

# Análise da Lógica de Utilização das Ferramentas dos Pilares da TPM na Área de Chaparia em uma Indústria Automobilística

Hudson Cesar Cardin 1

Álvaro Azevedo Cardoso 2

Carlos Alberto Chaves 3

Universidade de Taubaté - UNITAU

## RESUMO

*Devido a grande competitividade na indústria automobilística e a necessidade de aumento de produtividade, melhoria da qualidade e redução dos custos, a utilização da TPM (Total Productive Maintenance) esta cada vez mais comum, pois ela é um programa de desenvolvimento e implementação de uma estrutura na empresa com o objetivo de integrar a produção e manutenção, maximizar o rendimento do sistema produtivo, reduzir falhas, acabar com os acidentes e poluição.*

*Será abordada neste artigo a lógica de utilização das ferramentas que compõe a TPM em uma indústria automobilística no setor de chaparia. Esta ferramenta é caracterizada por 13 fases de desenvolvimento e 6 pilares metodológicos, será enfatizado principalmente os 6 pilares da TPM.*

*Em cada pilar existe uma lógica de utilização das ferramentas e um encadeamento. Será descrito como as ferramentas dos 6 pilares se relacionam e quais os benefícios elas podem gerar para a linha de produção.*

*Foram avaliados alguns indicadores como DP (Disponibilidade Própria), MTBF (Mean Time Between Failures) e MTTR (Mean Time To Repair) para caracterizar a eficácia da implantação dos principais pilares da TPM.*

Palavras-Chave: TPM, DP (disponibilidade própria), MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair).

## 1. INTRODUÇÃO

Devido a grande competitividade na indústria automobilística está cada vez mais comum à aplicação de métodos organizados e técnicas em busca de eliminar desperdícios nos processos, como forma de atingir melhores índices de qualidade e produtividade, com esse propósito a TPM foi desenvolvida na Nippondenso, um fornecedor automotivo do grupo de fornecedores da Toyota, durante as décadas de 60 e 70 no Japão. O principal objetivo do programa é a total eliminação das chamadas “seis principais perdas nas máquinas”: quebras, tempos de set up, perdas de ciclo, paradas curtas, sucata e retrabalho, e perda por instabilidade no início do turno (PALMEIRA, 2002).

A TPM (Total Productive Maintenance) é o método para resolver problemas de confiabilidade e de rendimento. É a melhoria contínua dos equipamentos de produção mediante o envolvimento concreto e cotidiano de todos os envolvidos no processo de fabricação. É uma ferramenta gerencial que deve ser utilizada para aumentar a disponibilidade dos equipamentos e sua vida útil, reduzindo todo tipo de desperdícios no setor produtivo (CHIARADIA, 2004).

## 1.1. INDICADORES UTILIZADOS

### 1.1.1. CONFIABILIDADE

A confiabilidade dos equipamentos pode ser expressa por (SAE, 1993 e EMS, 1994):

MTBF (Mean Time Between Failures) indica o tempo médio de operação entre uma falha e outra do equipamento.

MTTR (Mean Time To Repair) / TMRP - Tempo médio para reparo Esse indicador nos aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho.

DP (Disponibilidade Própria) entende-se a probabilidade de um reparo em um equipamento ser executado dentro do tempo e dos procedimentos previamente determinados e está ligado às condições de acesso ao equipamento, à habilidade para diagnóstico da falha além dos recursos materiais e humanos disponíveis e adequados para a realização do reparo.

## 1.2. DEFINIÇÃO DE FALHAS

A falha de um equipamento é a situação na qual ele se torna incapaz, parcialmente ou totalmente de desempenhar alguma função para qual foi projetado. (XENOS, 1998 e SAE, 1993).

As interrupções da função do equipamento também podem ser definidas como mau funcionamento ou avarias e classificadas conforme mostrado a seguir (TAKAHASHI, 1993, NAKAJIMA, 1989 e SHIROSE, 1992).

### 1.2.1. AVARIAS ABRUPTAS

Os equipamentos estão incapazes de dar continuidade ao processo, e são definidas conforme ao tempo de indisponibilidade (XENOS, 1998 e NAKASATO, 1994):

- Fatais, mais de três horas de duração.
- Longa Duração, mais de uma hora.
- Gerais, de cinco a dez minutos.
- Menores, menos de cinco minutos.

