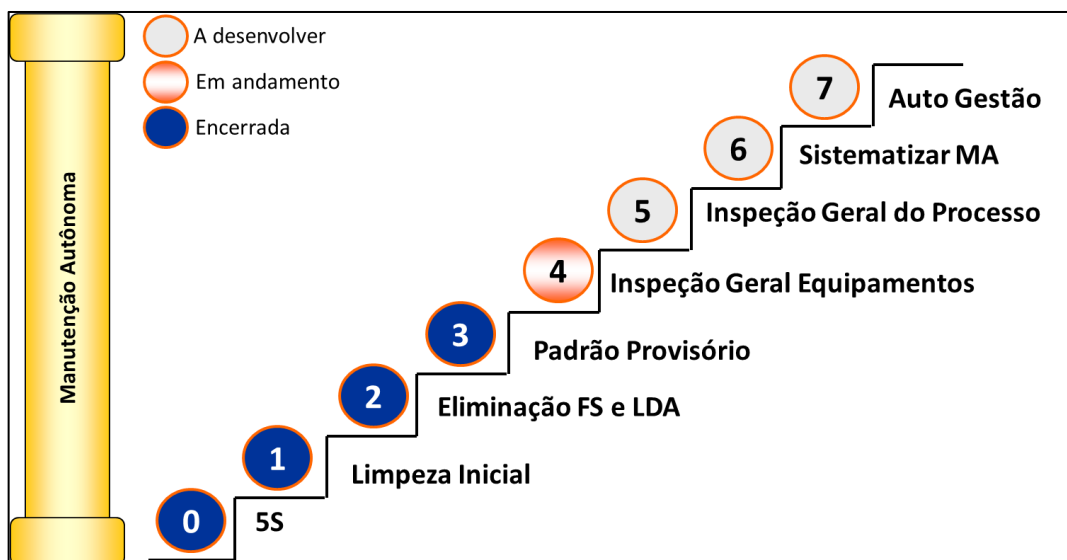


Figura 12- Evolução da implantação do Pilar MA

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Proporcionar melhorias contínuas, fazendo uso adequado das ferramentas de gestão, contribuindo com o aprendizado autônomo, buscando a eficácia e otimização dos processos produtivos.

O diferencial da implantação deste Pilar em relação ao encontrado na bibliografia é em relação a etapa 0 (zero), que seria a implantação do conceito 5S antes da implantação das demais etapas. Ela é aplicada no início para criação da cultura de melhorar o ambiente de trabalho.

As etapas 5, 6 e 7, apesar de serem apresentadas com nomes diferentes do que as encontradas na bibliografia, seguem o mesmo conceito. Conforme apresentado na figura, o Pilar MA na empresa está atualmente implantando a Etapa 4 em cerca de 8 equipamentos.

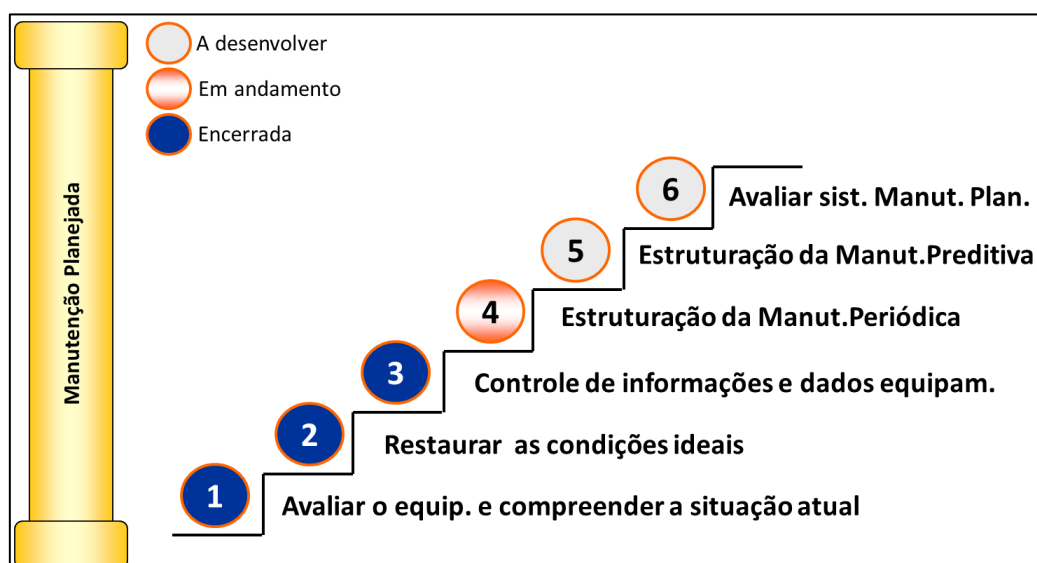


Figura 13- Evolução da implantação do Pilar MP

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Reduzir quebras e anomalias utilizando mão de obra e técnica especializadas, garantindo disponibilidade dos equipamentos, redução de refugo e controle de custos.

As etapas desse Pilar para a empresa são as mesmas encontradas na bibliografia. Atualmente o Pilar está estudando a Etapa 4, em relação a estruturação da manutenção periódica, ou seja, a Manutenção Programada. Em relação a aplicação desta etapa, neste ano foi implementado um novo sistema de controle de tempos de manutenção, atualmente em teste.



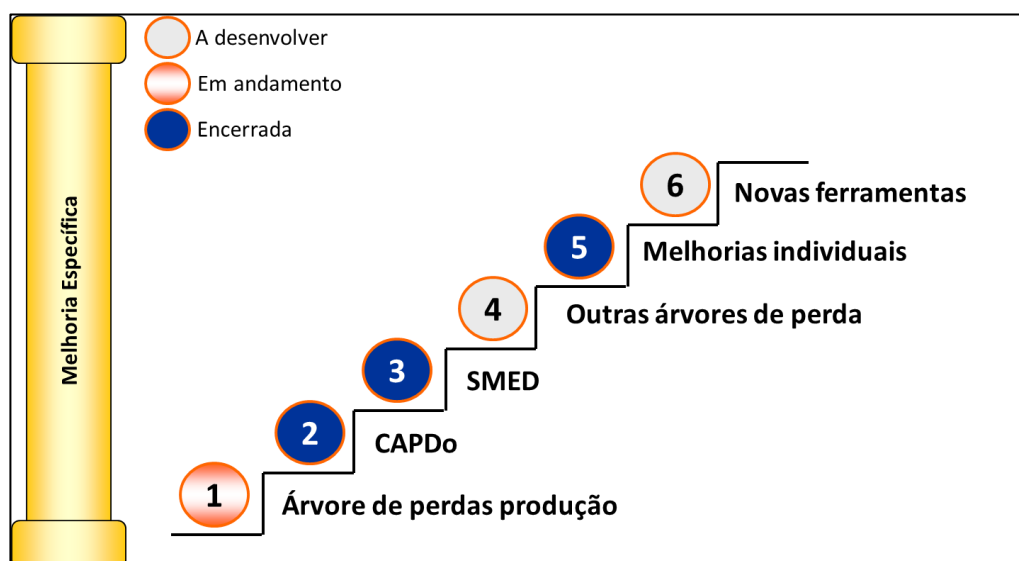


Figura 14- Evolução da implantação do Pilar ME

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Eliminar as perdas e desperdícios nos processos, maximalizando a eficiência e lucratividade dos equipamentos.

Apesar de esse ser o único Pilar que não possui etapas definidas, apenas objetivos, conforme apresentado no item 2, a empresa do estudo de caso junto da consultoria, definiu as atividades necessárias a serem desenvolvidas para este Pilar, caracterizando-as como etapas. Não é necessário seguir a ordem correta de implantação dessas etapas, que são:

1- **Árvore de Perdas**: mostrar graficamente a relação das perdas, em sua unidade de medida real (tempo, peso, entre outros), sua valoração em dinheiro; identificar as maiores oportunidades de retorno; acompanhar o resultado da eliminação das perdas.

2- **CAPDo** (*Check, Action, Plan, Do*): é uma das ferramentas que devem ser estudadas e replicadas pelo Pilar em Grupos de Melhoria para eliminação de uma perda específica identificada. Para aplicação desta ferramenta o Pilar desenvolveu formulários que auxiliam a implantação e seguem os passos apresentados no item 2.3.

3- **Smed**: técnica utilizada para redução de *setup* conforme apresentado no item 2.3, a qual deve ser estudada e repassada pelo Pilar aos funcionários para diminuição dessa perda através de Grupos de Melhoria. O Pilar desenvolveu formulários que auxiliam a implantação.

4- **Outras árvores de perdas**: estudar novas perdas na empresa.

5- **Melhorias individuais**: uma das atividades do Pilar é incentivar e criar meios de os funcionários demonstrarem suas ideias individuais, para isto a empresa já tem implantado o Programa de Sugestões, que é acompanhado pelo Pilar.

6- Novas Ferramentas: estudar e procurar novas ferramentas que auxiliem na eliminação das perdas da empresa.

Atualmente o Pilar já possui as etapas 2, 3 e 5 desenvolvidas e sendo aplicadas e a etapa 1 em desenvolvimento. As etapas 2 e 3 são aplicadas através de Grupos de Melhorias em que os membros são os próprios funcionários das máquinas.

O exemplo de grupo de melhoria que será apresentado é o que utiliza a metodologia desenvolvida neste Pilar, o Smed.

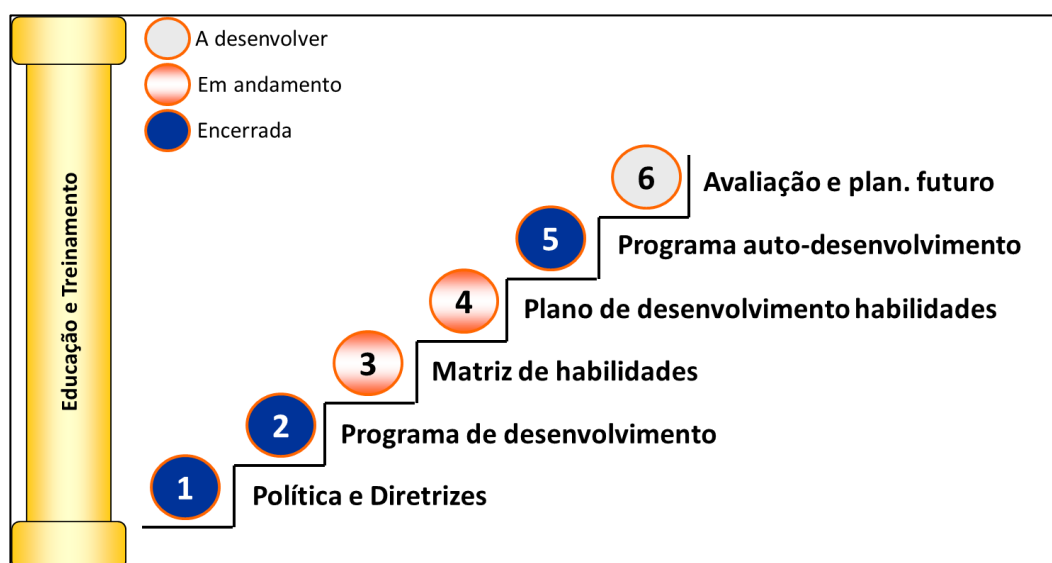


Figura 15- Evolução da implantação do Pilar ET

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Desenvolver e aplicar com consistências ferramentas que possam auxiliar os Gestores e os Colaboradores no desenvolvimento pessoal e profissional.

