

**NICOLAS ROBERTO GALVÃO DA SILVA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO TPM - QUEBRA ZERO EM MÁQUINA  
PRODUTORA DE FITAS ADESIVAS EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA NO  
INTERIOR DE SÃO PAULO.**

Guaratinguetá

2016

Nicolas Roberto Galvão da Silva

**IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO TPM - QUEBRA ZERO EM MÁQUINA  
PRODUTORA DE FITAS ADESIVAS EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA NO  
INTERIOR DE SÃO PAULO.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: **Prof. Dr. Francisco Antonio Lotufo**

Guaratinguetá

2016

S586i	<p>Silva, Nicolas Roberto Galvão da Implementação do modelo TPM - quebra zero em máquina produtora de fitas adesivas em uma indústria química no interior de São Paulo / Nicolas Roberto Galvão da Silva. – Guaratinguetá, 2016. 40 f: il. Bibliografia: f. 39-40</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016. Orientador: Prof. Dr. Francisco Antonio Lotufo</p> <p>1. Manutenção produtiva total 2. Produção enxuta 3. Maquinas elétricas I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 658.581</p>
-------	--

IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO TPM – QUEBRA ZERO EM MÁQUINA  
PRODUTORA DE FITAS EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA, SP


NICOLAS ROBERTO GALVÃO DA SILVA


ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
“GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Prof. Dr. Leonardo Mesquita  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. Francisco Antonio Lotufo  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. José Feliciano Adami  
UNESP-FEG

  
Eng Eletricista Rafael Augusto Custódio  
Membro Externo

Guaratinguetá

2016

## **DADOS CURRICULARES**

### **NICOLAS ROBERTO GALVÃO DA SILVA**

NASCIMENTO	28.08.1990 – Itapeva/SP
FILIAÇÃO	Luis Roberto da Silva Ivete Galvão dos Santos Silva
2010/2016	Curso de Graduação Engenharia Elétrica – UNESP/FEG

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, por me proporcionar toda essa oportunidade para meu conhecimento, me auxiliar nos momentos difíceis dando-me forças para chegar até aqui.

Aos meus pais Luis e Ivete, que sempre me apoiaram e incentivaram independente de qualquer dificuldade e resultado, me ajudando a batalhar e continuar a conquistar meus sonhos e objetivos.

Aos meus familiares e amigos que sempre estiveram comigo me dando forças, demonstrando carinho e ajuda quando necessário.

A minha namorada Patrícia que sempre esteve ao meu lado, seja nos momentos difíceis e de celebração, me ajudando a enfrentar todas as dificuldades.

Aos meus amigos que a faculdade me proporcionou, que caminharam junto comigo até aqui, pois sem vocês não seria a mesma coisa.

Aos meus supervisores Sandro e Gilberto, que foram responsáveis pelo meu primeiro contato em uma empresa e me proporcionaram um enorme conhecimento.

Ao meu orientador, Professor Francisco Antonio Lotufo, pelo apoio e compreensão durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Á todos docentes e funcionários da FEG-UNESP o meu agradecimento.

SILVA, N.R.G.; **Implementação do modelo TPM – Quebra Zero em máquina produtora de fitas adesivas em uma indústria química no interior de São Paulo.** 2016. 40f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

## RESUMO

Toda empresa privada tem como seu principal objetivo obter um maior lucro e eficiência em sua produção, sendo assim necessário eliminar as falhas e problemas presentes no processo. Baseando-se nisso muitas empresas vêm adotando métodos e sistemas para auxiliar no rastreamento de possíveis melhorias em sua produção.

No setor de manutenção de uma indústria não é diferente, há vários modelos que podem ser implementados com o intuito de aumentar o rendimento e a produtividade das máquinas. Um sistema bastante utilizado é o *Lean Manufacturing*, onde são aplicadas várias técnicas e métodos específicos para auxiliar na melhoria e solução dos problemas recorrentes.

Devido à alta demanda e necessidade de melhoria de rendimento em uma máquina produtora de fitas específica, foi decidido aplicar uma linha de melhorias oriundas do sistema *Lean*, chamada de Quebra Zero, com o objetivo de maximizar a eficácia do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria. Rendimento. *Lean Manufacturing System*.  
Manutenção. Máquina Produtora de Fitas. Quebra Zero.

SILVA, N.R.S.; **TPM model – Breaking Down Zero implementation in an adhesive tapes machine on a chemical industry in São Paulo countryside.** 2016. 40p. Graduation Work (Degree in Electrical Engineering) – Engineering College of Guaratinguetá, UNESP, Guaratinguetá, 2016.

### **ABSTRACT**

Every private company has as your's main goal obtain a higher profit and efficiency in your production, therefore is necessary eliminate the shortcomings and problems present in the process. Basing on that, many companies have adopted methods and systems to assist in the tracking of possible improvements in their production.

In the maintenance industry sector is not different, there are various models that can be implemented to increase the yield and productivity of the machines. A widely system used is the Lean Manufacturing, which are applied various techniques and specifics methods to help to improve and solve recurring problems.

Due to the high demand and necessity for improve the yield in a specific tapes machine, it was decided apply a improvements line derived Lean System, called by Breakdown Zero, in order to maximize the process efficiency.

**KEYWORDS: Factory. Efficiency. Lean Manufacturing System. Maintenance. Adhesive Tapes Machine. Breaking Down Zero.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pilares da filosofia TPM (Taktica Lean Consulting – Training, 2011).....	10
Figura 2 – Elementos Chave para Sustentar o Modelo TPM (Chan. et al, 2003).....	11
Figura 3 – Formas de Manutenção (NUNES, 2001).....	16
Figura 4 – Gráfico: Custos Versus Nível de Manutenção (MIRSHAWA. et al, 1993).....	18
Figura 5 – Relação entre Operação e Manutenção (CHAN. et al, 2003) .....	20
Figura 6 – Ordem de Serviço Gerada pelo Máximo .....	21
Figura 7 – Programação e Planejamento de Preventivas Geradas pelo Máximo .....	22
Figura 8 – Plataforma Tecnológica de Atuação (Site da Companhia).....	23
Figura 9 – Cobrideira 5 .....	24
Figura 10 – Ficha de Instrução ao Trabalho (FIT).....	27
Figura 11 – Folha <i>Kaizen</i> de Melhoria em Equipamento .....	27
Figura 12 – Folha <i>Kaizen</i> de Melhoria em Rotina de Serviço .....	28
Figura 13 – Folha de Lição de um Ponto (LUP) .....	29
Figura 14 – Ferramenta Análise Quebra Zero .....	30
Figura 15 – Detalhes do Trabalho Realizado em Cada Ordem de Serviço .....	31
Figura 16 – Mapa de Quebras .....	32
Figura 17 – Plano de Preventiva .....	33
Figura 18 – Gráfico Horas de Manutenção em Serviços para Produção versus Meses.....	35
Figura 19 – Gráfico Número de Ocorrências Cobrideira 5 .....	36
Figura 20 – Gráfico Tempo Médio Entre Falhas Cobrideira 5 .....	37
Figura 21 – Gráfico Horas de Máquina Parada Cobrideira 5.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução dos Conceitos de Manutenção (SHARMA, 2013) .....	13
Tabela 2 – Diferenciação Entre Defeito e Falha (GCOI-SCM, 1998).....	16
Tabela 3 – Funções dos Setores de Manutenção e Produção (Xavier, 1998).....	20
Tabela 4 – Etapas da Implementação do Modelo Quebra Zero .....	25
Tabela 5 – Comparação de Horas Totais de Manutenção do Site de Itapetininga 14/15 .....	34
Tabela 6 – Comparação de Horas Gastas em Serviços de Setup e para Produção .....	35
Tabela 7 – Custo da hora de Mão de Obra do Setor de Manutenção .....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS.....	12
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 MANUTENÇÃO.....	13
2.2 MÉTODOS DE MANUTENÇÃO.....	16
<b>2.2.1 Manutenção Corretiva.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Manutenção Preventiva.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.3 Manutenção Produtiva Total.....</b>	<b>18</b>
2.3 SOFTWARE MÁXIMO.....	21
<b>3 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>22</b>
3.1 INFORMAÇÕES DA EMPRESA.....	22
3.2 APLICAÇÃO DO MODELO.....	24
<b>3.2.1 Etapa Inicial.....</b>	<b>25</b>
3.2.1.1 Folhas de Instrução ao Trabalho.....	25
3.2.1.2 Folhas <i>Kaizen</i> .....	26
3.2.1.3 Folhas de Lição de Um Ponto.....	28
<b>3.2.2 Etapa Intermediária.....</b>	<b>29</b>
3.2.2.1 Análise de Quebra Zero.....	30
3.2.2.2 Mapa de Quebras.....	31
3.2.2.3 Programação de Preventivas.....	32
3.2.2.4 Spare Part.....	33
<b>3.2.3 Etapa Final.....</b>	<b>34</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>34</b>
4.1 GANHOS EM MÃO DE OBRA.....	34
4.2 GANHOS EM EFICÁCIA DE MÁQUINA.....	36
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

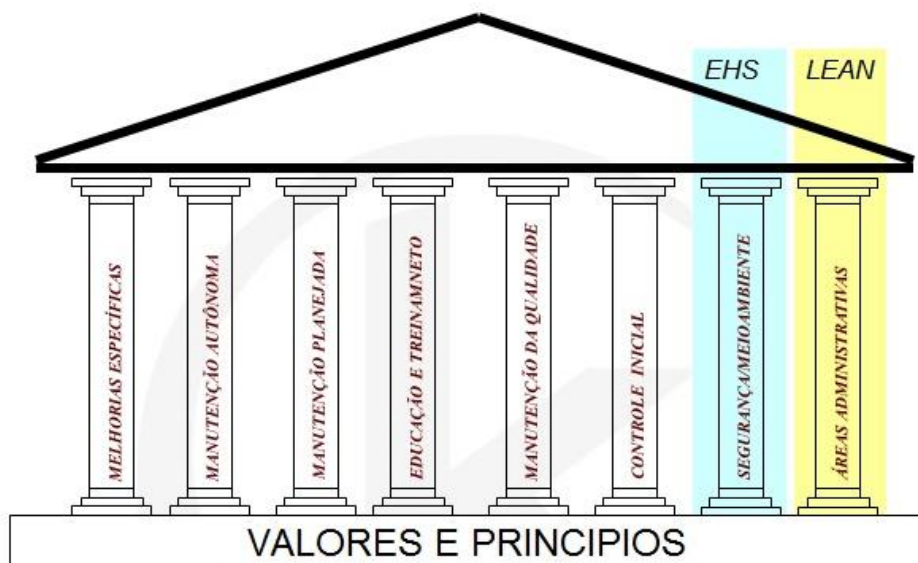
## 1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, seja no setor público ou privado o principal objetivo de uma empresa é gerar cada vez mais lucro e prosperar em seu cenário econômico. Com isso, planos de melhorias para eliminar possíveis gastos e aumentar a produtividade estão sendo implantados com maior frequência.