### 1.2.2. AVARIAS POR DETERIORAÇÃO, FALHA POTENCIAL OU ANOMALIA

Inicialmente não levam à parada, mas ao longo do tempo comprometem a função do equipamento. Elas se desenvolvem ao longo do tempo e apresentam dois períodos distintos: o período entre a condição normal até o primeiro sinal da falha e um segundo período que vai do surgimento do primeiro sinal até a perda total ou parcial da função do equipamento. Um exemplo desse conceito é um vazamento em determinado equipamento momentaneamente não afete seu funcionamento, mas que irá se propagar com o uso, levando a perda total ou parcial da função do referido equipamento (XENOS, 1998 e NAKASATO, 1994).

## 1.3. MÉTODO RCM

É definida por Moraes (2004) como um processo usado para determinar o que deve ser feito, para assegurar que o ativo fixo continue a fazer o que se espera dele no contexto operacional a que pertence. Centra-se na relação entre a organização e os elementos físicos que a compõem, e faz uma série de questionamentos como, quais são as funções, de que

forma pode falhar, o que faz com que falhe, o que acontece quando falha, o que se pode fazer para prevenir as falhas e o que acontece se não puder prevenir a falha.

#### 1.4. PILARES DA TPM

Existem alguns princípios que são básicos para todas as empresas e que são denominados os pilares de sustentação do TPM (NAKAJIMA, 1989 e PALMEIRA, 2002):

**Pilar da Melhoria Focada ou Específica:** utiliza-se do conceito de Manutenção Corretiva de Melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;

**Pilar da Manutenção Autônoma:** baseia-se no treinamento teórico e prático recebidos pelos operários e no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;

**Manutenção Planejada:** refere-se às rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando a melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;

**Treinamento e educação:** refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes.

**Gestão antecipada:** baseia-se nos conceitos de Prevenção da Manutenção onde todo o histórico de equipamentos anteriores ou similares é utilizado desde o projeto afim de que se construa equipamentos com índices mais adequados de confiabilidade e manutenibilidade;

**Manutenção da qualidade:** refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento a demanda

**Segurança, Saúde e Meio Ambiente:** dependente da atuação dos demais pilares, esse pilar tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e ambientais.

**Melhoria dos processos administrativos:** também conhecido como TPM de escritório, utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

É importante observar que cada empresa apresenta sua particularidade na aplicação do TPM e será mostrada no decorrer do artigo a forma que a empresa automobilística em questão adaptou estes pilares.

#### 1.4. ALGUMAS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA TPM

**Cartas de Tendência** - São ferramentas simples de construir e utilizar. Os pontos são marcados no gráfico à medida que estejam disponíveis. É comum a sua utilização em ocorrências tais: paradas de máquina, produção, refugo, erros de tipografia ou produtividade, uma vez que variam com o tempo (MOREIRA, 2003).

**A marcação ou Batonnagem** – São anotadas todas as avarias no meio de produção com o intuito de gerar um plano de ação para os itens rapidamente. Esta marcação é realizada pelos próprios operadores no chão da fábrica, assim que as falhas ocorrem, tendo como meta identificar a frequência que as avarias estão ocorrendo. H.Laforgue (2002).

**Brainstorming** - De acordo com RANGEL (1995), é uma técnica para a geração de idéias em reunião com vários participantes. O que vale é a quantidade de idéias independente de sua qualidade e possibilidade de sua realização prática.

Programa 5S - promove o acultramento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade CAMPOS (1999).

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

Dia do TPM – De acordo com Moreira (2003) os colaboradores de produção e as áreas técnicas (elétrica, mecânica e ferramentaria), apontam no dia do TPM as anomalias dos maquinários e das ferramentas, fazendo anotações em cartões diferenciados pelas cores vermelha e azul. Os cartões azuis são utilizados para ordem de pequenos reparos que o homem de produção pode desenvolver, como: limpeza, pintura, reapertos em parafusos e etc. Os cartões vermelhos para os reparos especializados identificados como elétrico, mecânico e de ferramentaria.

A marcação ou Batonnagem – São anotadas todas as avarias no meio de produção com o intuito de gerar um plano de ação para os itens relacionados. Esta marcação é realizada pelos próprios operadores no chão da fábrica, assim que as falhas ocorrem, tendo como meta identificar a frequência que as avarias estão ocorrendo. H.Laforgue (2002).