Para o Pilar ET as etapas implantadas são idênticas às encontradas na bibliografia. Atualmente a empresa possui as etapas 1, 2 e 5 implantadas. As etapas 3 e 4 estão em desenvolvimento. Para auxílio de implantação destas etapas, até o fim do ano a empresa implementará um sistema de gestão das habilidades. Um outro formato de avaliação das habilidades já havia sido desenvolvido anteriormente, mas não foi eficaz devido a dificuldade de utilizá-lo, principalmente para gestores com visões não alinhadas quanto aos critérios de avaliação ou com muitos subordinados a serem avaliados.

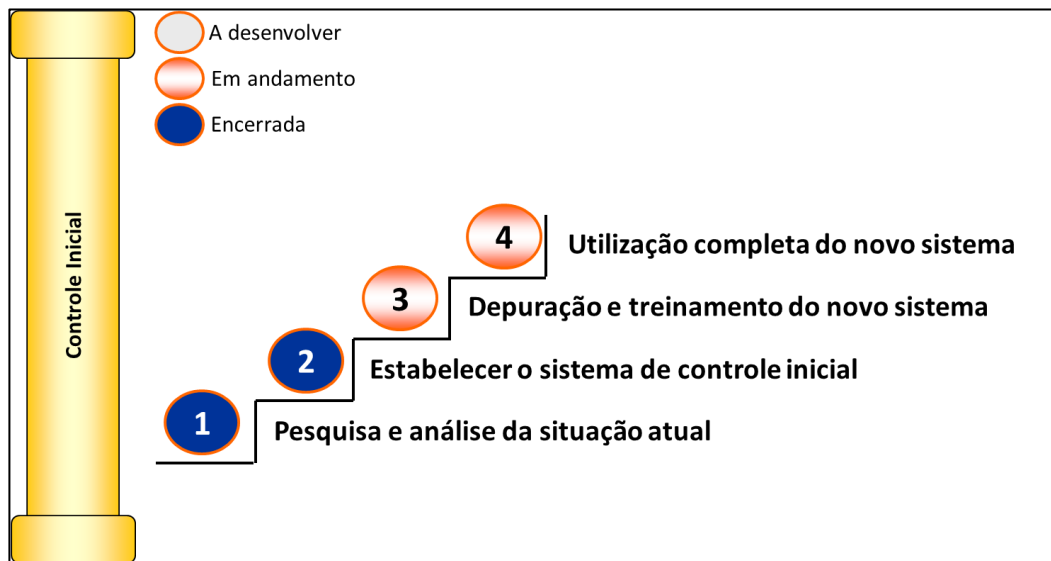


Figura 16- Evolução da implantação do Pilar CI

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: desenvolver pessoas e áreas através de estudos, aplicação de técnicas e ferramentas da metodologia TPM. Aplicar as lições aprendidas para obter projetos e produtos que atinjam custo, prazo e escopo o mais rápido possível e sem problemas.

Para o Pilar CI as etapas implantadas são idênticas as encontradas na bibliografia. O Pilar já possui implementado as etapas 1 e 2 para o fluxo de projetos e as 3 e 4 estão em andamento. O Pilar já começou a acompanhar o estudo do fluxo para melhoria nas estradas de informações para projetos de produtos, de forma a aplicar também as etapas 1 e 2.

Este Pilar tem a característica de rodar todas as etapas para cada fluxo a ser estudado, ou seja, será feito todas as etapas para o fluxo de projetos e também para o fluxo de projetos de produtos (desenvolvimento de produto).

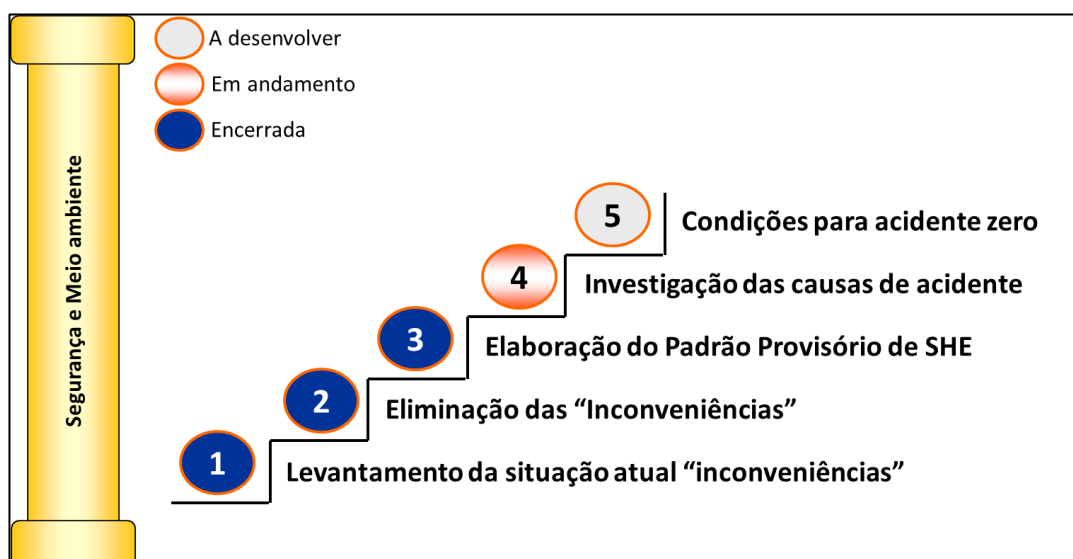


Figura 17- Evolução da implantação do Pilar SHE

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Desenvolver métodos de trabalho buscando eliminar fontes de risco, eliminando acidentes ocupacionais e ambientais.

Não foi encontrado na bibliografia as etapas de implantação do Pilar de Segurança e Meio Ambiente (SHE). As etapas adotadas pela empresa junto a consultoria são:

1- Levantamento da situação atual das inconveniências: os funcionários são treinados para identificar os riscos de acidentes e apontá-los, para isto a empresa adotou a utilização de etiquetas, como no Pilar MA, mas de cores diferentes. Também deve-se desenvolver inspeções de segurança nas áreas para identificar possíveis riscos.

2- Eliminação das inconveniências: é definido o fluxo de resolução das inconveniências, incluindo o critério de priorização.

3- Elaboração do Padrão Provisório de SHE: ter um padrão provisório de inspeção de condições de segurança para facilitar a identificação de riscos ou evitar que ocorram.

4- Investigação das causas de acidente: definir fluxo de estudo das causas de forma que os acidentes não ocorram novamente.

5- Condições para acidente zero: estabelecer condições ideais para acidente zero. Quando se fala em acidentes, inclui-se a condição de acidente ambiental.

Atualmente o Pilar possui até a etapa 3 implementada e estudando a etapa 4.

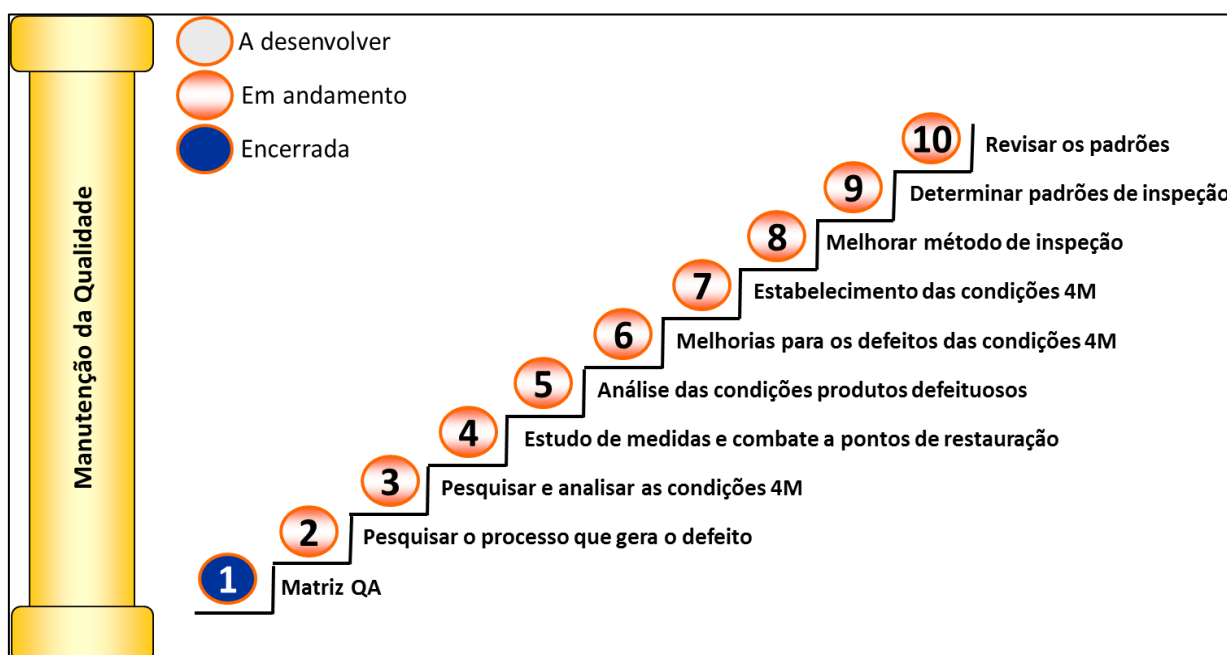


Figura 18- Evolução da implantação do Pilar MQ

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Através do estudo e aplicação da Metodologia de Manutenção da Qualidade, identificar, medir, estabelecer e controlar situações que ofereçam melhores resultados para a Qualidade dos produtos

As etapas do Pilar implantadas pela empresa com o auxílio da consultoria diferem pouco das encontradas na bibliografia, apesar de atingirem os mesmos objetivos.

Antes da etapa 2 da bibliografia, sobre análise das condições de entrada da produção, a empresa adotou outra etapa, sobre entender a Matriz QA (Qualidade Assegurada) e os processos que geram os problemas apontados nela. Já a etapa 4 da bibliografia, sobre priorização dos problemas, é encarada pela empresa como parte da etapa de estudo de medidas e combate a pontos de restauração (Etapa 4 da empresa). A Etapa 9 e 10 da bibliografia estão unidas na etapa 9 da empresa e a empresa possui uma última etapa, sobre revisar os padrões determinados na etapa 9.

A empresa já possui uma matriz QA e demais etapas em desenvolvimento. Desde o ano passado, devido a diretrizes da Diretoria Industrial, o Pilar se dedicou a priorização de eliminação de alguns defeitos de clientes críticos e atingiu ótimos resultados.