Um modelo bastante utilizado nos dias de hoje é o *Lean Manufacturing System* ou também conhecido como Sistema Toyota de Produção. Segundo Morgan e Liker (2006) este modelo desenvolvido é bem reconhecido, e baseia-se em uma diferente filosofia organizacional, na qual é necessária uma grande interação dos operadores com o sistema, e segundo Baluch, Abdullah e Mohtar (2012) foi identificado como a melhor classe de melhoria de processo permitindo um aumento significativo dos níveis de rentabilidade e produtividade.

Uma importante divisão do modelo *Lean* é conhecida como *Total Productive Maintenance* (TPM), que é composta por diversos pilares. Se trata de uma abordagem diferente no setor de manutenção das empresas, e segundo Baluch, Abdullah e Mohtar (2012) é um modo de se conseguir uma maior produtividade sem desperdício e com uma maior eficiência. Baseando-se na filosofia “TPM” foi desenvolvido um modelo ainda mais específico, chamado de Quebra-Zero na qual tem como objetivo, de acordo com Venkatesh (2005) zerar o número de horas de máquina parada (*Downtime*), o número de ocorrências de falhas, o número de acidentes na área e aumentar o tempo médio entre as falhas (*Mean Time Between Fails*, MTBF). A figura 1 ilustra pilares da filosofia TPM.

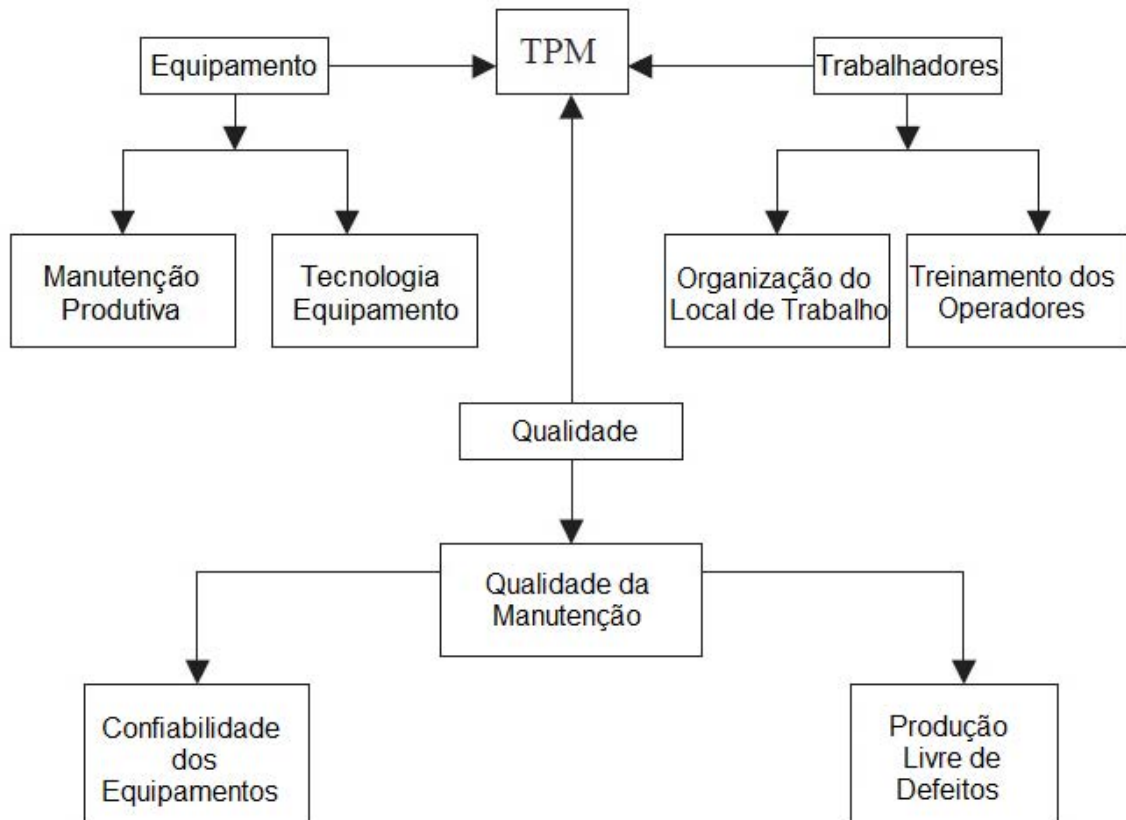
Figura 1 – Pilares da filosofia TPM



Fonte: *Taktica Lean Consulting – Training*.

O setor de manutenção de uma indústria é responsável pelo bom funcionamento e cuidados das máquinas, contribuindo diretamente na produtividade e eficiência. Para o modelo TPM ser positivo, são necessários que vários elementos chave, como: O nível de tecnologia e o cuidado com os equipamentos, a organização dos operários e o treinamento tanto do time de produção como o de manutenção, a figura 2 mostra estes elementos.

Figura 2 – Elementos chave para sustentar o modelo TPM



Fonte: F.T.S. Chan, H.C.W. Lau, R.W.L Ip, H.K. Chan, S. Kong; **Implementation of total productive maintenance: A case study.**

Com a necessidade de aumentar sua produção em sua linha, uma indústria química decidiu implantar este modelo em uma determinada máquina para observar o custo, a viabilidade e a eficiência deste modelo.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Realizar a implementação de um novo sistema em uma máquina produtora de fitas adesivas, com a utilização do método Quebra Zero, com o intuito de aumentar a produtividade diminuindo o tempo de parada, o número de ocorrências de falhas e aumentando o tempo médio entre falhas, em uma indústria química em Itapetininga, SP.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Verificar a ocorrência ou não do aumento da produtividade e a eficácia do programa na referida máquina em consequência da implementação do programa.
- Quantificar as ocorrências de falhas após a implantação do modelo quebra zero.
- Verificar se ocorreu o aumento no tempo médio entre as falhas da máquina após a implementação do método.

## 1.2. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Como o principal objetivo de todas indústrias é o aumento do seu lucro, portanto, é cada vez mais necessária a evolução e melhoria de seus indicadores e processos. Para isso foi estudada a implementação de um novo modelo de plano de manutenção para uma máquina específica, a fim de se obter uma melhor eficiência tanto na produção quanto na mão de obra.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. MANUTENÇÃO

O conceito de manutenção surgiu a partir da necessidade do homem de supervisionar, reparar e melhorar o desenvolvimento de suas máquinas para a produção de bens de consumo. Como todo modelo de estratégia de gerenciamento, também passou por evolução, na qual segundo Moubrey (2000) pode-se listar três diferentes gerações, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução dos conceitos de manutenção

	<1950	1950 - 1975	1975 - 2010
Função da Produção	Mão de Obra	Mecanização	Automatização e Globalização
Função da Manutenção	"Fix it when brakes" (consertar quando quebrar)	"I operate you fix" (Eu opero você conserta)	Conceitos de terceirização e Informação de processos
	Tarefa da produção	Departamento de Produção	Departamento de Manutenção
Técnicas de Manutenção	Corretiva	Preventiva	Manutenção Computadorizada
			Sistemas de Gerenciamento
			Sistemas Inteligentes de Monitoramento
			Preditiva
			TPM

Fonte: Adaptado de Sharma (2013).

- 1ª Geração (1914) – A disponibilidade das máquinas e a preocupação pela prevenção das falhas não era a prioridade, pois a produtividade não era crucial para a sobrevivência das companhias. Assim os equipamentos eram reparados ou substituídos apenas após o desgaste ou quebra. Nesse panorama, não havia necessidade de manutenção sistematizada, nem raramente era requerido pessoal especializado para a sua execução (NUNES, 2001).
- 2ª Geração (1950) – Devido à necessidade de uma crescente produção de bens após a segunda guerra mundial, as indústrias passaram a depender cada vez mais das máquinas, que começaram a se multiplicar e se modificar em tipo, quantidade e complexidade (NUNES, 2001). O tempo de parada de máquina é levado em consideração, pois afeta o ritmo e desempenho da produção, com isso houve a necessidade de melhoria no plano de manutenção, onde novos conceitos começaram a serem utilizados, como: Confiabilidade, Disponibilidade e Tempo de vida útil do equipamento.

- 3ª Geração (1970) – Houve uma mudança agressiva, a manutenção passa a ser um setor importante para a empresa, onde a integração com a produção se torna essencial para o sucesso. Mata Filho et al. (1998) relatam que “a partir de então a dependência das máquinas operarem continuamente sem falhas, é cada vez maior e qualquer interrupção devido a falhas tomava proporções críticas”.
- Com o aumento de capital investido, surgem técnicas e modelos mais desenvolvidos, como o uso de sistemas computadorizados de gerenciamento visando um melhor controle e monitoramento dos equipamentos aumentando assim a vida útil.

Com a difusão dos computadores e novas tecnologias, ocorreu uma melhoria dos instrumentos de medição e proteção, critérios mais sofisticados passaram a ser utilizados pela Engenharia de Manutenção, como sistemas automatizados de planejamento e controle. Segundo Neto (2011) com o surgimento destas atividades surgiu à equipe de Planejamento e Controle de Manutenção, com a finalidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos serviços utilizando um sistema informatizado como ferramenta de suporte.

O setor de manutenção se transformou em um segmento estratégico para o sucesso empresarial, pois, a necessidade de controles cada vez mais eficientes, ferramentas de apoio para tomada de decisão, desenvolvimento de estudos relacionados aos desgastes de equipamentos estão relacionados com o custo de todo um departamento no qual interfere diretamente com o produto final.

É vital para o gerenciamento do setor de manutenção a integração com os planos da companhia, pois cada organização demanda uma diferente abordagem, isso garantirá a disponibilidade do funcionamento dos equipamentos, a qualidade dos produtos, entregas pontuais e um preço mais competitivo.

Em suma, segundo Mishra, Anand e Kodali (2007) uma coleção de boas praticas podem ser seguidas e adotadas por várias organizações, com a intenção de tornar os recursos destinados à manutenção mais produtivos através da implementação de métodos de planejamento adequados, estrutura organizacional, dispositivos de medição e controles e técnicas integradas a computadores de gerenciamento de dados, de modo a gerir e otimizar o processo em termos de direção, qualidade, padrões de desempenho, economia e eficiência.

Para tanto, têm-se como objetivos seguir as seguintes etapas:

- Construir um modelo competitivo que se torne peça chave para a companhia.
- Proporcionar uma abordagem sistemática para melhorar a eficiência do sistema de produção pela eliminação de falhas.

- Manter o maior padrão de produtividade através do aumento da eficácia dos equipamentos.
- Reduzir o número de paradas emergenciais de máquinas.
- Reduzir o custo do setor de manutenção.
- Desenvolver equipamentos com a função de diagnosticar ciclo de vida útil.
- Assegurar a boa qualidade do produto através da análise e melhora do processo, materiais e a condição dos equipamentos.
- Obter o número zero de acidentes, ambiente de trabalho limpo e proteger o meio ambiente.
- Desenvolver uma organização flexível com um padrão de multi-qualificados internos.
- Garantir que os investimentos no setor sejam altamente rentáveis.
- Otimizar o custo da manutenção e prestar melhores serviços para a produção através de trabalho em equipe e uso das melhores ferramentas e tecnologias.