Check-list de tomada de posto – Lista de pontos chaves a serem verificados antes do início do turno pelos operadores a fim de evitar avarias durante o período de trabalho. H.Laforgue (2002).

Limpeza (5S dos equipamentos) – Base do pilar da manutenção autônoma é uma marcha progressiva destinada a colocar o meio em seu estado inicial através da realização de limpeza técnica nos equipamentos e o 5s do meio. H.Laforgue (2002).

Gama de Auto-manutenção (GAM) - A produção se responsabiliza por determinadas tarefas de manutenção que são de baixa complexidade, e não demandam um tempo excessivo para a realização, com isso a manutenção ganha tempo para executar tarefas mais complexas e demoradas que dependem de mão de obra com maior competência técnica. H.Laforgue (2002).

## **2. OBJETIVOS**

Através de um estudo de caso em uma indústria automobilística mostrar a metodologia de utilização dos 6 pilares da TPM e o relacionamento de cada ferramenta que compõe estes pilares, aplicados no setor de chaparia, também mostrar os resultados nos indicadores dos principais pilares, MTBF, MTTR e DP pela aplicação destas ferramentas.

## **3. METODOLOGIA**

Este artigo foi elaborado através de um estudo de caso e investigação, Vergara (2005), no setor de chaparia em uma empresa automobilística, pois descreve a metodologia de aplicação da TPM e analisa os resultados obtidos com as ferramentas através de indicadores adotados pela empresa em questão, comparando estes resultados com outras empresas citadas na introdução. Os dados serão apresentados através de tabelas, gráficos de acompanhamento periódico e paretos.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Segundo Nakajima (1989) e Palmeira (2002) a TPM possui 8 pilares de sustentação, mas no caso da empresa em questão a TPM foi implementada em 6 pilares tendo cada um deles várias ferramentas que serão mostradas e comparadas nos itens subseqüentes.

### 4.1. PILAR 1: ANÁLISE E ELIMINAÇÃO DAS CAUSAS DE PERDAS

Este pilar foi importante para determinação de todas as pistas de progresso do canteiro em questão, onde as ferramentas implantadas buscaram identificar todas as anomalias existentes e todas as avarias gerando assim um plano de ação para os principais problemas. Este pilar é comparado com o pilar Melhoria Focada ou Específica que consiste em acabar com as paradas através de métodos analíticos e de manutenção corretiva.

#### 4.1.1. MEDIÇÃO OU BATONNAGEM

O gráfico 1 abaixo identifica os equipamentos que mais causaram paradas na linha de produção e gráfico 2 mostra os principais defeitos que causaram as paradas em cada equipamento.