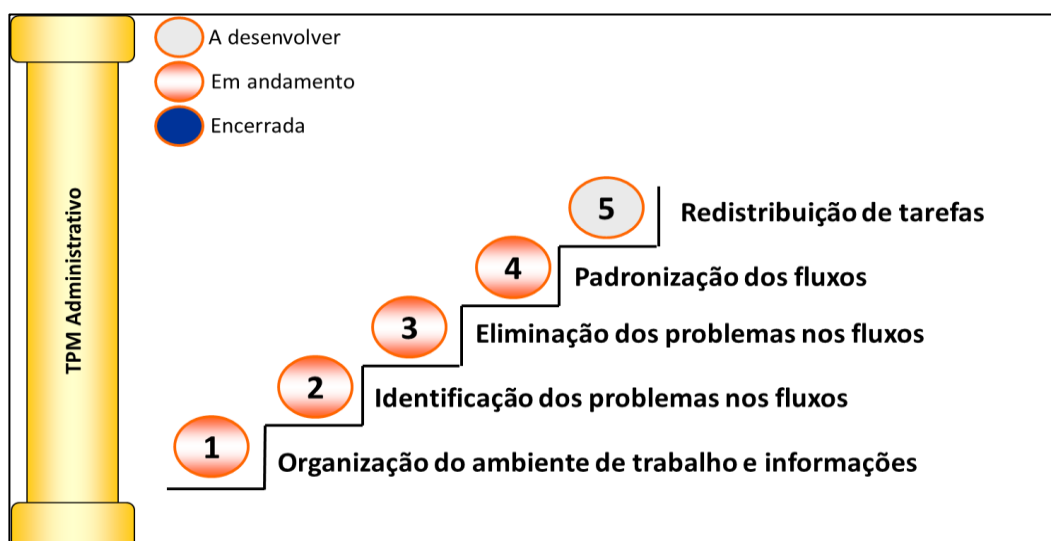


Figura 19- Evolução da implantação do Pilar ADM

Fonte: Dados da pesquisa

Missão do Pilar na empresa: Tornar as atividades mais eficientes como redução de desperdício e perdas, com resultados concretos que contribuam para o gerenciamento da empresa.

Na bibliografia também não foram encontrados os passos de implantação do Pilar Administrativo. As etapas determinadas pela empresa com o auxílio da consultoria são:

1- Organização do ambiente de trabalho e informações: nessa fase as áreas são responsáveis por aplicar o 5S.

2- Identificação dos problemas nos fluxos: todas as áreas criam o fluxo de algum dos seus processos que possivelmente pode ser melhorado. Depois disso, identifica no fluxo quais são os problemas. Essa atividade pode ser realizada por grupos de funcionários que trabalham diretamente com o processo estudado ou por toda área.

3- Eliminação dos problemas nos fluxos: os grupos planejam as ações através de formulários desenvolvidos pelo Pilar e as executam ou acompanham a execução das ações que necessitam ser feitas por outras áreas.

4- Padronização dos fluxos: nessa fase os grupos refazem o fluxo com os problemas solucionados.

5- Redistribuição das tarefas: com a melhoria dos fluxos, pode ser necessário a redistribuição das tarefas, já que na atividade de alguns funcionários é possível ter ganhos representativos em relação ao tempo.

O Pilar, atualmente, implanta essas etapas em cerca de 95% das áreas administrativas, conseguindo ganhos de tempo, redução de custo e aumento de confiabilidade. As etapas 2 a 5 são implantadas pelas áreas a cada processo estudado.

### 4.2.1.1 Ganhos com a implantação da metodologia TPM

Com a implantação da Metodologia TPM é possível evidenciar diversos ganhos, dentre eles:

#### 1- Maior autonomia dos operadores:

Promovendo o *Slogan* “Da minha máquina cuido eu!”, os operadores gerenciam suas máquinas, para isso, possuem informações importantes no quadro de Gestão das mesmas, sendo elas: padrão de 5S; padrão e controle de limpezas e inspeções feitas pelos próprios operadores no equipamento com auxílio da manutenção; acompanhamento de identificação e resolução de anomalias, apontamento e acompanhamento de resolução de riscos de acidentes; indicadores de gestão: rendimento global da máquina (OEE), diário, semanal e mensal, reclamações e devoluções, velocidade e *setup*; ações para melhorar o desempenho da máquina (apontadas pelos operadores e pela manutenção); etapas e formulários de grupos de melhoria sendo trabalhados na máquina, entre outros.



Figura 20- Quadro de Gestão Autônoma

Fonte: Dados da pesquisa

Além da gestão através do quadro, os operadores também são capacitados a fazerem manutenções mais simples nas máquinas e utilizarem os 5 sentidos para localizarem anomalias, no dia a dia ou em inspeções do Padrão Provisório.

2- Áreas mais limpas, seguras e organizadas com a aplicação do 5S, exemplos conseguidos na revitalização de 5S em uma máquina na empresa em 2015:

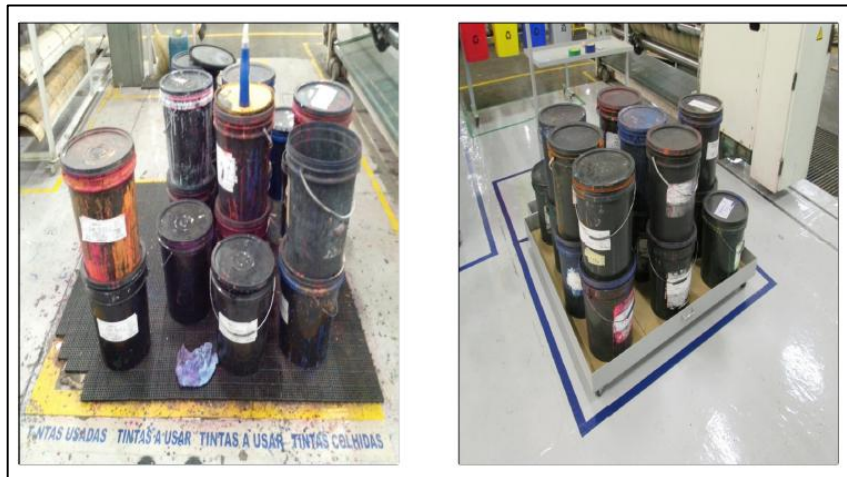


Figura 21- Antes e Depois da aplicação da metodologia insumos (tintas)  
 Fonte: Dados da pesquisa



Figura 22- Antes e Depois da aplicação da metodologia- recipientes para descarte  
 Fonte: Dados da pesquisa



Figura 23- Antes e Depois da aplicação da metodologia- ambiente de trabalho  
 Fonte: Dados da pesquisa



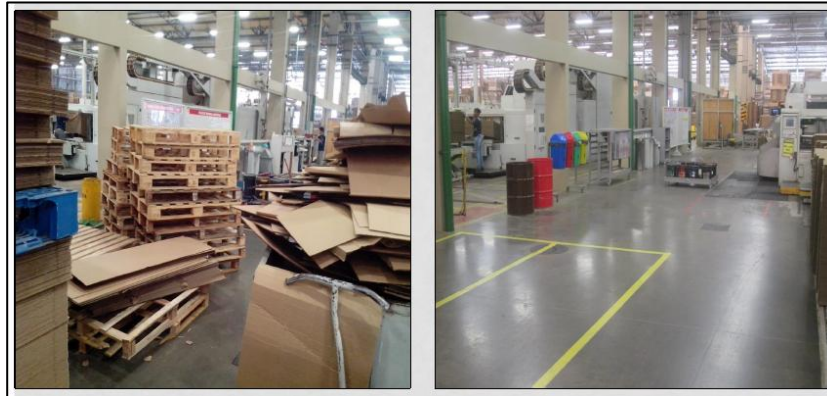


Figura 24- Antes e Depois da aplicação da metodologia- ambiente de trabalho 2

Fonte: Dados da pesquisa

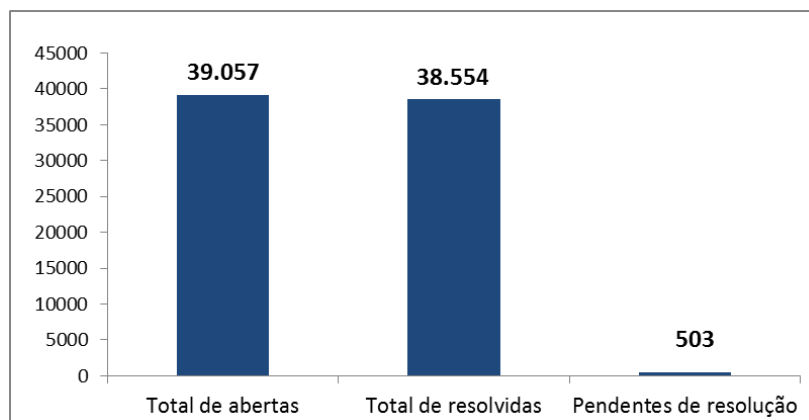


Figura 25- Materiais excedentes nas máquinas

Fonte: Dados da pesquisa

### 3- Anomalias identificadas e resolvidas:

Etiquetas azuis: Apontamento de anomalias que o próprio colaborador pode resolver, sem ajuda das áreas de apoio:

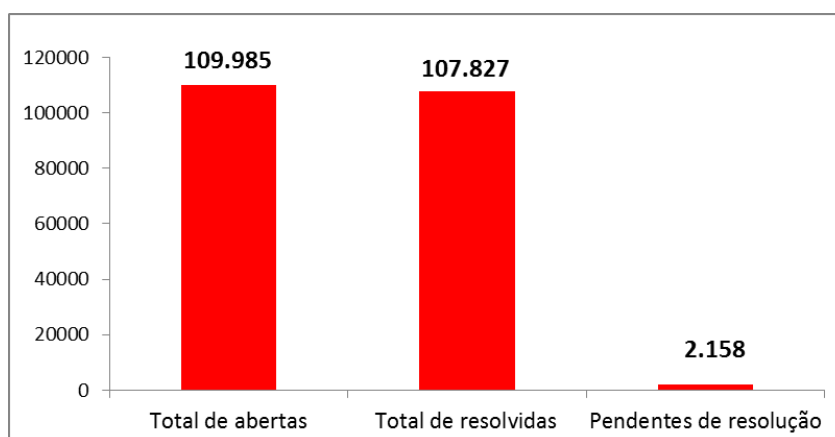


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 1- Anomalias de resolução dos operadores até julho/2015

Conforme gráfico, 98,71% das anomalias que o operador pode resolver, já foram resolvidas.

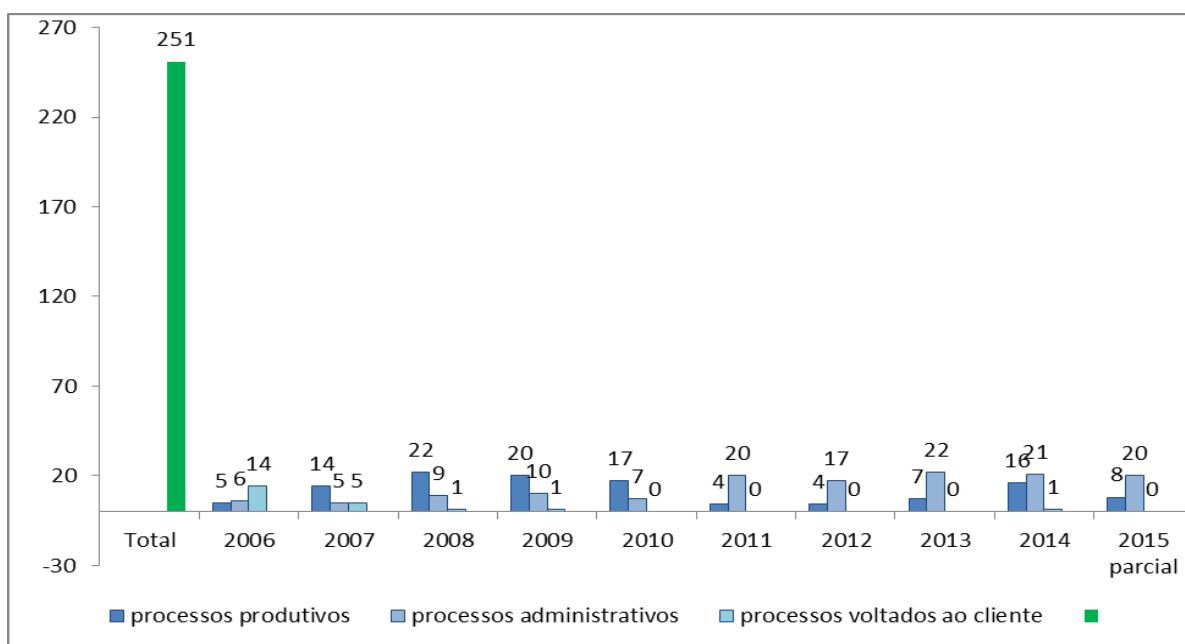
Etiquetas vermelhas: Apontamento de anomalias que só podem ser resolvidas pelas áreas de apoio. Se não houvessem esses apontamentos, muitos problemas poderiam ocorrer: quebras, devoluções, reclamações, deteriorização forçada da máquina, entre outros. Conforme gráfico, 98% das anomalias apontadas para resolução de áreas de apoio já foram resolvidas:



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 2- Anomalias de resolução de áreas de apoio até julho/2015

4- Diversos grupos de melhoria criados com foco em processos administrativos, produtivos e voltados ao cliente. Todos os grupos utilizaram ferramentas e conceitos desenvolvidos pelos Pilares. No total foram feitos cerca de 251 Grupos de Melhoria:



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 3- Grupos de Melhoria Contínua

#### 5- Utilização de novos conceitos, metodologias e ferramentas no processo.

Durante o desenvolvimento das etapas dos Pilares são incrementadas novas ferramentas, conceitos e metodologias na empresa, de forma a conseguir o melhor resultado possível no que se é feito. Algumas metodologias e ferramentas já eram conhecidas e aplicadas anteriormente, mas com o TPM, há a sistematização de sua utilização e desenvolvimento de grande parte dos funcionários para utilizá-las. Algumas ferramentas, metodologias e conceitos foram apresentados nos item 2.3.

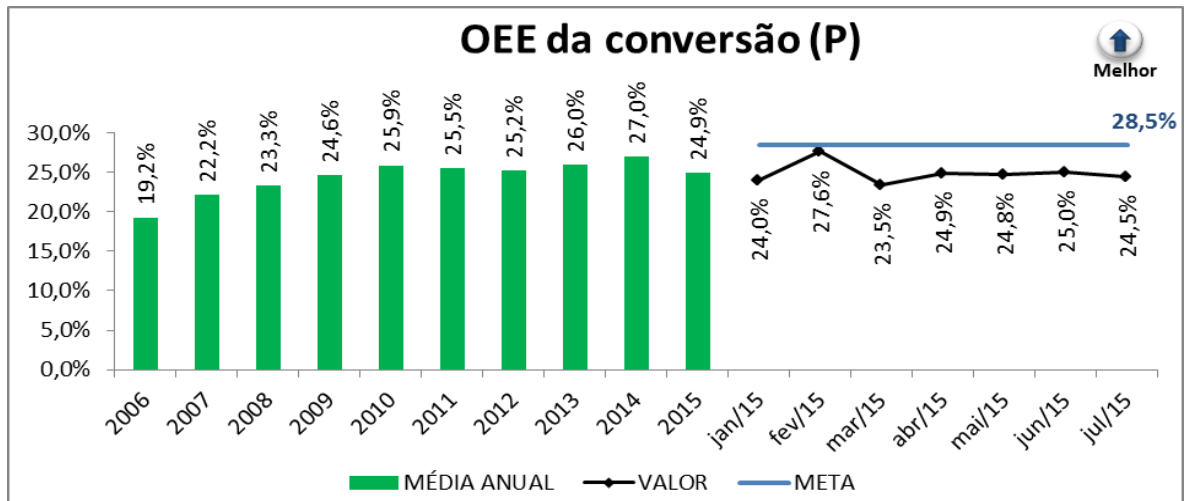
6- Melhoria nos Resultados dos Indicadores de Gestão do TPM: os indicadores PQCDSEM utilizados na empresa, forma de cálculo e seus responsáveis seguem na tabela abaixo. Para a empresa, a sigla é PQCDSEM, no qual o “E” é em relação a meio ambiente (*Envyroment*) e não segue exatamente a mesma separação por tipo igual ao apresentado na bibliografia.

Quadro 3- Relação de indicadores, forma de cálculo e Pilar relacionado aos resultados:

Indicadores		Forma de Cálculo	Responsável
<b>P (produção)</b>	OEE - Conversão	%DisponibilidadeX%DesempenhoX% Qualidade	Pilar MA e ME
	OEE - Onduladeira	%DisponibilidadeX%DesempenhoX% Qualidade	Pilar MA e ME
	Produção <i>per capita</i>	Produção Bruta /Quantidade de colaboradores	Pilar MA e ME
<b>Q (qualidade)</b>	Devoluções por qualidade	Peso Total de pedidos devolvidos/por problmas qualidade/Peso de pedidos expedidos	Pilar MQ
<b>C (custos)</b>	% de Corretiva	Tempo de intervenção da manutenção corretiva / Tempo de Carga	Pilar MP
	Quantidade de quebras / mês	Somatória da quantidade de quebras Mecanicas e elétricas	Pilar MP
	Custo de manutenção	Custo gastos com peças para manutenção	Pilar MP
	Custo de Transformação	Soma de todos os custos exceto MP / Produção Líquida	Pilar ME
<b>D (entrega)</b>	Pedidos fora da data	Quant. de pedidos entregura fora da data / Quant.de pedidos entregues CIF	Pilar ADM
	Pedidos Incompletos	Quant. de pedidos entregues incompletos / Quant.de pedidos entregues CIF	Pilar ADM
<b>S (segurança)</b>	Quantidade de Acidentes	Nº de acidentes notificados no ambulatório	Pilar SHE
<b>E - (Meio Ambiente - Envryoment)</b>	Resíduos gerados (kg/ton produção)	Quant. de resíduos gerados/Produção Bruta	Pilar SHE
<b>M (moral)</b>	Desenvolvimento dos colaboradores	Nível de desenvolvimento conforme Matriz de Competência Técnica	Pilar ET
	Quantidade de LPP's	Quantidade de Lições Ponto a Ponto elaboradas geral	Pilar ET
	Percentual de colaboradores com sugestões	Quantidade de colaboradores que deram sugestões no ano	Pilar ME

Fonte: Dados da pesquisa

Abaixo estão os resultados obtidos nos anos de aplicação da metodologia. Devido a política de confidencialidade da empresa, todos os valores foram multiplicados por fator conhecido apenas pela elaboradora do trabalho.

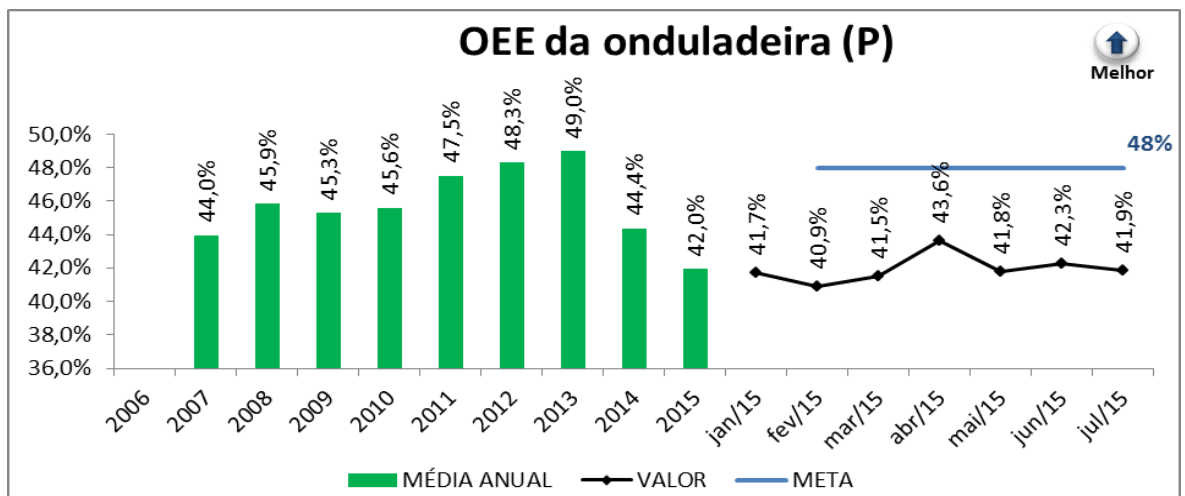


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 4- OEE da conversão (P)

Pode-se observar que desde o início de implantação da metodologia na empresa o OEE do setor Conversão (área que transforma chapa em embalagem de papelão ondulado) aumentou cerca de 30% (comparando 2006 a 2015).

A queda de 2014 para 2015, segundo especialistas no indicador, tende a diminuir devido ao fim de ano ser de maior produção. Está menor até então por causa do fator Desempenho, já que a baixa produção e as características de produtos (mais complicados de produzir, por terem mais detalhes) faz com que as máquinas produzam em uma velocidade menor. A meta de 28,5% é a considerada a condição ideal segundo a Gerência Industrial.

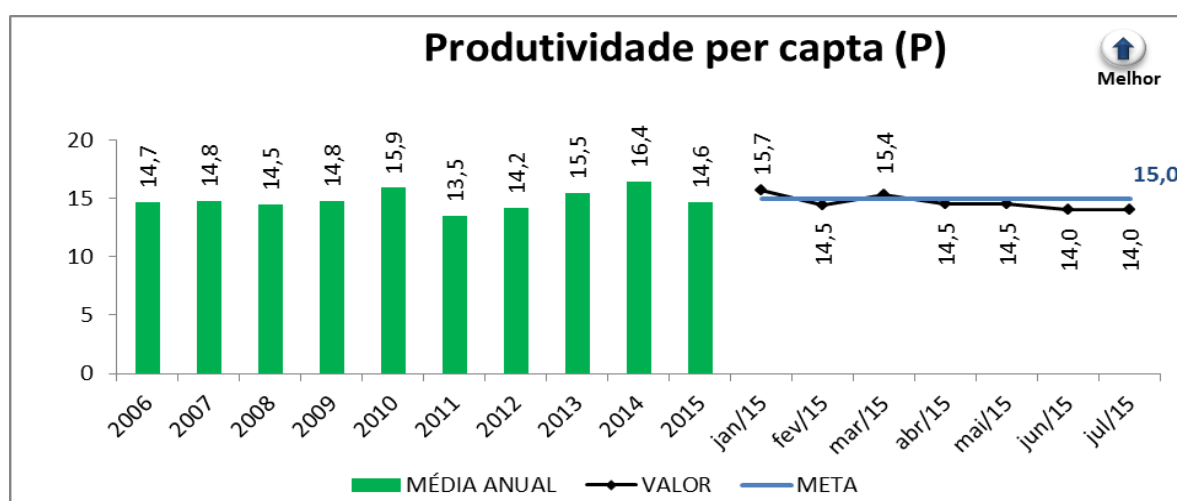


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 5- OEE da onduladeira (P)

O OEE da onduladeira (setor que transforma papel em chapa de papelão ondulado) apresentou queda desde 2014, ocorrida devido a obtenção de uma máquina nova em que no começo foi sendo adaptada para a produção (2014), com operadores sendo treinados. Até o momento a capacidade total da máquina ainda não está sendo utilizada, prejudicando assim o índice Desempenho do OEE, o que tende a melhorar com o aumento da demanda no fim do ano. A meta de 48% é a condição ideal segundo a Gerência Industrial.