A eliminação de falhas e a prevenção de ocorrências de defeitos são elementos chave para a manutenção, ou seja, quão melhor for o sistema, menor será o número de quebras que irão interferir e prejudicar a produção. Segundo Nunes (2001) a tecnologia de manutenção deve ser desenvolvida para identificar as possíveis falhas, além de gerenciar suas conseqüências, com técnicas economicamente adequadas a serem aplicadas em cada situação específica, a tabela 2 descreve as diferenças entre defeito e falha.

Tabela 2 – Diferenciação entre Defeito e Falha

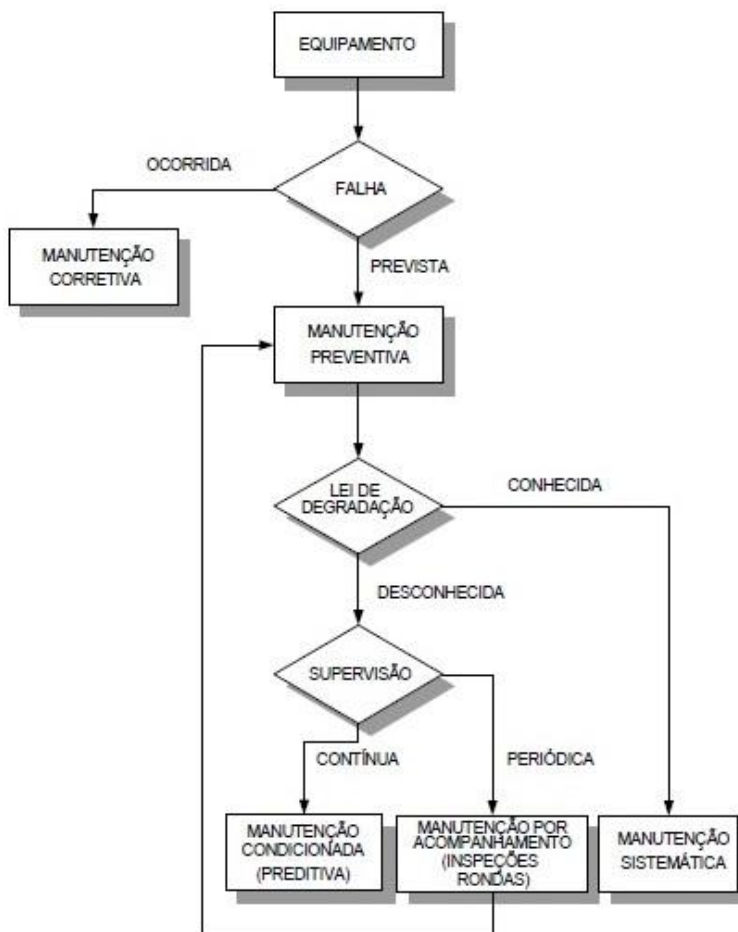
Função Requerida	Conjunto de condições de funcionamento para o qual o equipamento foi projetado, fabricado ou instalado.
Falha	É toda alteração física ou química no estado de funcionamento do equipamento que impede o desempenho de sua função requerida e o leva invariavelmente à indisponibilidade.
Defeito	É toda alteração física ou química no estado de funcionamento de um equipamento que não o impede de desempenhar sua função requerida, podendo o mesmo operar com restrições.

Fonte: GCOI-SCM (1998).

## 2.2 MÉTODOS DE MANUTENÇÃO

Existem diferentes maneiras de se classificar os métodos de manutenção existentes, os quais foram evoluindo com o passar dos anos e avanço tecnológico. A figura 3 mostra o fluxograma das formas de manutenção.

Figura 3 – Formas de Manutenção



Fonte: Adaptado de Nunes (2001).

### **2.2.1. Manutenção Corretiva**

O modelo de manutenção corretiva (CM) é o mais antigo e surgiu com a evolução industrial no final do século XIX instituída por Ford, este conceito é comparado por Mishra, Anand e Kodali (2007) como uma situação de combate a incêndio, pois apenas após o início do problema, é tomada alguma ação. Segundo Neto (2011) as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, em consequência, sentiram a necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas operatrizes no menor tempo possível, surgindo assim um órgão, cujo objetivo básico era de execução da Manutenção Corretiva. CM como é conhecida, caracteriza-se como a permissão de rodar o equipamento até a falha, ocorrendo reparo ou substituição apenas após a ocorrência, Swanson(2001).

Dados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN, 2011) mostram que as empresas brasileiras empregam 26% do tempo de trabalho dos seus funcionários em ações corretivas, sendo assim necessário realizar melhorias contínuas na gestão do sistema, aplicando métodos consolidados e inovadores. Constatou-se que o custo da manutenção corretiva chega a ser três vezes maior do que no modo preventivo.

### **2.2.2. Manutenção Preventiva**

O conceito de manutenção preventiva (PM) segundo Sharma (2013) começou a ser introduzido na década de 60. Devido ao crescimento da automatização e mecanização das indústrias a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos se tornaram elementos chave para o sucesso das companhias.

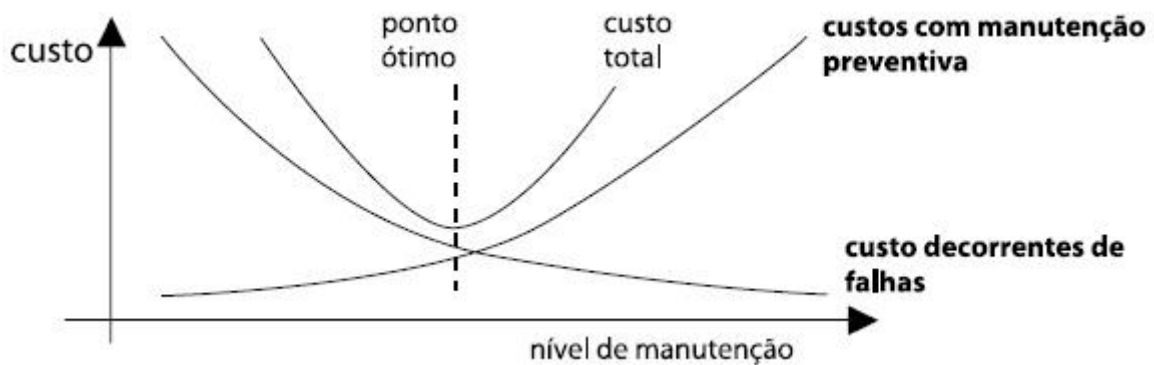
O principal objetivo do modelo é conseguir controlar a degradação dos componentes, a fim de aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos, diminuindo assim o número de quebras e de parada de máquina. De acordo com Nunes (2001) a manutenção preventiva é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha, sendo assim uma intervenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha. Para Venkatesh (2005) manutenção preventiva está baseada em atividades de rotina, tais como: limpeza, inspeção, lubrificação e re-aperto das máquinas. A definição de prática de Manutenção Preventiva (PM) engloba todo o planejamento, programação e ações corretivas antes da falha nos equipamentos, tentando determinar as trocas e revisões periódicas de acordo com a frequência média de falhas Mostafa (2004).

Para Marcorim e Lima (2003), o simples fato de a manutenção preventiva reduzir o risco de paradas não programadas devido a falhas no equipamento já a coloca como uma opção melhor do que a manutenção corretiva em máquinas ligadas diretamente ao processo.

Porém, há pontos que devem ser ressaltados, como a imprevisibilidade do desgaste, ou seja, o ritmo de desgaste pode não ser uniforme, resultando assim em uma falha que não foi prevista; a necessidade de interromper a produção em intervalos programados para seguir o cronograma preventivo; a obrigação de se ter um controle das peças de reposição, aumentando o custo necessário de estoque e a imprescindibilidade da capacitação técnica dos operadores para realização dos planos de manutenção.

Marcorin e Lima (2003) tomam a manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, devendo-se definir a melhor política a ser adotada para a redução dos custos. O gráfico da figura 4 ilustra que investimentos crescentes em (PM) reduzem os custos decorrentes das falhas, em consequência diminuem o custo total da manutenção, porém elevam o custo total da produção, sendo necessário balancear os investimentos a fim de encontrar o ponto de máximo para um melhor aproveitamento do modelo.

Figura 4 – Gráfico custos versus nível de manutenção



Fonte – Mirshawa e Olmedo (1993).

### 2.2.3 Manutenção Produtiva Total

Manutenção produtiva total (TPM) de acordo com Fleming e França (1997) é mais que uma ferramenta de manutenção, é uma filosofia de trabalho tida como missão da empresa na manutenção da produtividade, criada por um grupo de japoneses da indústria automobilística na década de 70. Para Venkatesh (2005) a metodologia TPM começou a ser traçada quando o modelo preventivo de manutenção criado nos Estados Unidos foi inserido no Japão. O intuito deste modelo é maximizar a eficácia da produção e o desempenho dos equipamentos, melhorando o funcionamento geral, diminuindo o número de falhas e atingindo o custo do ciclo de vida ideal.

Considerado como uma abordagem agressiva para uma estratégia de manutenção por Swanson (2001), a metodologia TPM, segundo Macaulay (1988) tem como foco eliminar seis

principais formas de perdas, tais como: falha de equipamentos, tempos de ajuste e setup, inatividade e pequenas paradas, velocidade reduzida, defeitos no processo e baixa produção.

De acordo com Venkatesh (2005) a metodologia TPM é sustentada por alguns pilares, entre os quais estão os de 5S, Manutenção Autônoma, “*Kaizen*”, Manutenção Planejada, Manutenção de Qualidade, Treinamento, TPM nas Áreas Administrativas e Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

- 5S–Representa a organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina no ambiente de trabalho.
- Manutenção Autônoma – Voltado para o desenvolvimento das habilidades dos operadores, a fim de se tornarem capazes de cuidar de tarefas simples de manutenção, como: limpeza, lubrificação, aperto de parafusos e dentre outras.
- *Kaizen* (Mudança para melhor) – Tem como objetivo implementar simples melhorias que serão efetivas no ambiente de trabalho através da criação de procedimentos padronizados.
- Manutenção Planejada – Área designada a cuidar do planejamento do tipo de manutenção a ser usada em cada caso, com o intuito de reduzir o número de falhas e responsável pelo treinamento e auxílio aos operadores da produção.
- Qualidade da Manutenção – Pilar voltado a satisfação do cliente, através da entrega de um produto com a mais alta qualidade, livre de defeitos.
- Treinamento – Setor destinado a revitalizar empregados, lhes proporcionando novos conhecimentos, ampliando o nível de pessoal especializado e obtendo funcionários “multi-tarefas”.
- TPM nas áreas administrativas – Possui o âmbito de melhoria em funções administrativas, analisando processos e procedimentos que possam melhorar a fim de automatizar processos.
- Segurança, Saúde e Meio Ambiente – Área com o foco em criar um ambiente seguro para o trabalho, com o intuito de reduzir o número de acidentes e o dano ao meio ambiente à zero.