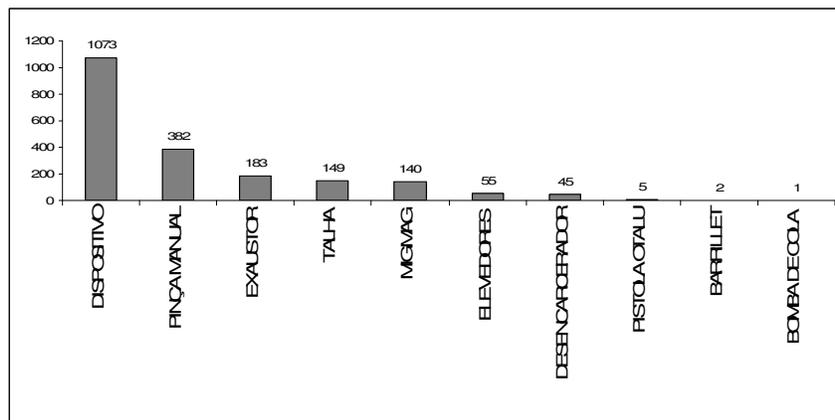


Gráfico 1- Principais Equipamentos Defeituosos

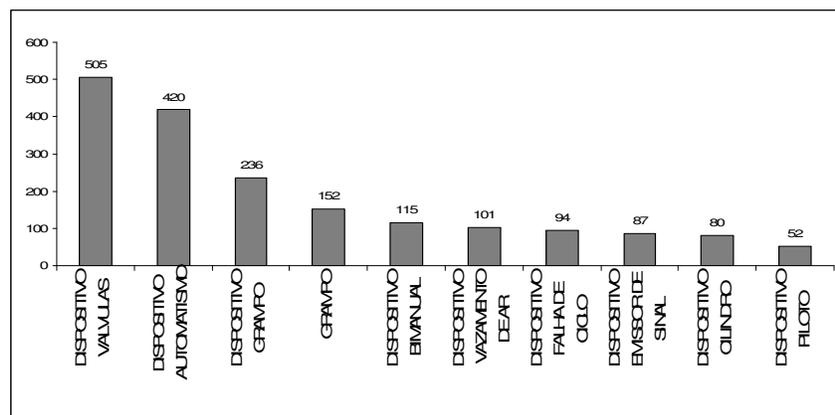


Gráfico 2 – Principais Defeitos nos Equipamentos

#### 4.1.2. CAMPANHA DE ETIQUETAS

Foram realizadas para identificar todas as anomalias existentes no perímetro em que a campanha foi destinada e é comparado com o dia do TPM citado por Moreira (2003), porém com um modo de funcionamento diferente do que foi descrito.

As etiquetas têm como objetivo evitar que as anomalias se tornem pequenas paradas ou até paradas mais graves da produção. Esta campanha é realizada com a participação dos operadores e funções de apoio, como manutenção, engenharia, representantes da qualidade, segurança e meio ambiente, após a realização das campanhas são feitas reuniões para determinar os responsáveis e os prazos das etiquetas sendo especificadas devido ao grau de importância de cada uma podendo ser grave, importante e menos importante e no fim as etiquetas são colocadas em um quadro chamado “quadro de etiquetas” para serem vistas por todos envolvidos.

Com esta metodologia foram realizadas 4 campanhas, a primeira e a segunda em todo o perímetro do canteiro com o objetivo de marcar todas as anomalias existentes na linha de produção, a terceira campanha foi realizada somente nos postos que apresentavam um maior índice de batonnagem, ou seja, somente nas operações que tinham maior quantidade de avarias. A quarta campanha aconteceu após um projeto de mudança no lay-out da linha marcando todas as reservas deixadas por ele.

O gráfico 3 mostra as campanhas e a quantidade de etiquetas geradas e realizadas em cada uma delas.

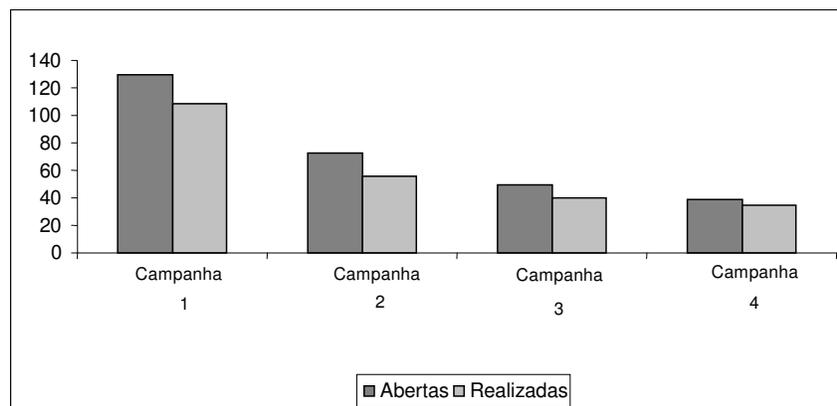


Gráfico 3 – Campanhas de etiquetas

#### 4.1.3. EXAME

Os supervisores de produção, no início dos seus turnos de trabalho, fazem um reconhecimento de sua área identificando as pendências do quadro de batonnagem e etiquetas contatando os responsáveis para solucionar os problemas.

#### 4.1.4. REUNIÃO OPERACIONAL

Abordam os principais problemas identificados na batonnagem, etiquetas e também no exame do supervisor de produção, e é realizada com a participação do gerente e os responsáveis de todas as áreas como qualidade, manutenção e engenharia.

#### 4.1.5. LISTA DE AÇÕES DE PROGRESSO (LAP)

É utilizada para organizar aqueles problemas que os operadores identificaram nas ferramentas que demandam investimento ou que por algum motivo não pôde ser solucionado rapidamente. As etiquetas que tiveram seus prazos vencidos e não foram solucionadas também era colocado nesta lista.