Se for comparado 2007 com 2013, quando ainda não havia essa nova máquina, o aumento do OEE representou 11,40%.

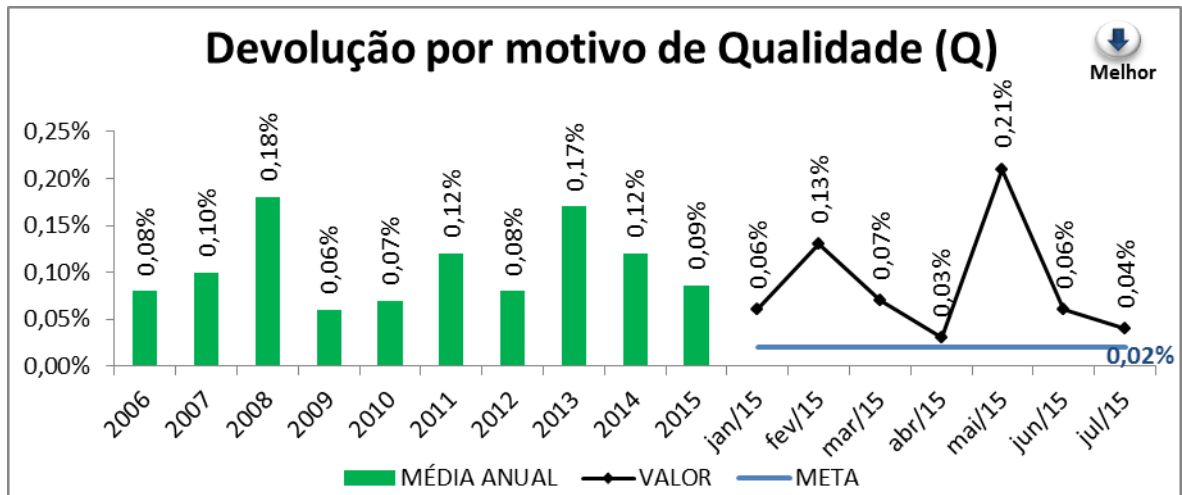


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 6- Produtividade per capita (P)

Para este indicador a comparação ideal seria com 2014, já que para 2015 o aumento do índice se dá no fim do ano com o aumento da produção. Comparando 2006 com 2014, há um aumento de 11,60%.

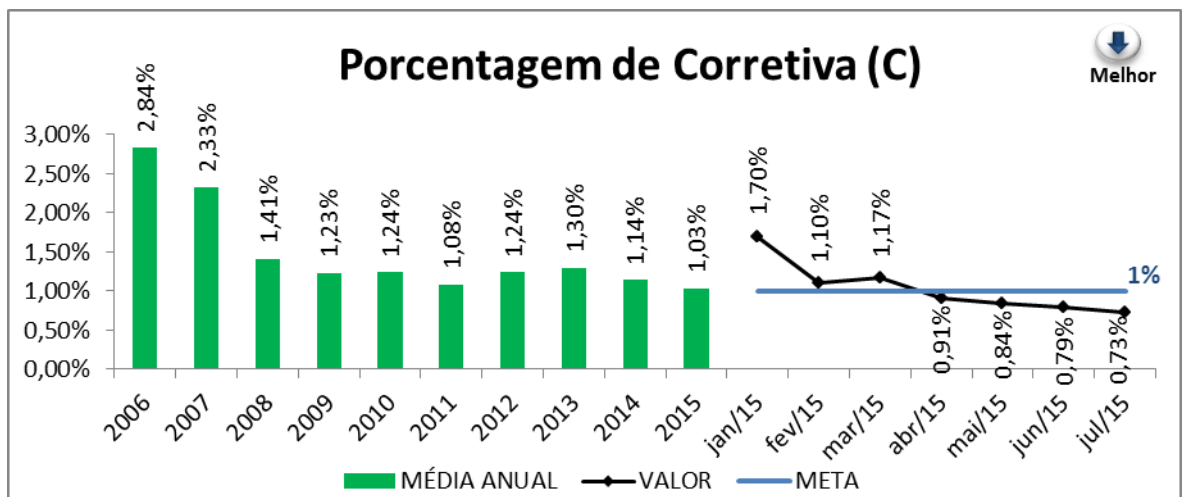
Segundo responsáveis, a queda em 2011 se deu devido ao grande número de mão de obra para suprir a estratégia adotada na época de trabalhar aos domingos e dar folgas no meio da semana, o que não é mais feito desde então.



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 7- Porcentagem de devolução por motivo de qualidade (Q)

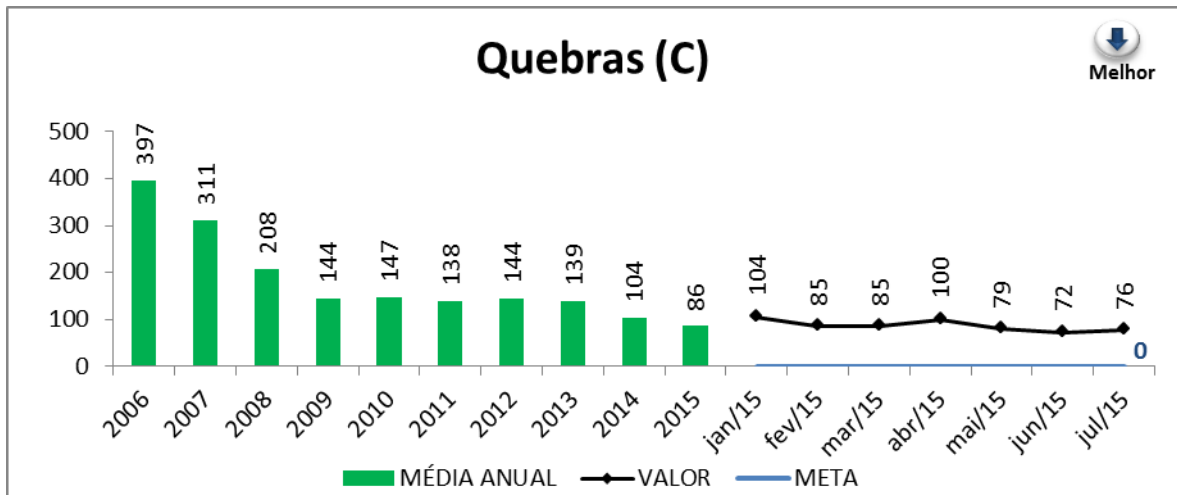
Conforme Especialista TPM da empresa do estudo de caso, o resultado deste indicador realmente irá melhorar quando todos os problemas de qualidade forem trabalhados pelo Pilar de Manutenção da Qualidade. É um indicador de controle que deve ser de gestão do Pilar e da Secretaria TPM. Por este motivo, o estudo e acompanhamento do mesmo é uma oportunidade para trabalhos futuros.



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 8- Porcentagem de tempo gasto para manutenção corretiva (C)

Para este indicador que leva em consideração o tempo em que a máquina ficou parada em relação ao tempo de carga, pode-se observar o aumento da disponibilidade das máquinas, tendo uma melhora de 63,73%, comparando 2006 com 2015.

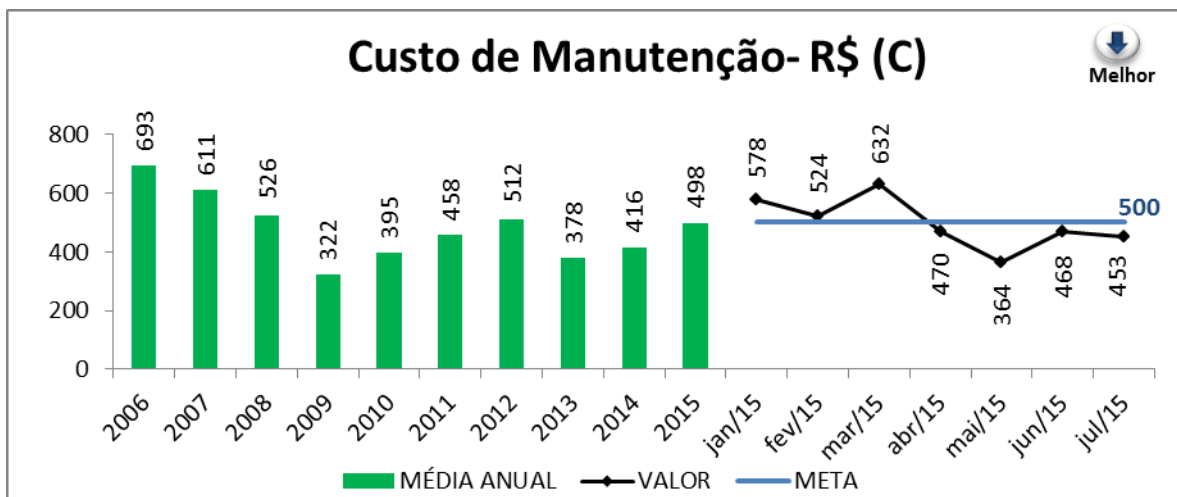


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 9- Quantidade de Quebras (C)

Antes da implantação da metodologia, existiam em média 397 quebras no mês, hoje são em média 86, tanto elétricas quanto mecânicas, tendo uma melhora de 78,33%.

O indicador tende a melhorar ainda mais este ano devido ao grande esforço de manter as manutenções preventivas e a realização de limpeza e inspeção das máquinas mesmo em período de alta demanda.

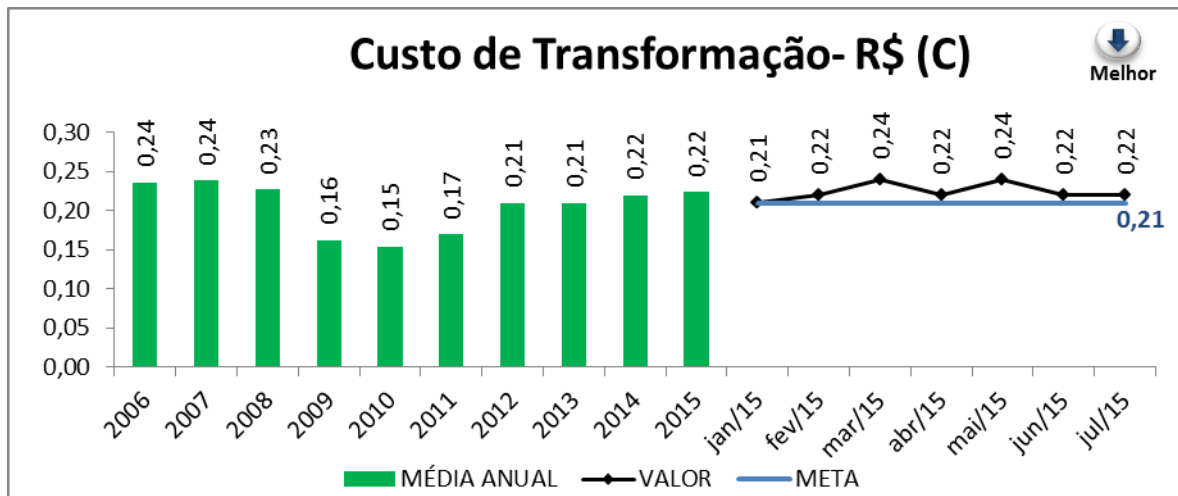


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 10- Custo de Manutenção- R\$ (C)

Este indicador depende de diversas variáveis, como por exemplo, a inflação, mas pode-se observar que desde o início da implantação da metodologia, houve redução de 28,13% no custo de manutenção (comparando 2006 com 2015).