O modelo de manutenção produtiva total depende totalmente da sincronia de trabalho entre o setor de manutenção e produção, pois devido ao investimento na melhoria das habilidades dos operários do setor da produção, eles vêm sendo cada vez mais efetivos no cuidado com a boa condição do equipamento. Segundo Xavier (1998), pode-se usar a seguinte afirmação “Da minha máquina cuido eu”, devido à necessidade dos operários terem de se atentar a pequenos serviços que devem ser realizados por eles próprios e não mais pelos mantenedores. À medida que os operadores realizam tarefas elementares de manutenção, os mantenedores podem se dedicar a tarefas mais complexas e atividades de análise e melhoria na planta, Xavier (1998).

A tabela 3 ilustra as funções dos setores de manutenção e produção.

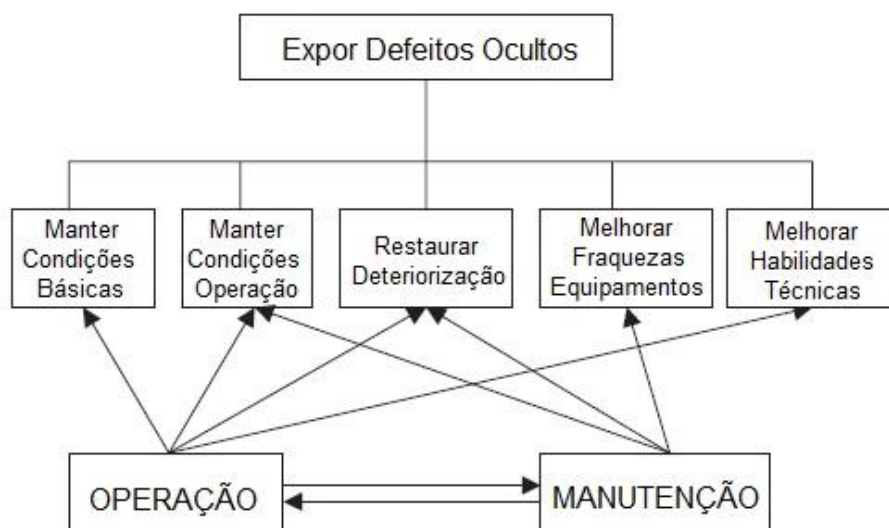
Tabela 3 – Funções dos setores de manutenção e produção

OPERADORES	Executar tarefas de manutenção Lubrificação, regulares, engaxetamento, reaperto.
MANTENEDORES	Executar tarefas com maior grau de complexidade ou dificuldade.
ENGENHEIROS	Planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos que "não exijam manutenção".

Fonte: Xavier (1998).

A cooperação entre os dois setores proporciona ao pessoal de manutenção se concentrar e focar em atividades que exijam maior experiência técnica e em aprenderem sobre técnicas mais sofisticadas que auxiliem em seu trabalho. Na figura 5 é possível observar a relação entre os setores de operação e manutenção.

Figura 5 – Relação entre Operação e Manutenção



Fonte: Chan et al. (2003)

Essa interação resulta em um enorme ganho para companhia, tais como economia em recursos de mão-de-obra, aumento do intervalo entre as falhas e melhoria da produção.

### 2.3. SOFTWARE MÁXIMO

É um software desenvolvido pela empresa IBM, onde permite que os responsáveis pelo setor de manutenção planejem e executem o melhor plano de trabalho no dia a dia para cada máquina, contendo ferramentas automatizadas que são capazes de gerenciar todo o *site*.

Com o programa é possível relatar as falhas em tempo real e gerar ordem de serviço para os respectivos problemas, fazer uma projeção das atividades preventivas, gerar relatórios de falhas e horas de parada, controlar o banco de horas dos mantenedores, requisições e etc. As figuras 6 e 7 mostram algumas telas do software.

Figura 6 – Ordem de serviços gerada pelo Máximo

Valor		Atualizar		Atualizar		Itapetininga											
OS's Atrasadas: 133				OS's Concluídas: 294				OS's AMATL: 94				Total de OS's: 1385					
Status	Resp.	Nº da O.S.	Data Abertura	Localizaç.	Nº do Equip.	Descr. Equip.	Descr. Serviço	Aberto por	Classif.	Tipos de Serviço	Justif.	Plano Trabalho	Pres / Prod.	Classif. de OS	Atraso	Torne Aberto	
APRV	ACB	20188	06/05/2011 17:55	FABR	320000	3M do Brasil - Fabrica R - Superliga	OS para debito de Material - EMPRESTIMO	Deixe		CAP				Normal	-431	2º Turno	
APRV	ACB	752292	06/05/2011 11:08	PAIVOS	320003	Equipos para apontamento de SERVIÇOS SERVAS - FITAS	OS para debito de Material - Fitas - Itapet	Daniel		SVC-P				Normal	-247	7 Turno	
APRV	ACB	752293	06/05/2011 11:09	FABR	320007	Equipos virtual para apontamento de SERVIÇOS DE UTILIDADES	OS para debito de Material - Utilidades - Hólo	Helio		SVC-P				Normal	-247	7 Turno	
APRV	ACB	752294	06/05/2011 11:09	FABR	320008	Equipos virtual para apontamento de SERVIÇOS SERVAS - Flocos	OS para debito de Material - Projetos - Valer	Valer		SVC-P				Normal	-247	7 Turno	
APRV	ACB	752295	06/05/2011 11:11	FABR	320009	Equipos virtual para apontamento de SERVIÇOS SERVAS - Cabe	OS para debito de Material - Cabe - 3M	Deixe		SVC-P				Normal	-247	7 Turno	

Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Programação e planejamento de preventivas

**MAXIMO - Programação Mensal de Preventivas**

V.2015.0

Escolher período | Classificar a lista | Atualizar agora | Ver Horas | Sair

Escolher site | Detalhes do plano | Imprimir

03/11/2015 16:56

Atenção para as OS de Segurança e Meio Ambiente, que não têm prazo

Ordem OS: 226 | Período selecionado: Novembro - 2015

Legenda do status:  
 A - Anulado | C - Já concluída  
 P - Pendente | X - OS cancelada

Resp	Oficina	Dia	Equipamento	Descrição da preventiva	Classe	OS nº	Status	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
TAV	EEARP	1	Panel de comando geral (elétrico)	Panel de comando geral fixar de EP - MP - Elétrica	N	1309484	P																					
TAV	LUB	1	Partedora Plataforma de ar plug	Rota de LUBRIFICAÇÃO nº 10 - PRÉDIO 81	N	1337218	P																					
TAV	BEARP	1	Mixer de Ear Plug I	Mixer de Ear Plug I - MP - Mecânica	N	1295081	P																					
CCP	SE0	2	Válvulas de bloqueio - Virtual	Válvula de bloqueio - MP - Segurança	S	1337283	C																					
CCP	SE0	2	Válvulas de bloqueio - Anexo 2 ST30306 - Virtual	Válvulas de bloqueio - MP - Segurança	S	1337284	C																					
SRQ	LUB	2	Hook Maker	Rota de LUBRIFICAÇÃO nº 86 - PRÉDIO 88C	N	1327194	P																					
QLL	LUB	2	Troqueleira VI - Webtron	Rota de LUBRIFICAÇÃO nº 89 - PRÉDIO 87	N	1337285	P																					
TAV	BMASC	2	Maker de Máscaras I	Maker de Máscaras I - MP - Mecânica	N	1328653	P																					
SRQ	LUB	2	Cortadeira 12 (Principal)	Rota de LUBRIFICAÇÃO nº 85 - PRÉDIO 88B	N	1337170	P																					
TAV	EEARP	3	Fábrica 8	Fábrica A e B - Empacotamento de Ear Plug Sem cordão - MP - Elétrica	N	1328679	P																					
SRQ	BEEL	3	EBL - Maker	Eq. Rot 3 do EBL - MP - Mecânica	N	1327387	C																					
QLL	ECOB	3	Cobreada 6	Motor do pré-condicionador - Cob 6 - MP - Elétrica	N	1340180	P																					
QLL	BCOB	3	Cobreada 6	DE Cobreada 6 - MP - Mecânica	N	1340184	P																					
QLL	UTL	3	Cobreada 6	Monitoramento do sistema de ventilação e exaustão - MP - 12 Sem	N	1340187	P																					
QLL	UTL	3	Cobreada 6	Monitoramento do sistema de ventilação e exaustão - MP - 12 Sem	N	1340188	P																					
TAV	EEARP	3	Cordão 4	Fábrica A e B - Cordão 4 - MP - Elétrica	N	1340178	P																					
SRQ	BEEL	3	EBL - Maker	Take Away do EBL - MP - Mecânica	N	1327174	C																					

Fonte: Próprio autor.

### 3. ESTUDO DE CASO

Nesta seção, a implementação do modelo TPM - quebra zero é demonstrada através do estudo de caso em uma máquina produtora de fitas adesivas de uma empresa fabricante da área química. Algumas informações da companhia são apresentadas a seguir, junto com os detalhes dos procedimentos utilizados para aplicação do processo. A companhia começou a implementar o modelo quebra zero em janeiro de 2015 sendo acompanhado por este trabalho até dezembro de 2015.

#### 3.1 INFORMAÇÕES DA EMPRESA

A companhia deste estudo de caso é uma multinacional americana da área química, seus produtos são conhecidos mundialmente pela boa qualidade. A empresa atua em diversas áreas, tais como: Indústria e Transporte; Saúde; Consumo e Escritório; Segurança; Produtos Elétricos e Comunicação; Controle de Tráfego e Comunicação Visual. Seu portfólio contabiliza mais de 55.000 produtos.

A figura 8 representa a plataforma de atuação tecnológica de atuação da empresa.

Figura 8 – Plataforma Tecnológica de Atuação



Fonte: Site da companhia.

A empresa é situada na cidade de Itapetininga – SP a 150 km da capital, São Paulo e começou a operar no ano de 1981, hoje conta com o contingente de 700 funcionários. A planta é dedicada á tratamento de filmes, produção de fitas adesivas e equipamentos de segurança.

A planta de Itapetininga – SP adota o modelo *Lean* – Manutenção Produtiva Total (TPM), porém devido ao aumento da demanda de produtos e a competitividade com outras empresas do setor, a companhia precisava reduzir ainda mais o custo da sua produção e aumentar a qualidade de seu produto. Considerando esse cenário, a companhia decidiu ampliar seu investimento no setor de manutenção e intensificar a aplicação do modelo nas principais máquinas do *site*, adotando um novo programa, chamado de Quebra Zero.

O caso deste estudo se refere a uma máquina em particular, chamada de Cobrideira 5, que é responsável por uma grande parte da produção de fitas adesivas para fraldas, área que é o carro chefe da planta.

A figura 9 mostra o setor da fábrica onde foi implantado o modelo TPM.

Figura 9 - Cobrideira5



Fonte: Próprio autor.

### 3.2. APLICAÇÃO DO MODELO

A implementação do modelo foi dividida em três etapas, onde foi necessária a interação de todos os funcionários, incluindo o pessoal da produção, manutenção, coordenadores, supervisores e gerentes. A tabela 4 mostra as etapas na qual o processo foi implantado.