#### 4.1.6. INTER-RELAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO PILAR 1

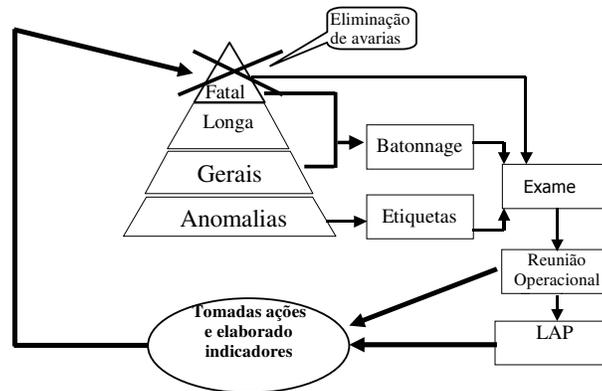


Figura 1 - Inter-relação das Ferramentas do Pilar 1

A figura 1 mostra como as ferramentas do pilar 1 no canteiro da chaparia se relacionaram para identificar as falhas, que estão representadas pela pirâmide. A batonnagem se encarregou de identificar todas as falhas de longa duração, gerais e fatais e a campanha de etiqueta buscou reduzir as anomalias que poderiam se transformar em avarias fatais ou gerais caso não fossem corrigidas.

Durante o exame os supervisores verificavam todos os problemas, e aqueles que não eram resolvidos no momento eram discutidos na reunião operacional, para serem tomadas as ações corretivas e definitivas, caso o problema necessitasse de investimento era anotado na lista de ações de progresso.

#### 4.2. PILAR 2: DESENVOLVIMENTO DA AUTO-MANUTENÇÃO

Foi um dos pilares mais importantes da implantação da TPM neste setor de chaparia, pois foi nele em que a manutenção produtiva começou a ser mais visível, onde os operadores passaram de simples espectadores observando os problemas e começaram a se apropriar de seus equipamentos atuando efetivamente na manutenção do bom funcionamento de cada máquina que operava.

##### 4.2.1. CHECK-LIST DE TOMADA DE POSTO (CLTP), GAMA DE AUTO-MANUTENÇÃO E LIMPEZA (GAM)

Os check list's foram elaborados levando em consideração os principais equipamentos e problemas identificados no pilar 1, mostrados nos gráficos 1 e 2 e tinham como objetivo verificar os pontos chaves no início do turno que geralmente causavam as paradas.

As gamas de auto-manutenção e limpeza também foram elaboradas de acordo com os gráficos 1 e 2 e unificadas em apenas um documento diferentemente do que é mostrado por H.Laforgue (2002). Esta modificação foi realizada para simplificar a visualização dos operadores que teriam menos documentos no seu posto para efetuarem as tarefas.

Com a implantação destas ferramentas a produção passou a ser responsável pela limpeza, algumas inspeções e até mesmo manutenção dos equipamentos.

A tabela 1 lista todos os equipamentos da linha de produção do setor de chaparia e para cada equipamento existe um check e ações de auto-manutenção e limpeza correspondentes.

Tabela 1 – Lista de Check list e Auto-manutenção

Identificação do Check list	Equipamentos a serem verificados	Identificação da Auto-manutenção e Limpeza	Ações de auto-manutenção e Limpeza
3.G.CLP.001	Talha Elétrica e Suporte	Não há automanutenção neste equipamento	
3.G.CLP.004	Pinça de solda manual	3.G.GAM.001	Isolamento das Pinças
3.G.CLP.009	Dispositivo de solda operador	3.G.GAM.015	Limpeza do dispositivo
3.G.CLP.006	Equipamento de cola	3.G.GAM.006	Limpeza da pistola de Cola e Mastic
3.G.CLP.005	Dispositivo basculante automatico	3.G.GAM.002	Regulagem da pressão de ar
3.G.CLP.007	Maquina de solda MIG MAG	3.G.GAM.004	Limpeza do bocal da máquina de solda MIG/MAG
3.G.CLP.008	Pistola de solda Tucker	3.G.GAM.005	Limpeza do bocal da Pistola de solda Tucker
3.G.CLP.011	Dispositivo Giratório de Solda	3.G.GAM.015	Limpeza do dispositivo

#### 4.2.4. REUNIÃO DE AUTO-MANUTENÇÃO

Esta reunião é realizada mensalmente pela manutenção e produção para discutir melhorias nas gamas de auto-manutenção e check list's existentes, criação de novas gamas, reavaliar a necessidade de treinamentos para os operadores.