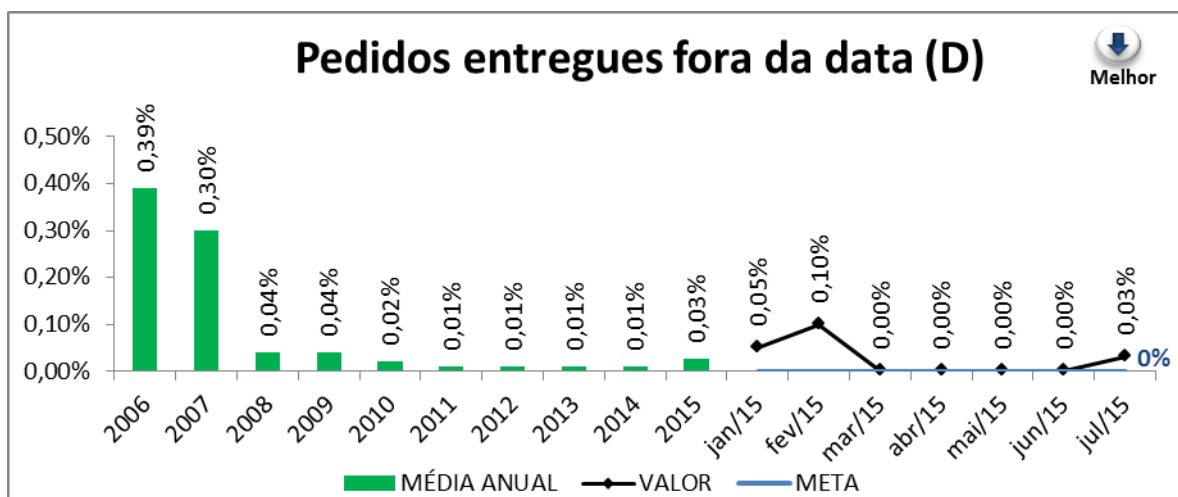




Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 11- Custo de transformação (C)

Este indicador possui diversas variáveis, sendo sua média ideal R\$ 0,21, o que tende a ser atingido no final do ano com o aumento da demanda (diluição dos custos fixos). A redução apresentada até então é de 8% em relação a 2006.

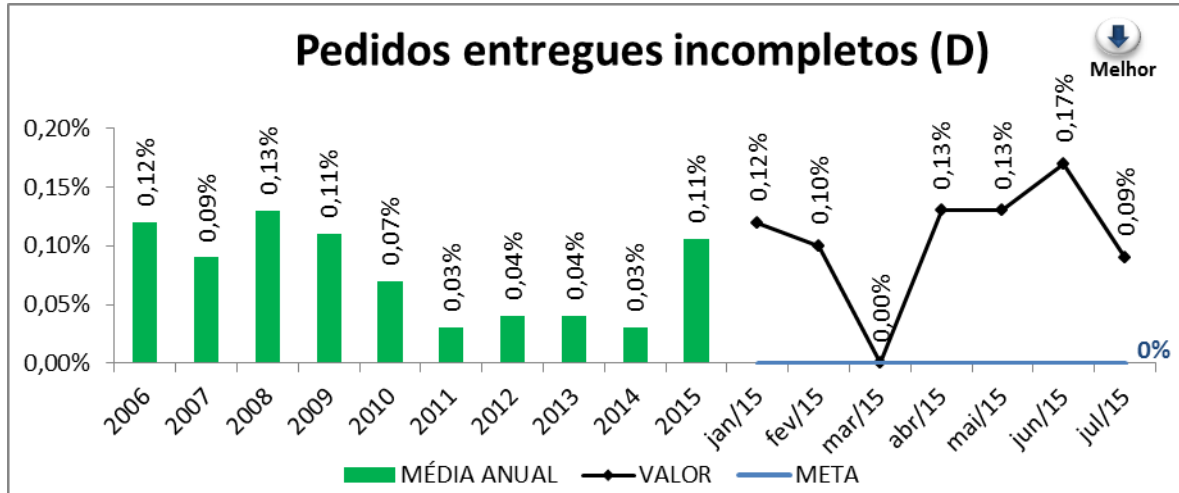


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 12- Pedidos entregues fora da data (D)

Os pedidos entregues fora da data reduziram consideravelmente, sendo que desde o início da implantação da metodologia, observou-se a melhora de 92% (comparação de 2006 com 2015). Deve-se acompanhar se não há piora comparando 2014 com 2015, provavelmente causada pelo mês de fevereiro de 2015 que ultrapassou muito a média. Caso a empresa comece a ter piora nos índices, é interessante promover um estudo através

de Grupo de Melhoria para entender o ocorrido e não perder os resultados obtidos até então.

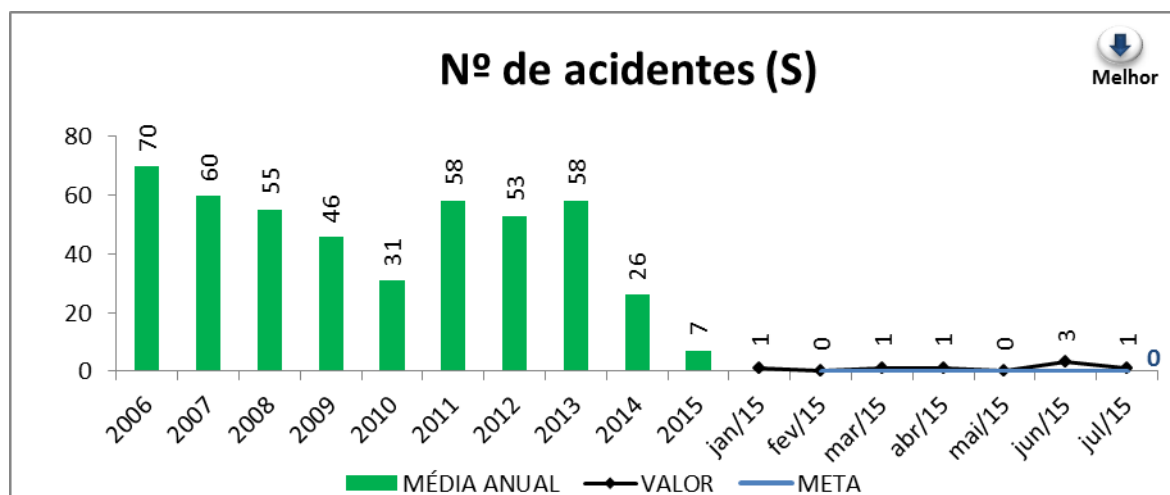


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 13- Pedidos entregues incompletos (D)

Conforme verificado com o Especialista TPM da empresa estudada, esse é um indicador que pode ser trabalhado por um Grupo de Melhoria, já que os resultados obtidos até então se perderam em 2015. Um Grupo de Melhoria promovido pelo Pilar Administrativo poderia apontar o que faz os pedidos serem entregues incompletos e se necessário, envolver outras ferramentas de outros Pilares.

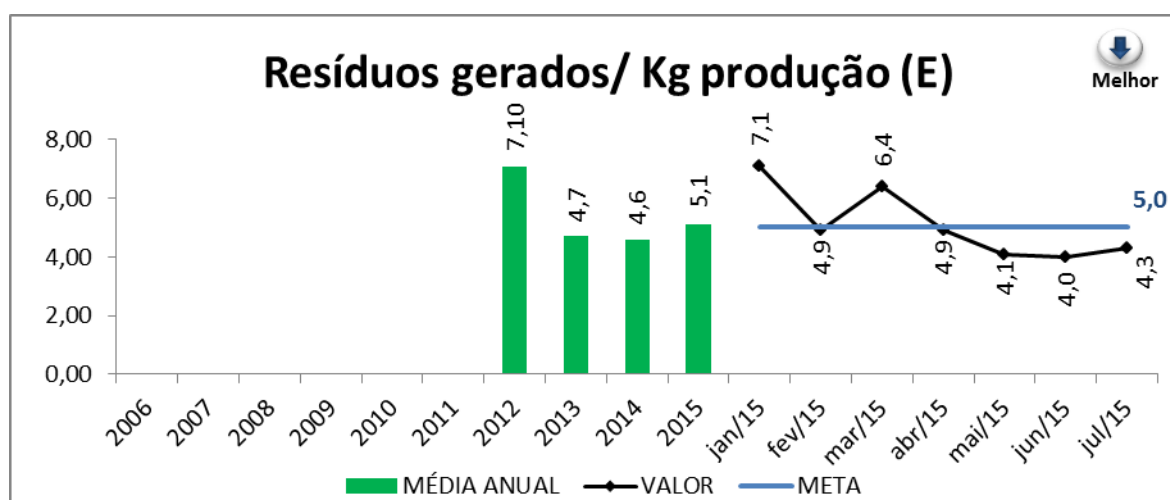
É um indicador de controle que deve ser de gestão do Pilar e da Secretaria TPM, por isso o estudo e acompanhamento do mesmo é uma oportunidade para trabalhos futuros.



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 14- Número de acidentes (S)

A quantidade de acidentes reduziu consideravelmente desde o início da implantação da metodologia. A variação em 2011, segundo explicado pelo responsável da área de segurança, é devido a falta de acompanhamento e sequência na implantação do Pilar SHE, dado devido a necessidade de reestruturação, o que fez com que os resultados piorassem no ano. Para 2015 a expectativa é que tenha o melhor resultado comparado a todos os anos, porém, isso não é totalmente satisfatório, pois os acidentes devem ser reduzidos para 0 (zero).

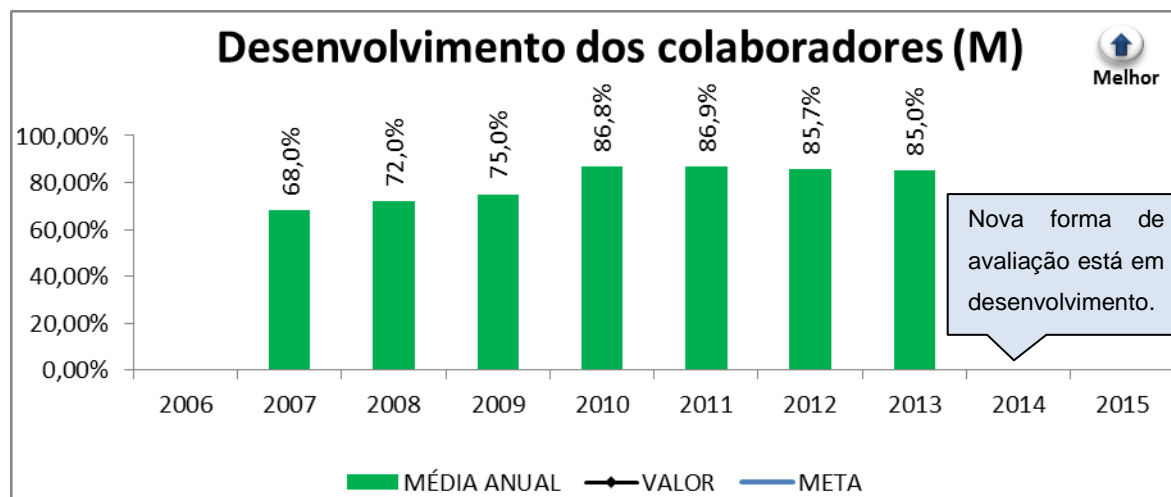


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 15- Resíduos gerados por quilo de produção (E)