Tabela 4 – Etapas da implementação do modelo Quebra Zero

<b>QUEBRA ZERO</b>	
ETAPAS	AÇÕES
INICIAL	APLICAÇÃO DOS PILARES TPM ANÁLISE OPORTUNIDADES DE GANHO EM MÃO DE OBRA TREINAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS
INTERMEDIÁRIA	IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS ESPECÍFICAS ACOMPANHAMENTO E ESTUDO DAS PARADAS DE MAQUINA CRIAÇÃO DE UMA LISTA DE SPARE PART
FINAL	BUSCA DE NOVAS OPORTUNIDADES SUPERVISÃO E AUDITORIA DAS MELHORIAS ANÁLISE DOS GANHOS

Fonte: Próprio autor.

### 3.2.1 Etapa Inicial

Devido à companhia já adotar a filosofia TPM, todos os funcionários já possuíam um certo conhecimento, portanto houve uma facilidade no entendimento das ações que seriam tomadas. Os pilares da metodologia já estavam instaurados, entretanto necessitava maximizar o aproveitamento das oportunidades, e para isso foi feito uma análise do setor de manutenção em conjunto com o setor de produção para a introdução de novas medidas.

Foram utilizadas algumas ferramentas do modelo TPM, tais como: Folhas de Instrução ao Trabalho (FIT), Folhas *Kaizen* e Folhas de Lição de Um Ponto (LUP).

#### 3.2.1.1 Folhas de Instrução ao Trabalho

As folhas de instrução ao trabalho, ilustrada na figura 10 têm como principal objetivo auxiliar os operadores na realização de novas atividades, ou seja, serviços que eram feitos pelo time da manutenção que não necessitam de um elevado conhecimento técnico, tais como: Setup de máquina, lubrificação, limpeza, troca de filtros e serviços que não ofereçam perigo ao funcionário.

Após a realização de todo o treinamento e acompanhamento do operador na realização da nova tarefa, este estará apto a realizar o serviço futuramente, e assim liberando o funcionário da manutenção (mão de obra técnica) para a realização de serviços que exijam um maior conhecimento técnico.

Figura 10 – Ficha de Instrução de Trabalho (FIT) para Ajuste do Lábio do DIE

FOLHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO						Anexo 1.0		
Seqüência / Nome Elemento:	Ajuste do Lábio do DIE		TIPO:	Operacional	ÁREA:	DPTO:	FUNÇÃO:	PAG.:
Produto:	Ajuste do Lábio do DIE - Cobrideira 05			IATD	CORRSEITA US	Operador		01 de 01
			Etapa	Passo principal				
			1	Ajustar o torquímetro para um torque de 40N.				
			2	Para ajustar os parafusos das laterais do DIE (1 ao 4, 30 ao 33) usar o torquímetro com chave fixa de 9/16".				
			3	Para fechar o lábio do DIE, usar o torquímetro na posição conforme a seta do torquímetro.				
			4	Para abrir o lábio do DIE, usar o torquímetro na posição conforme a seta do torquímetro.				
			5	Para ajustar os parafusos da parte central do DIE (5 ao 29) usar o torquímetro com chave fixa de 5/8".				
			6	Para fechar o lábio do DIE, usar o torquímetro na posição conforme a seta do torquímetro.				
			7	Para abrir o lábio do DIE, usar o torquímetro na posição conforme a seta do torquímetro.				
			<b>Obs:</b> Quando o torquímetro der um estalo quer dizer que já está no torque máximo suportado pelo parafuso, se continuar forçando irá espanar o parafuso ou a rosca do lábio do DIE.					
			EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA			FERRAMENTAS		
			Óculos de Segurança			Torquímetro		
			Touca			Chave fixa 9/16"		
			Ear Plug			Chave fixa 5/8"		
			Sapato de Segurança					

Fonte: Próprio autor.

Após o período inicial de quatro meses de implantação do modelo, foi possível observar novas oportunidades de melhoria, ou seja, os operadores receberam treinamento para novos serviços, dos quais seriam responsáveis pela realização futuramente no andamento do programa. Devido a essas oportunidades, foi possível aumentar consideravelmente o ganho em horas de manutentores para novas atividades.

### 3.2.1.2 Folhas *Kaizen*

As folhas *Kaizen*, ilustradas nas figuras 11 e 12, também podem ser chamadas de “agentes de melhoria”, pois diagnosticam uma oportunidade de *upgrade*, sejam elas em alguma rotina de serviço ou em ganho de melhoria de máquina. Os responsáveis por encontrarem essas possibilidades de desenvolvimento são todos os envolvidos no setor, ou seja, operadores, time da manutenção, supervisores, gerentes e etc.

Os ganhos com um simples “agente de melhoria” podem variar tanto do aspecto de segurança dos funcionários, como evitar paradas de máquinas, melhorias no processo, aumento da qualidade do produto e da produção.

Figura 11 – Folha Kaizen de melhoria em equipamento

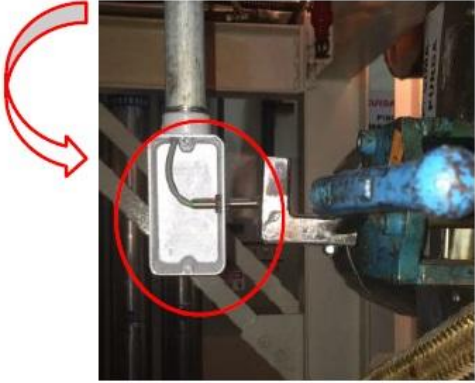
Lean Manufacturing System		Folha Kaizen   Agentes de Melhoria		
Local	Problema	Causa raiz	Ação	Resultado
Drive da Desenroladeira da Cobrideira 5	Causava falha na emenda e queima de componentes.	Obsolescência do equipamento.	Upgrade do sistema.	Não houve falhas e queima de drives.
<b>Antes</b>		<b>Depois</b>		
<p>Ocorria falhas na emenda, paradas de máquina, quebra e queima de drives, onde havia uma dificuldade de reposição devido a obsolescência do equipamento.</p> 				
Equipe:	Manutenção IATD			
Há necessidade de?	<input type="checkbox"/> LPP <input type="checkbox"/> FIT <input type="checkbox"/> Mod. STD de Processo <input type="checkbox"/> Mod. De Equipamento (MOC) <input type="checkbox"/> Ação sobre fornecedor <input type="checkbox"/> Inclusão em Preventiva <input type="checkbox"/> Inclusão Padrão Provisório <input type="checkbox"/> Mudança de Layout <input checked="" type="checkbox"/> Outro: Upgrade			

Fonte: Próprio autor.

Figura 12 – Folha *Kaizen* de melhoria em rotina de serviço

Lean Manufacturing System		Folha Kaizen   Agentes de Melhoria		
Local	Problema	Causa raiz	Ação	Resultado
Válvula de alimentação de resina da extrusora da Cobrideira 5	Entupimento da alimentação, proporção errada de material etc.	Falha operacional.	Instalação de sensor para verificação da posição da válvula.	Não houve mais este tipo de problema.

Antes	Depois
<p>Caso o operador se esquecesse de fechar a válvula, poderia acontecer: entupimento da alimentação, rugas no material, material na proporção errada e etc.</p>	<p>Sensor que verifica a posição da válvula</p> 

Equipe:	Manutenção IATD				
Há necessidade de?	<input type="checkbox"/> LPP	<input type="checkbox"/> FIT	<input type="checkbox"/> Mod. STD de Processo	<input type="checkbox"/> Mod. De Equipamento (MOC)	<input type="checkbox"/> Ação sobre fornecedor
	<input type="checkbox"/> Inclusão em Preventiva	<input type="checkbox"/> Inclusão Padrão Provisório	<input type="checkbox"/> Mudança de Layout	<input type="checkbox"/> Outro: _____	

Fonte: Próprio autor.

Assim como as folhas de instrução ao serviço, as folhas *Kaizen* também são de suma importância, auxiliando na melhoria do processo, diminuindo a oportunidade de falhas e erros e assim aumentando a qualidade da produção.

### 3.2.1.3 Folhas de Lição de Um Ponto


Essa ferramenta é muito utilizada em áreas de manufatura para padronizar serviços que possam ser executados erroneamente, ou seja, limitar o número de erros dentro de um processo, assim diminuindo o risco de parar a produção, reduzir a qualidade do produto ou até perder todo o processo.

É Baseada em um conjunto de treinamentos para auxiliar os funcionários da produção a executarem o serviço de uma maneira mais produtiva. A figura 13 ilustra um exemplo de uma folha de lição de um ponto.


Figura 13 – Folha de Lição de Um Ponto

**LUP**  
LIÇÃO DE UM PONTO


TEMA Calibragem do Rolo Formador		Nº 001
OBJETIVO Capacitar os operadores para calibrarem o Rolo formador		
ÁREA GERADORA IATD   COBRIDEIRA 5	TIPO <input type="checkbox"/> CAPACITAÇÃO <input type="checkbox"/> MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES BÁSICAS <input type="checkbox"/> MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS <input type="checkbox"/> RESTAURAÇÃO DA DETERIORAÇÃO <input type="checkbox"/> SEGURANÇA	
PÚBLICO ALVO Operadores		
ELABORAÇÃO 16 / 03 / 2015	APROVAÇÃO ___ / ___ / ___	




1. Soltar o parafuso Allen na manivela do rolo formador



2. Inserir o conjunto chaveta + calibre 1.70 mm no vão entre os dois rolos.



3. Utilizando a manivela regular a posição dos rolos até que o conjunto inserido entre o vão fique sem folga (pesado)



4. Apertar o parafuso Allen na manivela do rolo formador

5. Retirar o conjunto chaveta + calibre dos rolos.

**Obs.: Realizar o procedimento do lado operador e do lado motor**

RG-00-SQ-052

Fonte: Próprio autor.

### 3.2.2 Etapa Intermediária

Após os quatro meses iniciais da implementação do modelo TPM, o foco foi intensificado e passou-se a utilizar novas ferramentas, tais como as Análises de Quebra Zero, Mapa de Quebras, Programação de Preventivas, lista de *Spare* Partes (Peças de reposição), Análise de Ocorrências de falha e Análise de Ordem de Serviços.

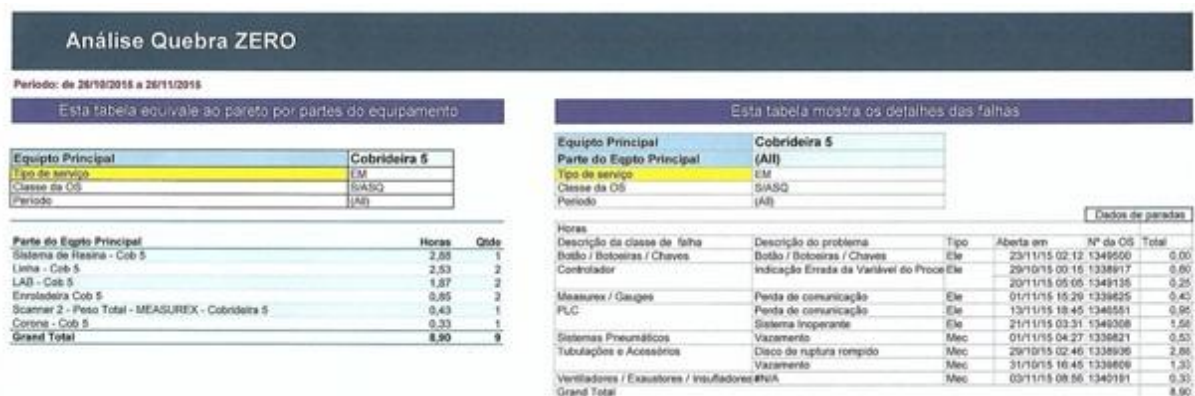
Todas essas etapas tinham como o intuito melhorar ainda mais a produtividade, a qualidade e o tempo médio entre as falhas, diminuindo o número de ocorrências e o tempo de paradas.