#### 4.2.4. INTER-RELAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO PILAR 2

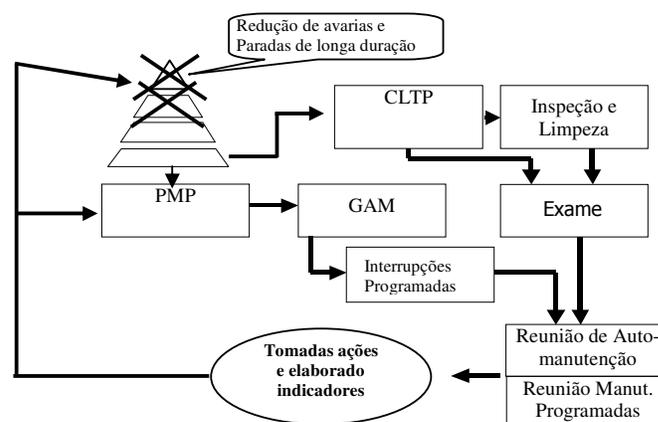


Figura 2 - Inter-relação das Ferramentas do Pilar 2

A figura 2 mostra a lógica de aplicação das ferramentas do pilar 2, onde o grande enfoque estava no tratamento da base da pirâmide, ou seja, as anomalias passaram a ser identificadas e corrigidas no dia a dia, para isso são utilizados o check-list, auto-manutenção e manutenção programada que será mostrada no próximo pilar. Diferentemente ocorre no pilar

1 na qual as anomalias eram tratadas somente em campanhas de etiquetas esporádicas e não diariamente na produção, porque o grande enfoque neste pilar foi a redução das falhas gerais e de longa duração e conseqüentemente a eliminação das falhas fatais.

É importante observar que para o bom andamento do pilar 2 foi necessário a boa implementação do pilar 1 e o resultado desta sinergia foi a redução das anomalias, falhas gerais, paradas de longa duração e fatais como mostra o gráfico 4.

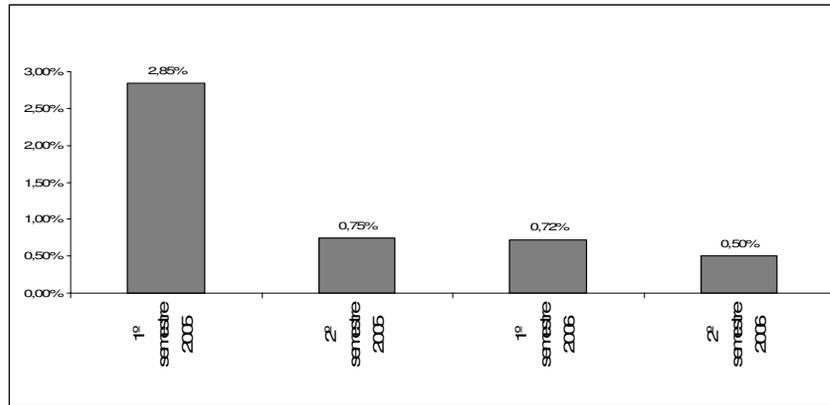


Gráfico 4 – Percentual de Paradas devido a Avarias

#### 4.3. PILAR 3: DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO PROGRAMADA

A meta é manter os equipamentos e processos em plenas condições para atingir melhores resultados nos indicadores de DP (Disponibilidade Própria), MTBF (Mean Time Between Failures), MTTF (Mean Time to Failure), através da realização de manutenção programada para agir preventivamente nos equipamentos evitando que as falhas ocorram.

##### 4.3.1 GAMAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

São instruções que os técnicos de manutenção devem seguir ao realizar as intervenções planejadas, e são elaboradas através do processo de RCM (Reliability-Centred Maintenance). Cada gama de manutenção preventiva tem uma frequência definida para sua realização.

##### 4.3.2 PLANO DE MANUTENÇÃO PROGRAMADA (PMP)

É um relatório que inclui todas as intervenções de manutenção (preventivas ou planejadas) para cada meio ao longo do seu ciclo de vida, cada máquina tem o seu PMP, que é um documento vivo e passa por várias etapas, como: partida, estabilização, otimização e plenitude.