Este indicador é acompanhado desde 2012, com a diminuição de 28,16% dos resíduos gerados por quilo de produção, comparando 2012 a 2015. Este indicador também

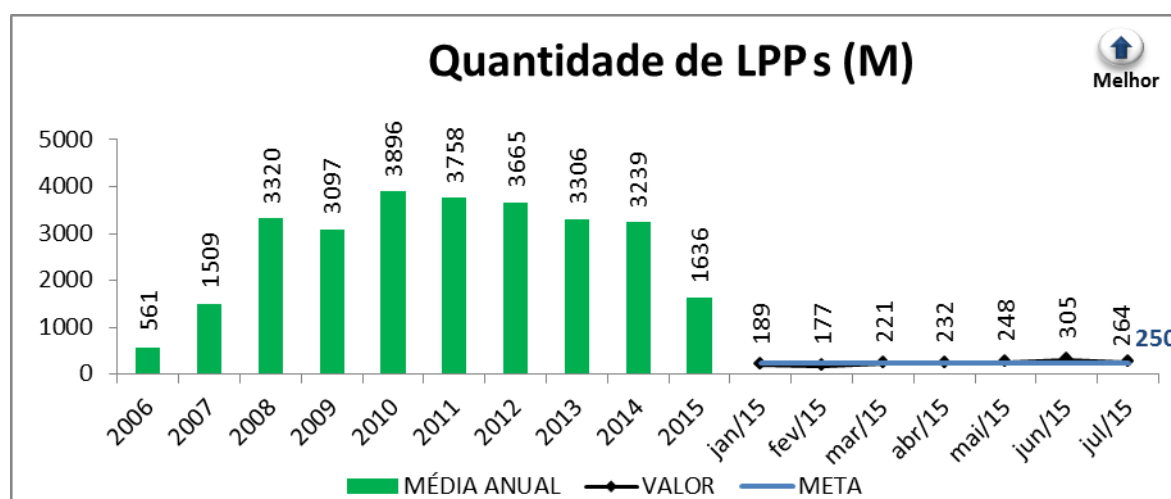
representa a redução de custo em relação a destinação dos resíduos, pois quanto menor a quantidade de resíduos gerados, menor a quantidade que precisará ser destinada.



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 16- Desenvolvimento dos Colaboradores (M)

Este indicador foi medido de 2007 a 2013 apresentando um aumento de 25% no período. O valor de 2014 não foi obtido devido a adequação do sistema de avaliação, conforme apresentado nas Etapas do Pilar Educação e Treinamento no item 4.2.1.

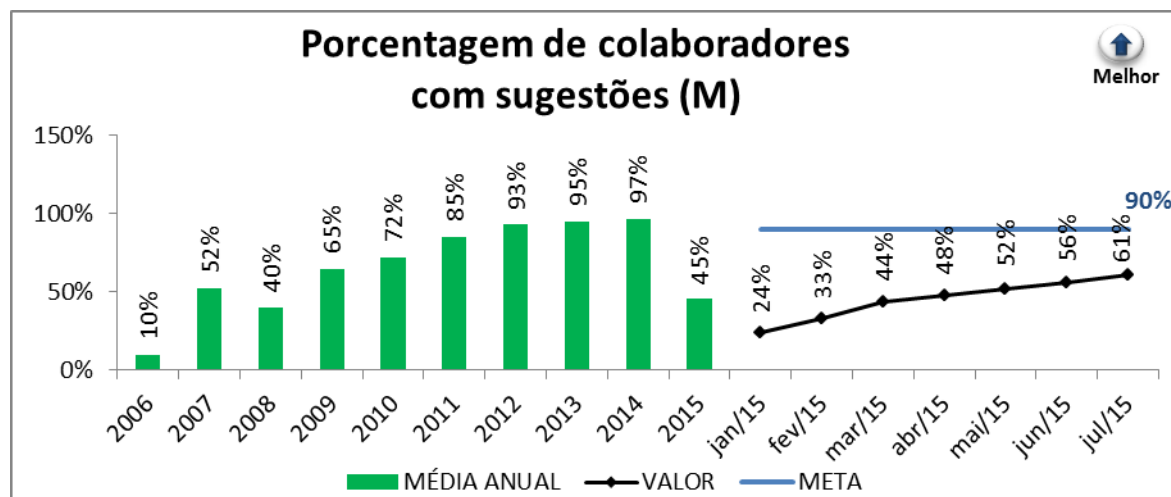


Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 17- Quantidade de LPP's (Lições Ponto a Ponto) (M)

Este indicador representa quantos treinamentos são realizados na área de trabalho utilizando a LPP (Lição Ponto a Ponto), o que contribui diretamente no desenvolvimento dos

funcionários. Devido ao grande número de treinamentos é possível observar que o uso da LPP já faz parte da rotina dos funcionários.



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 18- Porcentagem de colaboradores com sugestões (M)

Este indicador é ideal para medir a motivação dos funcionários. O Programa de Sugestões interno da empresa, acompanhado pelo Pilar ME e gerido pelo Departamento de Gestão da Qualidade é aberto a todos os funcionários que queiram contribuir com alguma ideia. A participação com melhorias para a empresa mede diretamente quanto o colaborador está motivado a ajudar a sua empresa a melhorar. Os resultados obtidos são satisfatórios, de forma que 2015 tende a ser parecido com o resultado obtido em 2014 (mais do que 90% dos funcionários participando).

#### 4.2.2 Resultados para índice de tempo de *setup*

Para exemplificar como funcionam os trabalhos em Grupos de Melhoria, será demonstrado um caso de grupo que trabalhou utilizando o Smed para redução do *setup* na máquina P.

O Pilar de Melhoria Específica (ME) é responsável por verificar a necessidade desses grupos para eliminação de perdas e ajudar os operadores a desenvolverem a metodologia, e para isso, o primeiro passo é sempre treinar ou reciclar o treinamento aos operadores na metodologia.

A sequência de atividades dos Grupos utilizando o Smed é conforme quadro abaixo:

Quadro 4- Etapas de implantação da metodologia Smed na empresa estudada

<b>Etapa</b>	<b>Descrição da atividade</b>
1	Documentar as atividades de <i>setup</i> atual
2	Analisar as atividades de <i>setup</i> atual
3	Melhorar as atividades de <i>setup</i> interno
4	Melhorar as atividades de <i>setup</i> externo
5	Realizar atividades simultâneas
6	Revisar o procedimento de <i>setup</i>
7	Medir, checar e controlar os novos resultados

Fonte: Dados da pesquisa

### **Etapa 1 - Documentar a operação de *setup* atual**

- Realizar filmagens das operações de *setup* e cronometrar todas as atividades envolvidas;
- Descrever o procedimento de *setup* atual;
- Definir a meta de redução de tempo de *setup*.

### **Etapa 2 – Analisar as atividades de *setup* atual**

- Separar as operações de *setup* interno e externo;
- Verificar possibilidade de conversão de *setup* interno para externo;
- Criar ações para eliminar, reduzir ou simplificar atividades desenvolvidas.

### **Etapa 3 – Melhorar as atividades de *setup* interno**

- Propor melhorias nas atividades que inevitavelmente precisam ser realizadas com a máquina parada, ou seja, otimizar as operações internas do *setup*.

### **Etapa 4 – Melhorar as atividades de *setup* externo**

- Embora as atividades externas não afetem o tempo que a máquina permanece parada, elas também precisam ser analisadas e otimizadas, pois o tempo de *setup* externo é tempo não dedicado às outras atividades necessárias da produção.

### **Etapa 5 – Realizar atividades simultâneas**

- Analisar as atividades que possam ser realizadas de forma simultânea.

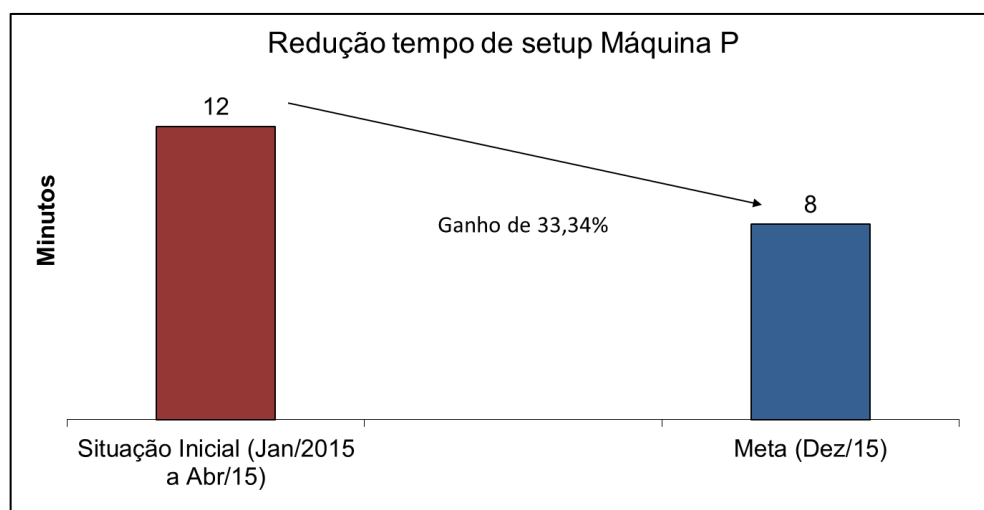
### **Etapa 6 – Revisar o procedimento de *setup***

- Revisar e reescrever o procedimento de *setup* definitivo considerando as melhorias aplicadas.

### Etapa 7 – Medir, checar e controlar os novos resultados

- Realizar uma nova cronometragem das atividades de *setup*;
- Acompanhar e controlar por meio de indicadores os resultados obtidos;
- Sugerir e aplicar novas ações para uma melhoria contínua da operação de *setup*;
- Treinar os funcionários envolvidos.

Para a máquina P, o Pilar de Melhoria Específica ajudou os operadores a identificarem a situação inicial de tempo de *setup* e definirem a meta conforme abaixo:



Fonte: Dados da pesquisa

GRÁFICO 19- Expectativa de redução de *setup* da Máquina P

A meta inicialmente estabelecida era visando a redução de 33,34% do tempo médio de *setup*, o que estipularia um ganho de R\$91.937,48 no ano, com a redução de 9.466 minutos de *setup*.

Conforme as etapas apresentadas, o grupo fez a filmagem do *setup*, em todos os turnos, para depois descrever os passos de regulagem da máquina, ou seja, o procedimento inicial. No procedimento inicial foram descritos os passos de regulagem da máquina, os cargos responsáveis a executá-los e tempo para execução de cada um, sendo o tempo total por funcionário e o tempo por atividade.