A partir deste momento foi adotado um time específico para “apadrinhar” a máquina, como operadores, mecânicos e eletricitas, no qual estes seriam os responsáveis de acompanhar e melhorar o desempenho do equipamento. Todas as decisões tomadas eram discutidas em reuniões semanais, onde era definido o plano de ação em conjunto com as novas idéias, as atividades e responsabilidades de cada participante do projeto.

### 3.2.2.1 Análises de Quebra Zero

A ferramenta de Análise de Quebra Zero, mostrada na figura 14 é responsável por acompanhar todas as paradas emergenciais (parada obrigatória de máquina que não foi prevista, ou seja, uma parada não planejada) que ainda não foram tratadas e estudadas. Com a utilização deste método, é possível separar as paradas devido a cada parte do equipamento principal, facilitando assim encontrar o local em que estará havendo o maior número de incidência por: quantidade, horas e por descrição do problema.

Figura 14– Ferramenta Análise Quebra Zero



Fonte: Próprio autor.

Após a análise da parte do equipamento principal em que apresenta os maiores números de falhas e tempo de parada de máquina, será definida a ordem de ataque aos problemas de acordo com a relevância de cada um. Dentro desta mesma ferramenta é possível verificar os detalhes e etapas do trabalho que foram executados em cada ordem de serviço (OS) e conferir por quais eletricitas e mecânicos as atividades foram feitas, assim pode-se verificar o real motivo da parada e criar um plano de ação para prevenir ou evitar esse mesmo problema futuramente. A figura 15 ilustra detalhes do trabalho realizado.

Figura 15 – Detalhes do trabalho realizado em cada Ordem de Serviço

Nº da OS 1333600																	
Estado	Descrição	Tipo	Licor	Plano Trab	Plano Prev	Custo Mat	Custo MO	Solicitante	HRH Serviço	Término Serviço	Duração	Parada	Descrição	Equip	Grada int	Normas	
CCNDL	Tensão do pulvêr disparando, ocasionando quebra do filme laminado	EM	20030			138,23	631,3	Fernando	15/10/15 16:30	##/##/##/##	12,87			C004	300002	##/##/##/##	29,25
OS suscitada por: ER021244 20/10/15 00:05																	
Parada ajust (Norma): 12:52																	
Materiais utilizados:																	
Item	Descrição	Anexo	Data retirada	Qtd	Custo unitário	Tipo											
7355	Sensor de proximidade indutivo P55-IB046		18/10/15 7:00	1	138,23	CONSUMIR											
Parada apontada pela Produção:																	
Início:		Fim:															
15/10/15 16:15		15/10/15 07:07															
Apontada: 12:52																	
Operações realizadas:																	
Ocorrência	Descrição	Duração															
5	após setup p/ WITCOMB, estava bem, ao corta enrol. A ocorre ocasionado controle tensão e queda filme	-															
6	Verificado sistema controle tensão, verificado ajuste p/ viscoso, verificado sel. enroladeira e avanço corte	-															
7	controlado faixa posicionamento caso erro. A, não deslocava p/ posição certa, visto sensor posição q/ cabo danificado	-															
8	Reparo cabos senso po. caso erro. A, foi necessário a troca cabo sensor	-															
9	após liberacao caso erro. A, acopl. sensor e continuidade verificada sel. controle tensão q/ malafunção devido tipo material (viscoso)	-															
10	Fecho verificação do funcionamento	-															
20	Acompanhamento com variac	-															
30	verificação encoder do pul ml	-															
40	verificação acoplamento encoder	-															
50	feito ajuste do carga enrol e pul ml	-															
60	aportado mangueira do vazio pul ml	-															
70	selo liberacao no pul ml muito	-															
80	ajuste pressão da face enroladeira 2	-															
90	acompl modou normal	-															
100	11:00 terminou no rate gelado	-															
Códigos de falha:																	
Código	Sig	Tipo	Descrição														
E001		1909	PROCL/Entrada														
S001		1913	PROCL/ Sistema de Control														
S014		1914	CAUSA Saturação														
A001		1917	SOLUC Ajuste														
Matrô de obra apontada:																	
Chapa	Nome	Tipo	Horas Anotadas	RF	Início	Fim	Término	HR Normas	Cobertura								
20293	Roberto Fonseca Druz	L_MEC_C	1,583333333	0	42298	0	16/10/15	0:00									
20545	Valdinei Donizete Vieira	L_ELE_D	1,116666667	0	42298	0	16/10/15	0:00									
20545	Valdinei Donizete Vieira	L_ELE_D	2,383333333	0	42298	0	16/10/15	0:00									
20545	Valdinei Donizete Vieira	L_ELE_D	2	0	42298	0	16/10/15	0:00									
20920	Everaldo de Oliveira	L_ELE_C	1,6	0	42292	0	15/10/15	0:00	5								
20930	Everaldo de Oliveira	L_ELE_C	1,333333333	0	42292	0	15/10/15	0:00	7								
21244	Cristiano Henriques Paschoa de Olive	L_ELE_B	2	0	42292	0	16/10/15	0:00									
21244	Cristiano Henriques Paschoa de Olive	L_ELE_B	3	0	42298	0	16/10/15	0:00									
21244	Cristiano Henriques Paschoa de Olive	L_ELE_B	2,26	0	42298	0	16/10/15	0:00									
21244	Cristiano Henriques Paschoa de Olive	L_ELE_B	2	0	42294	0	16/10/15	0:00									
21244	Cristiano Henriques Paschoa de Olive	L_ELE_B	3,416666667	0	42296	0	16/10/15	0:00									
A15312Z	José Maria Oliveira	L_ELE_C	0,333333333	0	42290	0	16/10/15	0:00									
A1P952Z	Daniel Carlos Pires	L_ELE_B	1	0	42298	0	16/10/15	0:00									
A1P952Z	Daniel Carlos Pires	L_ELE_B	1	0	42298	0	16/10/15	0:00									
A1P952Z	Daniel Carlos Pires	L_ELE_B	0,5	0	42292	0	16/10/15	0:00									
A1TC4ZZ	Alex Sandro de Andrade Vieira	L_MEC_B	3	0	42289	0	16/10/15	0:00									
A1TC4ZZ	Alex Sandro de Andrade Vieira	L_MEC_B	0,833333333	0	42299	0	16/10/15	0:00									

Fonte: Próprio autor.

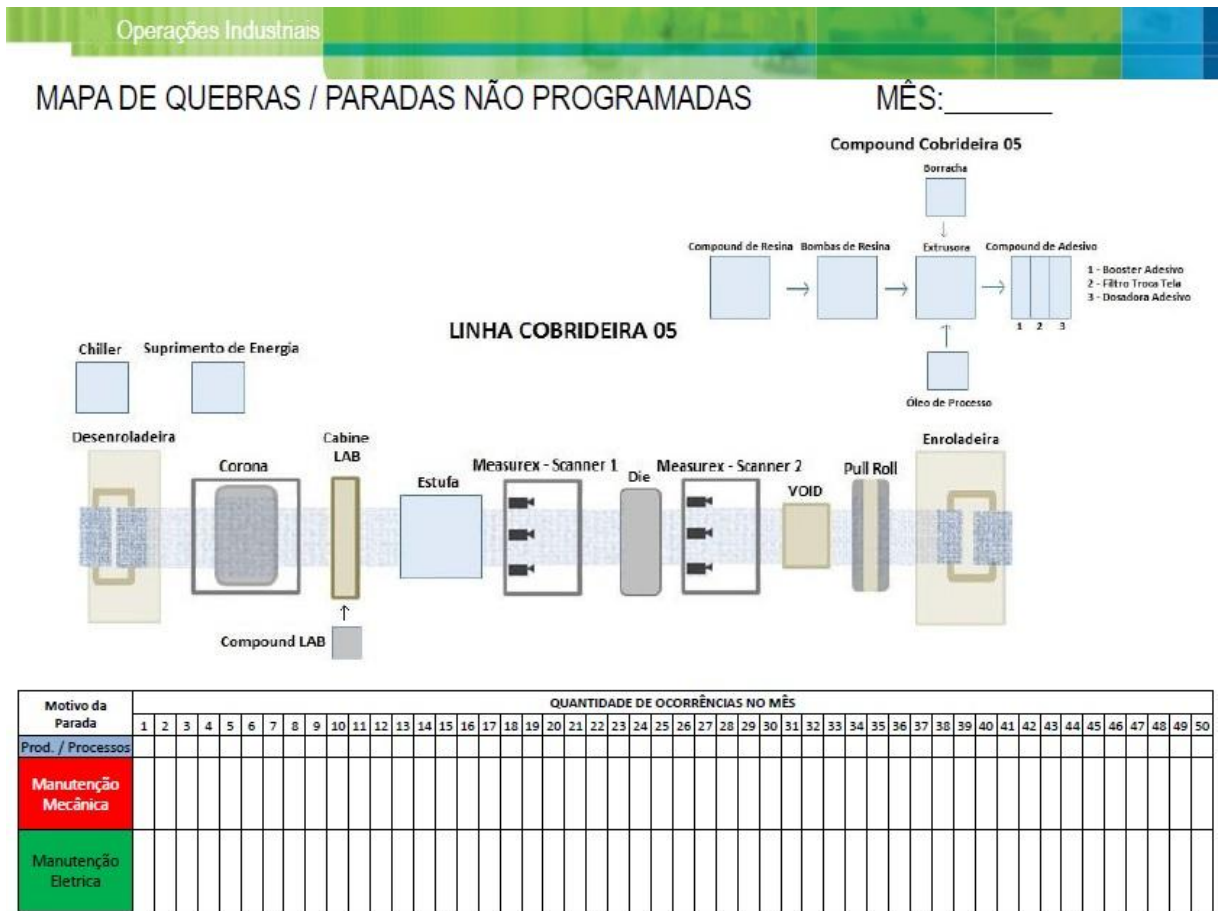
Com o uso desta ferramenta várias oportunidades de melhoria foram apresentadas, na qual nos auxiliou a diminuir o tempo de parada de máquina, tendo um aumento na eficácia da produção.

### 3.2.2.2 Mapa de Quebras

A ferramenta de Mapa de Quebras, ilustrada na figura 16, nada mais é que um complemento da análise de quebra, porém os responsáveis por determinarem no mapa os pontos específicos de cada problema são os operadores. Com isso é possível observar se há discrepância no apontamento de cada parada, caso haja, é criado um plano de treinamento específico para os operadores, para que no futuro isso não ocorra.

A principal vantagem deste artifício, é que muitas vezes em uma parada de máquina o operador não aponta o problema na raiz, errando o local da ocorrência e fazendo com que o eletricitista ou mecânico percam tempo na procura da falha.

Figura 16 – Mapa de Quebras



Fonte: Próprio autor.