##### 4.3.1. OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA(OMP)

Este estudo foi realizado de acordo com uma matriz de decisão para seleção e planejamento da revisão de gamas de preventiva de acordo com a metodologia RCM e os resultados foram a redução de 34,01% do tempo gasto com manutenção preventiva correspondendo a redução de R\$ 8.642,00 ao ano. Estes resultados foram obtidos devido as ações abaixo:

- Transferência de Tarefas – para auto-manutenção e Check List;
- Modificação de Tarefas - em seu conteúdo, duração e/ou frequência;
- Adição de Tarefas – Inclusão de atividades necessárias;

-Supressão de Tarefas – Atividades desnecessárias ou que não agregavam valor à manutenção.

A tabela 2 mostra a quantidade de tarefas que foram afetadas pela OMP e o ganho com as modificações destas tarefas.

Tabela 2 – Tarefas Afetadas Pela OMP

Evolução	Nº de tarefas Afetadas	Estimação da economia potencial (Tps) - min
Tarefas Totais	102	***
Tarefas Estudadas	102	***
Adição de Tarefas	17	-12818
Manutenção de Tarefas	17	0
Operações Transferidas p/ produção (TPM)	48	61020
Supressão de Tarefas	5	9752
Modificação de Tarefas	15	-930
Estudos Complementares	0	***
		57024
Tempo Preventivo (minutos)	167648	
Porcentagem de Tarefas Alteradas = Nº de Tarefas alteradas / Nº de Tarefas Estudadas	66,67%	
Ganho (minutos)	57024	
	34,01%	

A tabela 3 refere-se a quantidade de equipamentos e o tempo gasto com manutenção preventiva antes e depois da OMP ser realizada.

Tabela 3- Quantidade de Equipamentos e Tempos de Preventiva

Equipamento	Quantidade de equipamentos	Tempo anterior (min)	Tempo atual (min)	Resultado da avaliação
Pinça de Solda Manual	46	111384	65520	45864
Dispositivo de Solda	13	15392	13320	2072
Talha Elétrica	2	8160	8660	-500
Estação de Cola	1	1584	1392	192
Máquina de Solda MIG/MAG	1	3432	1470	1962
Tucker	14	28288	19968	8320
Balancim Kromer	4	0	0	0
Balancim Draw e Kromer de pequeno porte	16	0	0	0
Manipuladores (Base Rolante)	1	0	0	0
Dispositivo Basculante	1	0	294	-294
Tempo Total Anual		Antes da OMP	Depois da OMP	
		168240,0	110624,0	
Total de Horas Anuais		2804,0	1843,7	
Horas Disponibilizadas		960,3		
Hora do Manutentor		R\$ 8.642,4		

#### 4.3.1. REUNIÃO DE MANUTENÇÃO PROGRAMADA

A manutenção discute o que deve ser realizado durante o dia ou o que deverá ser agendado para o fim de semana de acordo com a importância de cada falha.

#### 4.4. PILAR 4: FORMAÇÃO E TREINAMENTO EM MANUTENÇÃO

Nesta etapa são desenvolvidas novas habilidades e responsabilidades para os operadores buscando padronizar a maneira de realização dos processos e a forma de intervir nos equipamentos em pequenos reparos.

##### 4.4.1 QUADRO DE CONTRIBUIÇÃO TPM

Este quadro contém o nome de todos operadores e a lista de todas as ferramentas descritas anteriormente e serve para que o supervisor gerencie a participação de cada operador com a TPM.

##### 4.4.2 AS LIÇÕES PONTUAIS

Esta ferramenta foi utilizada para a padronização da realização de isolamento das pinças de solda manuais existentes neste canteiro. O isolamento da pinça deve ser realizado para evitar a fulga de corrente pelo contato do braço da pinça com a chapa da peça a ser soldada, para a realização deste isolamento era utilizada uma quantidade excessiva de bandas que é o material utilizado para envolver os braços das pinças. Antes os braços eram isolados totalmente, sem necessidade, então foi realizado um estudo de todas as pinças do canteiro, 46 no total, e para cada uma dessas pinças foi demarcado o local realmente necessário para ser isolado, sendo elaborada uma lição pontual para cada pinça.

Como exemplo segue uma lição pontual mostrando o local exato de isolamento.