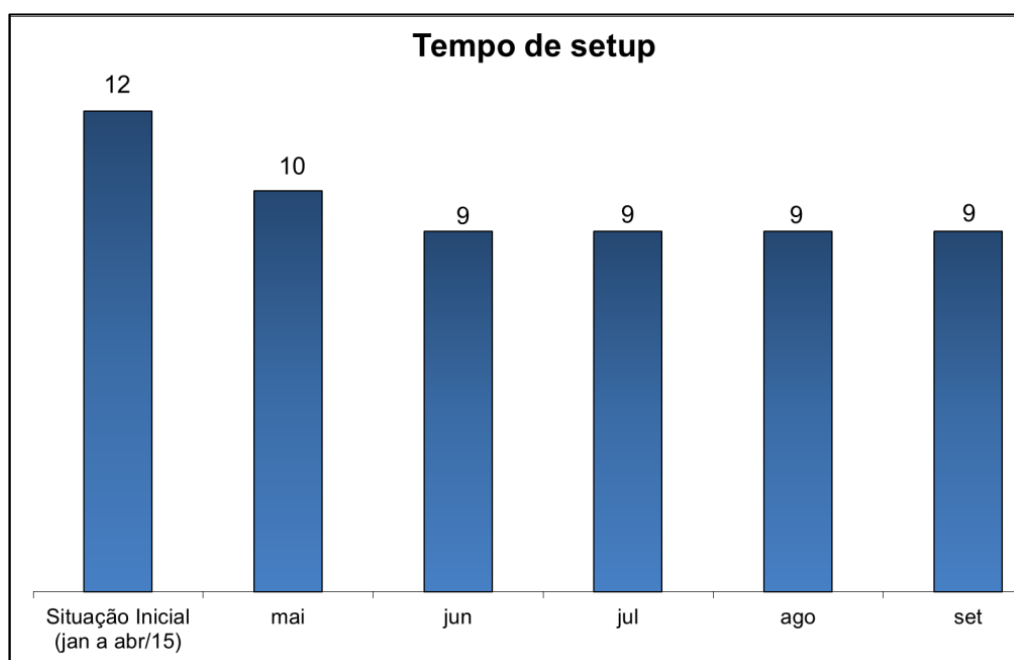
Depois da análise desses passos, o grupo identificou algumas oportunidades de melhorias no *setup* externo e interno, sendo realizadas ações, das quais as principais são:

- Transformação de uma atividade interna em externa: a busca da ferramenta chamada clichê, na área de guarda, se tornou uma atividade de *setup* externo;
- Otimização da divisão das atividades: havia ociosidade para alguns e excesso de atividades para outros funcionários, houve redistribuição de tarefas;
- Compra de mais equipamentos de preparação: possibilitando que mais 1 (um) funcionário auxiliasse nas regulagens necessárias para trocar as ferramentas;
- Melhoria no módulo da máquina chamado Tinteiro: retirada a necessidade de lavar o balde de ferro, já que antes as tintas eram transferidas de um balde plástico para um balde de ferro a ser colocado na máquina e depois da produção retornadas para o balde de plástico, sendo necessário a lavagem do balde de ferro para que fosse colocada a tinta da próxima produção. Agora é utilizado apenas o balde de plástico que é colocado direto na máquina e substituído por outro na próxima produção.

#### **4.2.2.1 Ganhos com a implantação da metodologia SMED**

Após a implantação das ações, foi possível acompanhar a melhora no tempo de *setup* de 12 (doze) para média de 9 (nove) minutos até setembro, ou seja, 25% em relação a média de *setup* anterior. Até o fim do ano de 2015, com a implantação de novas melhorias que serão sugeridas pelos funcionários, espera-se atingir a meta de média mensal de 8 (oito) minutos.





Fonte: Dados da pesquisa  
GRÁFICO 20- Tempo de *setup* da máquina P

A melhora proporcionou para a empresa o ganho de: R\$5.746,09 no mês, totalizando R\$68.953,08 no ano.

Após a distribuição das atividades, melhorias no *setup* interno e externo, foi criado o novo procedimento de *setup* da máquina, treinando todos os funcionários na forma correta e mais rápida de se fazer as atividades de *setup*. Se houver a implantação de novas ações observadas pelos funcionários, esse procedimento deve ser revisado, mantendo-o sempre atualizado com a melhor prática de atividades de *setup* que deve ser seguida.

O passo futuro será medir quanto a eficiência da máquina (OEE) está sendo melhorada com a redução do tempo gasto com *setup*, pois afetará diretamente seu índice de Disponibilidade.

## 5 CONCLUSÃO

As conclusões da pesquisa são os resultados da análise e discussão da aplicação da Metodologia TPM em uma empresa de embalagens de papelão ondulado localizada na região de Campinas (SP), sendo realizado através do Departamento de Gestão da Qualidade e Meio Ambiente que é o responsável pela gestão da Metodologia na empresa, tendo em sua equipe um Especialista TPM, que auxiliou no entendimento e análise das informações obtidas neste trabalho.

A partir da teoria apresentada esse estudo propôs que a aplicação das etapas dos assuntos estudados na metodologia (Pilares) é eficaz para melhorar a eficiência da empresa, sendo essencial para isso o uso de diversas outras ferramentas, metodologias e conceitos durante sua implantação, trazendo consigo diversos ganhos.

Durante o estudo de caso, foram apresentadas as fases de implantação da metodologia TPM, fazendo a relação com o que foi encontrado na bibliografia estudada, demonstrando suas diferenças e os diversos ganhos que tal metodologia pode trazer. Na segunda parte do estudo de caso, também foi demonstrado o ganho obtido pela utilização da ferramenta Smed, desenvolvida pelo Pilar de Melhoria Específica, a qual tem o objetivo de minimizar a perda decorrente ao tempo gasto com o *setup*.

Em resposta às questões-chave, que guiaram essa pesquisa, pode-se afirmar que a metodologia TPM, mesmo tendo surgido no ramo automotivo, segue os conceitos de sobrevivência de empresas no mercado, ou seja, a busca pela Qualidade Total, sendo ampla e adaptável de forma a ser implantada ao ramo de papelão ondulado, assim como qualquer outro ramo empresarial. A implantação desta metodologia pode trazer diversos ganhos, todos relacionados a melhoria e confiança no processo, aumentando assim sua eficiência e tornando a empresa diferenciada perante seus concorrentes, o que pode ser demonstrado através da análise dos indicadores PQCDSM. Para implantação da metodologia, através dos assuntos (Pilares) e suas etapas, são utilizadas diversas ferramentas, métodos e conceitos, de forma sistematizada dentro da empresa, entre eles estão: Análise PM, FMEA, CAPDo, PDCA, Smed, 5 “Por quês” e 5S.

Os benefícios com a implantação da metodologia revelados nessa pesquisa foram convergentes com a teoria investigada, mesmo apresentando algumas oportunidades de melhorias que podem ser temas de próximos estudos. A pesquisa apresentou as seguintes conclusões:

Conforme Campos (2014), o objetivo de uma empresa é sua sobrevivência no mercado, o que é necessário para isso é manter sua competitividade. A competitividade é

alcançada com a gestão e contínuo aumento da produtividade, a qual acontece através da busca da Qualidade Total, que são todas as dimensões que afetam as pessoas relacionadas (*stakeholders*): Qualidade (no produto e serviços), Custo (medido em todo o processo), Entrega (atender as condições de entrega), Moral (satisfação dos colaboradores) e Segurança (dos empregados e usuários dos produtos). Desta forma, fazendo analogia ao objetivo do TPM, que busca maior eficiência através de melhoria da produtividade, qualidade, diminuição de custo, atender condições de entrega, segurança, meio ambiente e moral, pode-se concluir que o TPM pode ser um meio de gerenciamento para garantir a sobrevivência da empresa.

Conclui-se que após anos de implantação da metodologia TPM na empresa (9 anos) são diversos os benefícios atribuídos ao mesmo, o que pode ser observado através do acompanhamento dos indicadores PQCDSM e de Grupos de Melhoria. Considera-se então, que durante sua implantação é essencial o controle de resultados para comprovação ou verificação de necessidades de melhorias, executando assim a etapa “C” (*Check*) do ciclo PDCA. Através do acompanhamento desses indicadores foi observado que mesmo com bons resultados, a empresa ainda enfrenta dificuldades que impossibilitam a obtenção de resultados ainda melhores, as quais são oportunidades de estudo e ações, seguindo assim a etapa “A” (*Action*) do PDCA.

Também foi observado que a utilização de outras ferramentas, conceitos ou metodologias para implantação do TPM são essenciais para obtenção destes resultados, conforme demonstrado no exemplo de grupo de Smed. Ou seja, em suas etapas, o TPM pode reunir as melhores maneiras existentes de se chegar ao resultado desejado no menor tempo possível.

O estudo desse assunto proporcionou um conhecimento mais amplo em relação a metodologia, de forma a entender porque a necessidade de implantação de cada Pilar e Etapa, gerando também maior conhecimento de como utilizar as ferramentas, metodologias e conceitos que hoje são seguidas pela empresa estudada para sua implantação.

Em resumo, o estudo pode ser considerado importante para a demonstração desta metodologia, a qual não possuía muitas referências com uma explicação ampla de todas as suas etapas de implantação, ferramentas, métodos e conceitos que podem ser utilizados e como podem ser medidos seus ganhos, de forma a ser referência para futuros estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPO- Associação Brasileira de Papelão Ondulado. **Associação**. Disponível em <[http://www.abpo.org.br/?page\\_id=1158](http://www.abpo.org.br/?page_id=1158)>. Acesso em: 09 set. 2015.

BOCHNIA, André Luis. **Utilização da Metodologia Análise PM para solução de problema**. Monografia de Especialização em Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

BORMIO, Marcos Roberto et al. **O levantamento de perdas utilizando CAPDo do TPM numa linha de acabamento de agendas e cadernos em uma indústria gráfica**. XII SIMPEP. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2005.

BRYMAM, Alan. **Quantitative and Qualitative research strategies in knowing the social world**. Buckingham: Open University Press. p. 138-156, 1998.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês**. 9º ed. Nova Lima: Falconi, 2014. 286p.

CAPETTI, Edson José. **O Papel da Gestão da Manutenção no Desenvolvimento da Estratégia de Manufatura**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.

CARRIJO, José R. S. **Adaptações do modelo de referência do Total Productive Maintenance para empresas brasileiras**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara do Oeste, 2008.

FILIPPINI, Roberto. **Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM**. International Journal of Operations and Productions Management, V.17, n.7, p. 655-70, 1997.

FONSECA, Augusto V. M. MIYAKE, Dario Ikuo. **Uma análise sobre o Ciclo PDCA como método para solução de problemas da qualidade.** XXV1 ENEGEP. Fortaleza, 2006.

GAVIOLI, Giovana et al. **Aplicação do Programa 5S em um sistema de gestão de estoques de uma indústria de eletrodomésticos e seus impactos na racionalização de recursos.** Universidade Cruzeiro do Sul e Kimberly- Clark Brasil. São Paulo, 2009.

IMAI, Yassuo. **TPM como estratégia empresarial.** São Paulo: IMC Internacional, 2000.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance. **Critérios do Prêmio de Excelência em TPM.** Tóquio: JIPM, 2002. 54 p.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 296 p.

MONTEIRO, Mário Antônio. **Melhora na Produtividade para cumprimento na demanda: Estudo de caso em uma metalúrgica.** Monografia para Pós Graduação no curso de MBA em Gestão Industrial no Programa FGV Management. Fundação Getúlio Vargas. Campinas, 2015.

PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram.** Tradução Outras Palavras, São Paulo: IMAN, 2004. 296 p.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues do. RIBEIRO, Haroldo. **Total Productive Maintenance (TPM), Manutenção Produtiva Total.** Banas Qualidade Report. Editora: Epse. 2013.

RESENDE, André Alves. SILVA, Layla Duana dos Santos. **Manutenção Produtiva Total (TPM) como ferramenta para melhoria da eficiência global de equipamento (OEE).** XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Salvador, 2013.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 319 p.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM em Indústrias de Processos**. Nova York: Productivity Press, 1994. 416 p.

TONIETTO, Fábio Todeschini. "**O Programa TPM - 8 Pilares**". Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAxCeAE/programa-tpm-8-pilares-manutencao>.

Acesso em: 15 set. 2015.