Superando esta deficiência do sistema, pode-se melhorar a interação entre os funcionários, fazendo com o tempo de máquina parada para um conserto diminua, tem-se assim um ganho na produção.

### 3.2.2.3 Programação de Preventivas

A programação de preventivas em qualquer empresa é de suma importância, porém devido ao seu custo elevado, na maioria das vezes acaba sendo mal planejado e ocorrem falhas durante o processo. Com o intuito de maximizar o custo versus eficácia das atividades preventivas, foi criado um plano de estudo específico do time da manutenção em conjunto com a produção, a fim de se realizar todo o serviço preventivo em um menor tempo e em intervalos que a máquina poderia ficar parada.

Com isso foi criado um calendário de preventivas, na qual eram acertadas datas específicas em reuniões semanais em comum acordo, com o intuito de se adequar o melhor

dia a se realizar as tarefas planejadas. A figura 17 mostra o planejamento de um plano de preventivas.

Figura 17 – Plano de Preventivas

DATA	RESPONSÁVEL	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO DA PREVENTIVA	OS	STATUS
01/ago	GLL	Cobrideira 5	Elevador - Cobrideira 5 - MP - Elétrica	1295264	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Compound de resina Cobrideira 5 - MP -	1285541	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Desenroladeira cobrideira 5 - MP - Elétrica	1283159	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Estufa Cobrideira 5 - MP - Mecânica	1285539	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Extrusora - Cobrideira 5 - MP - Elétrica	1283176	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Misturadeiras LAB - Cobrideira 5 - MP - Mecânica	1285522	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Compound cobrideira 5 - MP - Elétrica	1288702	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Aplicador de LAB - Cobrideira 5 - MP - Elétrica	1283162	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Desenroladeira Cobrideira 5 - MP - Mecânica	1285536	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Compound de adesivo - Cobrideira 5 - MP -	1285543	C
03/ago	BEZ	Cobrideira 5	Exaustor Corona Cobrideira 5 - MP -	1283181	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Compound de LAB - Cobrideira 5 - MP - Elétrica	1283184	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Corona Cobrideira 5 - MP - Elétrica	1295053	C
03/ago	GLL	Cobrideira 5	Corona Cobrideira 5 - MP - Confiabilidade	1283132	C
04/ago	GLL	Cobrideira 5	DIE Cobrideira 5 - MP - Mecânica	1283168	C
06/ago	GLL	Cobrideira 5	Panel mate principal - Cobrideira 5 - MP -	1299165	C
07/ago	GLL	Cobrideira 5	L.F.L MOD. FFA - MP - INSTRUMENTAÇÃO	1295060	C
14/ago	GLL	Cobrideira 5	Backup dos mapas de Void da Cobrideira 5 - MP -	1295320	P
18/ago	GLL	Cobrideira 5	L.F.L MOD. FFA - MP - INSTRUMENTAÇÃO	1302122	P

SEMANA PASSADA

SEMANA ATUAL

PROXIMA SEMANA

Classificação:

Classificar Ordem Alfabética

Classificar por Data

Status:

Concluido

Pendente

Atrasado

Todas

Áreas:

PCD

IATD

TODOS

Fonte: Próprio autor.

Com o planejamento das datas de execução, além dos ganhos da aplicação de atividades preventivas que já auxiliam no processo por si só, foi possível aperfeiçoar o uso da mão de obra do time, pois teriam dias específicos para cuidar somente das realizações das preventivas, e com isso o foco na máquina iria aumentar, diminuindo o tempo ocioso na espera de uma ocorrência.

### 3.2.2.4 Spare Parte

A função de uma lista *Spare Parte*, nada mais é do que uma lista de peças de reposição, na qual será adotado um critério para a seqüência de obtenção de cada item, que variam desde: o tempo de parada de maquina caso haja uma quebra e este item não se encontre em almoxarifado, o custo da peça, dias para recebimento após compra efetuada, quantidade de partes da máquina em que posso utilizá-lo e se algum item possa substituí-lo por tempo determinado sem colocar em risco a segurança dos funcionários.

Com a implantação do Quebra Zero, foi designado que todo mês seria destinada uma verba com o objetivo de compra de peças de reposição, sendo assim, a criação desta lista foi de extrema importância, pois devido à inviabilidade de se obter e manter todas as peças que são utilizadas na maquina em almoxarifado, será necessário adotar um critério para que equipamento comprar de cada vez, podendo assim evitar a máquina ficar parada por indisponibilidade de peças.

### 3.2.3 Etapa Final

A parte final desta implementação, esta baseada no acompanhamento das medidas tomadas anteriormente, na busca de novas oportunidades que aparecem a cada dia e na análise do progresso e resultados, que são mostrados na seção Resultados.

Para essa análise existe uma reunião semanal da qual, são discutidas as novas possibilidades de mudança de atuação do time e também a evolução do resultado do projeto.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação da implementação do modelo que foi descrito neste trabalho, foi baseada na avaliação e análise de dados fornecidos pelo software Máximo, e implica se a companhia atingiu ou não os objetivos e resultados que foram estabelecidos no início do programa.

### 4.1 GANHOS EM MÃO DE OBRA

Após um ano do início da implantação das ferramentas do modelo, foi possível notar um enorme ganho em horas livres de mão de obra de funcionários do setor da manutenção, visto que, vários serviços e atividades foram passadas para os operadores, sobrando assim mais tempo para eletricitistas e mecânicos resolverem serviços mais complexos que exigem um nível de conhecimento técnico. Resultados apresentados nas tabelas 5, 6 e 7 e figuras 18, 19, 20, 21.

Na tabela 9 pode-se verificar o número total de horas e a média por mês que o time da manutenção atuou no ano de 2014 e de 2015, porém os dados de 2015 estão atualizados até o mês de Novembro. A partir dos dados abaixo pode-se afirmar que a necessidade de manutenção por mês reduziu em 71 horas, ou seja, menos falhas e paradas aconteceram.

Tabela 5 – Comparação de horas totais de Manutenção do *Site* de Itapetininga nos anos de 2014/2015

	2014	2015
TOTAL HORAS	18410,55	17531,67
MEDIA TOTAL HORAS	1534,21	1460,97

Fonte: Próprio autor.

A tabela representa somente a quantidade e a média de horas de serviços do time da manutenção em serviços de Setup e em serviços para produção. Podemos notar que houve

uma redução mensal de 143 horas, ou seja, houve um ganho de 143 horas de mão de obra especializada para solução de serviços complexos que exijam conhecimentos técnicos.

Tabela 6 – Comparação de horas gastas em serviços de setup e serviço para produção no Site de Itapetininga

	2014	2015	
TOTAL HORAS (SETUP + SERV P)	4345,80	2628,17	DIMINUIÇÃO HORAS MÊS
MEDIA HORAS (SETUP + SERV P)	362,15	219,01	143,14

Fonte: Próprio autor.

A hora de manutenção tem em média um custo, este é calculado baseado na média de salário dos funcionários do setor, esse valor chega á R\$80,00 por hora. Como foi possível economizar um valor de 143,14 horas (equivalente ao tempo de trabalho de um funcionário da manutenção por mês), pode-se dizer que houve uma redução nos custos do setor, ou seja, a companhia deixou de gastar aproximadamente R\$144.000,00 por ano (valor obtido com a redução de 1 uma pessoa na equipe), devido as melhorias efetuadas no programa Quebra Zero, conforme tabela 7.

Tabela 7 – Custo da hora de mão de obra do setor de Manutenção do Site de Itapetininga

Savings de Manutenção		
Custo / Hora de Manutenção	R\$	80,00
Saving / mês	R\$	12.000,00
Saving / ano	R\$	144.000,00

Fonte: Próprio autor.

Pode-se observar na figura 18 a queda no tempo de mão de obra em serviços para produção, porém, ainda é visto que há mais inúmeras oportunidades que ainda podem ser encontradas para melhorias e aumentar ainda mais a eficácia do programa.

Figura 18 – Gráfico horas de manutenção em serviços para produção versus meses



Fonte: Próprio autor.

Para continuar sempre na melhoria do processo, foi visto e comprovado que há oportunidades de melhoria, portanto, junto com as auditorias do projeto devem sempre haver novas idéias a fim de melhorar ainda mais o programa.

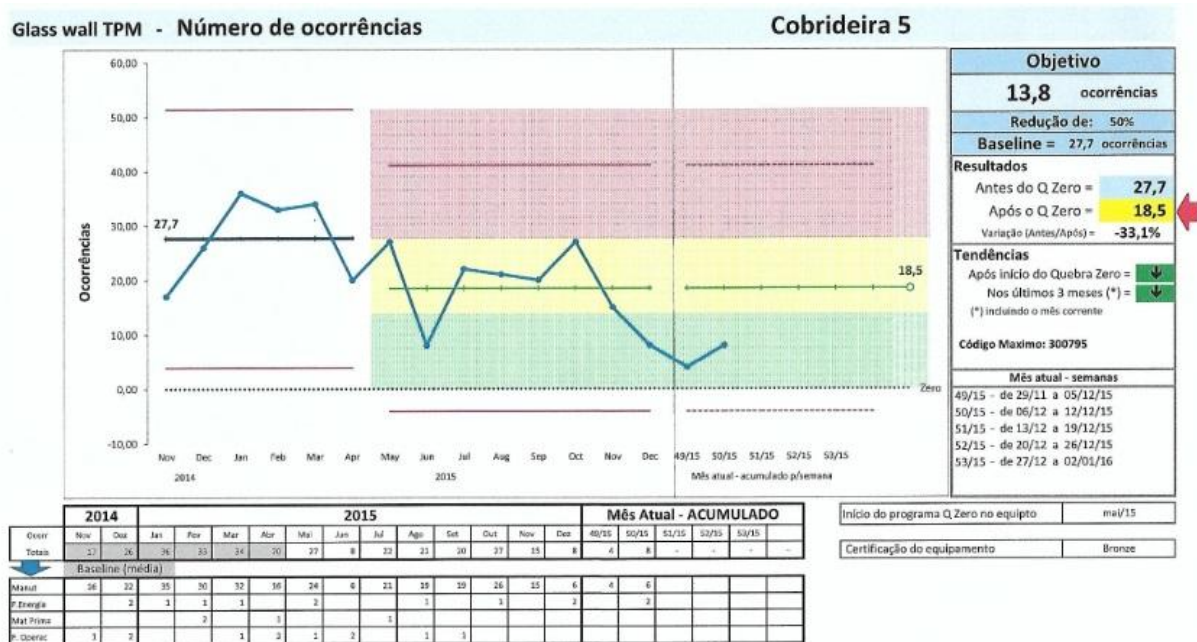
#### 4.2 GANHOS EM EFICÁCIA DE MÁQUINA

Os resultados em respeito à eficácia da produção como: Número de Ocorrências, Tempo Médio Entre Falhas e Horas de Máquina Parada, também foram positivos, visto que todos esses dados obtiveram um progresso apesar da pequena taxa de variância apresentada.

Para conseguir manter os bons resultados e acabar com esta oscilação, é necessário cada vez mais o acompanhamento das ações já realizadas e a melhoria contínua do projeto.

No gráfico da figura 19 pode-se notar que o número de ocorrências emergenciais (de parada) na cobrideira5 reduziu em 33% pode ser considerado um excelente resultado, porém ainda podemos notar que há uma oscilação entre os meses, e para isso deve-se intensificar a atenção nas ações desde o principio.

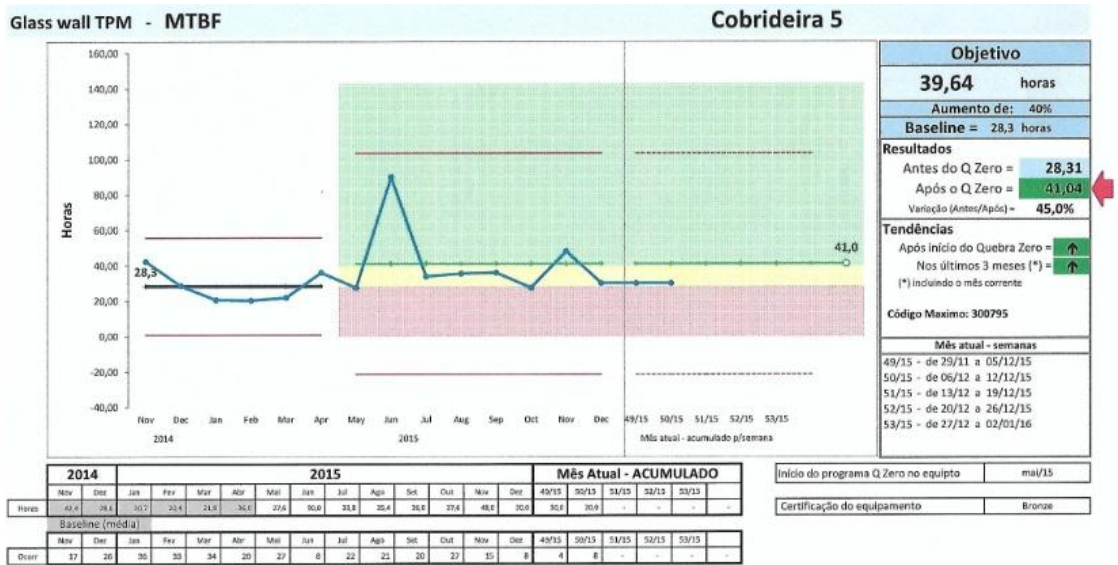
Figura 19 – Gráfico Número de Ocorrências Cobrideira5



Fonte: Próprio autor.

No gráfico da figura 20, está representado o tempo médio entre ocorrências de falha na Cobrideira5, pode-se comprovar que houve um aumento de 45% no intervalo de quebras, ou seja, significa que a máquina demora mais para parar de rodar. Esse ganho é muito significativo, pois a produção é interrompida menos vezes, aumentando a produtividade.

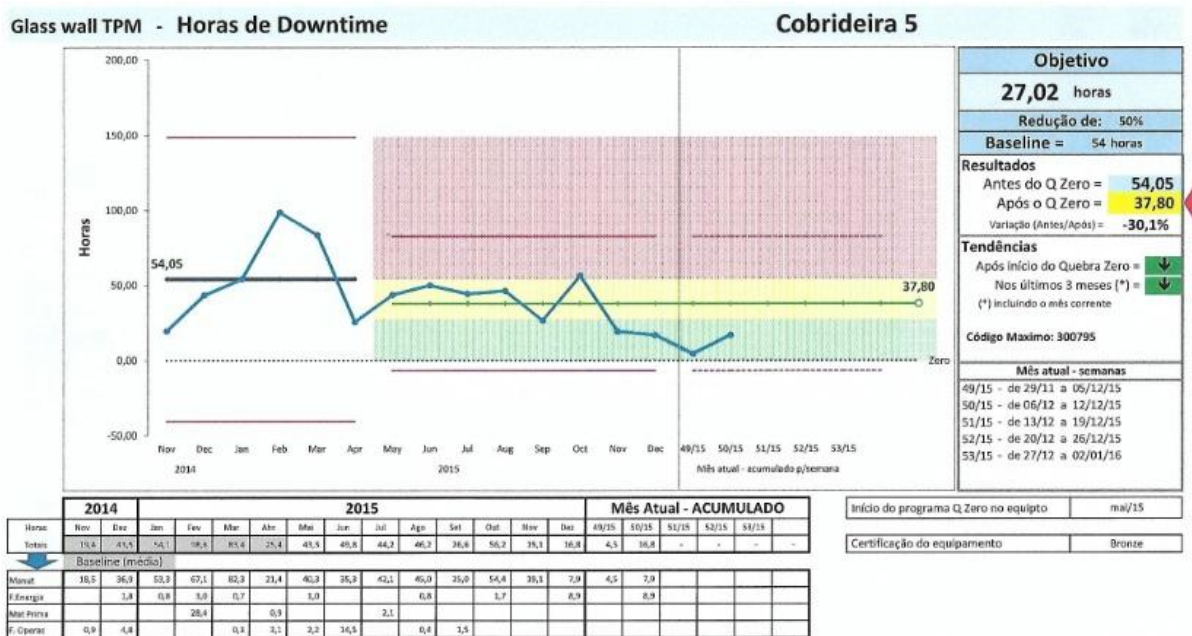
Figura 20 – Gráfico Tempo médio entre falhas Cobrideira5



Fonte: Próprio autor.

No gráfico da figura 21 pode-se observar o tempo de máquina parada na Cobrideira5, após a instauração do modelo conseguiu-se obter uma diminuição de 30% de horas paradas, o que significa um aumento na produção mensal.

Figura 21 – Gráfico horas de máquina parada Cobrideira 5



Fonte: Próprio autor.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste projeto era estudar a real eficácia do modelo TPM – Quebra Zero, transformando esse resultado em dados que auxiliassem a entender melhor as falhas que ocorrem em uma máquina produtora de fitas, podendo assim melhorar a produtividade e qualidade da produção e a segurança aos funcionários.

Durante o processo de instauração do modelo foi possível detectar inúmeras oportunidades de melhoria, porém não todas, o que nos leva a trabalhar em um processo de melhoria contínua, onde além de termos de garantir a continuidade da eficiência das mudanças já definidas, faz-se necessário explorar ainda mais novas oportunidades.

Foi observado que este modelo requer uma atenção especial de diversos funcionários, onde estes devem estar totalmente focados e trabalharem em sincronia para os resultados aparecerem, pois, trabalhando junto são capazes de aprender e observar as novas oportunidades.

O ganho com o programa não está limitado apenas à produtividade, foi possível notar que a organização das áreas e dos funcionários também aumentou, mostrando que todos estavam engajados em evoluir junto com a companhia, focados em transformar seu local de trabalho em um ambiente melhor para se trabalhar.

Ao observar os dados após um ano de funcionamento do Quebra Zero, é possível enxergar a eficácia do programa através dos dados obtidos através dos gráficos de: Número de Ocorrência de Falhas, Tempo Médio Entre as Falhas e Horas de Máquina parada, porém, além de conseguir aumentar o ritmo de produtividade e qualidade, foi possível ganhar horas livre de mão de obra especializada, dado que beneficia toda a companhia, pois haverá mais funcionários disponíveis para atender outras áreas.

Apesar de o programa ter sido introduzido apenas em uma máquina, notou-se que o ganho foi para todos os setores, sendo assim, no final de 2015 começaram os planos de quebra zero para mais três máquinas importantes do *site*. Apesar de não saber o investimento feito no modelo TPM Quebra Zero – Cobrideira5, com o início do programa em outras máquinas fica comprovado a eficácia desse planejamento e o retorno imediato da aplicação, pois o caso de estudo deste trabalho foi tratado como protótipo, e agora se torna realidade dentro da empresa em outras áreas.

Com o estudo deste trabalho realizado foi possível concluir que o nível de produção de uma empresta esta totalmente ligada ao tratamento em que o setor de manutenção é submetido, e deve ser encarado como um elemento estratégico dentro da organização e visto como um investimento.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (ABRAMAN). **Documento nacional**. Rio de Janeiro: Associação brasileira de manutenção, 2011.
- BALUCH, N; ABDULLAH, C; MOHTAR, S. TPM and lean maintenance – a critical review. **Interdisciplinary journal of contemporary research business**, Canterbury, v.4, n.2, 2012.
- CHAN, F; LAU, H; IP, R; CHAN, H; KONG, S. **Implementation of total productive maintenance: a case study**. International journal of production economics, 2003.
- FLEMING, P. V.; OLIVEIRA, L. F. S. de; FRANÇA, S. R. Aplicações de manutenção centrada em confiabilidade (MCC) em instalações da Petrobrás. In: V ENCONTRO TÉCNICO SOBRE ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE E ANÁLISE DE RISCO, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Petrobrás, 1997.
- GRUPO COORDENADOR DE OPERAÇÃO INTERLIGADA/SUBCOMITÊ DE MANUTENÇÃO (GCOI/SCM). **Manual do usuário do sistema estatístico de manutenção**. Rio de Janeiro, 1998.
- MACAULAY, S. Amazing things can happen if you.'keep it clean', Londres, **Production** **100**, v.5, p.72-74, 1988.
- MARCORIN, W.; LIMA, C. Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. **Revista de ciência&tecnologia**, v.11, n.22, p.35-42, 2003.
- MATA FILHO, J. N. *et al.* Manutenção baseada em confiabilidade e controle de custos de manutenção: um time de sucesso na indústria aeronáutica. IN:13º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO. 1998, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABRAMAN,1998. CD-ROM.
- MISHRA, R; ANAND, G; KODALI, R. Strengths, weaknesses, opportunities, and threats analysis for frameworks of world-class maintenance. **IMechE Engineering manufacture journal**, Cranfield, v.221, 2007.
- MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. **Manutenção: combate aos custos da não-eficácia: a vez do Brasil**. São Paulo: MAKRON Books: McGraw-Hill, 1993.
- MORGAN, J; LIKER, J.**The toyota product development system**. New York: Productive press, 2006, 363f.
- MOSTAFA, S. Implementation of proactive maintenance in the Egyptian glass company. **Quality maintenance engineering journal**, Giza, v.10, p.107–122, 2004.
- MOUBRAY, J. **RCM II: Manutenção centrada em confiabilidade**. Grã Bretanha: Biddles Ltd. - Guilford and King's Lynn, 2000.
- NETO, T. **A história da evolução do sistema de gestão de manutenção**. Web artigos, Parauapebas, 2011. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650>.

NUNES, E. **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC)**: análise da implantação de uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. 2001. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade federal de Santa Catarina, 2001.

PERES, C; LIMA, G. Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados. **Gestão de produção**. São Carlos, v.15, n.1, p.149-158, 2008.

SHARMA, R; SHARMA, R. Integrating six sigma culture and TPM framework to improve manufacturing performance in SMEs. **Quality and reliability engineering international**, 2013.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International journal of production economics**, 2001.

Taktica lean consulting. **Treinamento de consultoria lean**. Maio, 2010.

VENKATESH, V. **An introduction to total productive maintenance (TPM)**. Como: The plant maintenance center, 2005.

XAVIER, J; PINTO, A. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1998.