Figura 3- Lição Pontual

O gráfico 5 mostra os resultados financeiros obtidos com a utilização desta ferramenta

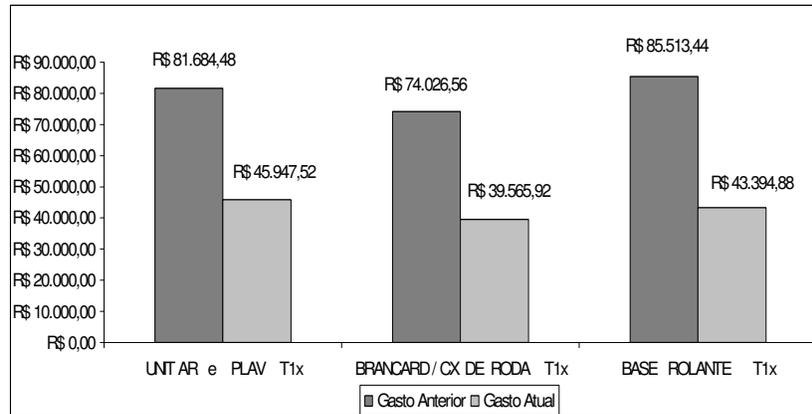


Gráfico 5- Resultados Financeiros Redução de Bandas de isolamento

#### 4.4.2. QUADRO DE POLIVALÊNCIA

Tem como objetivo mostrar a capacitação de cada operador em cada operação que compõem esta linha de produção da chaparia. Um operador é considerado polivalente se for capaz de realizar todas as operações.

#### 4.5. PILAR 5: RETORNO DE EXPERIÊNCIA

Atuou na erradicação dos problemas, ou seja, todos aqueles problemas que foram identificados e tratados nos pilares anteriores não podem voltar a acontecer.

#### 4.6. PILAR 6: SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE

Levou em consideração os avanços do 5S e questões de segurança no posto de trabalho, pois não é possível consolidar nenhum dos outros pilares comentados se o meio estiver sujo, desorganizado ou não seja totalmente seguro.

##### 4.6.1. RESULTADOS NOS INDICADORES MTBF, MTTR E DP

Os gráficos abaixo mostram os resultados sobre os indicadores de MTTR, DP e MTBF respectivamente desde a implantação da TPM em 2004.

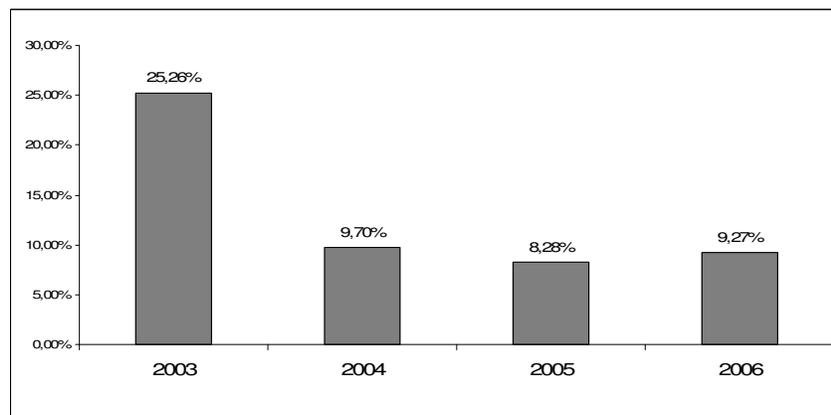


Gráfico 6 – Indicador MTTR

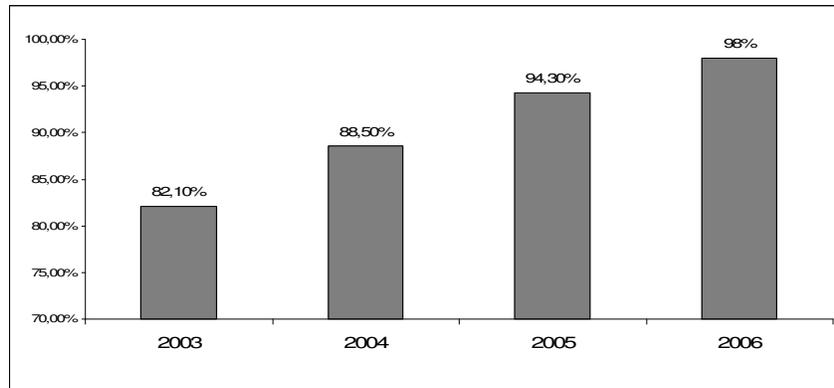


Gráfico 7 – Indicador DP

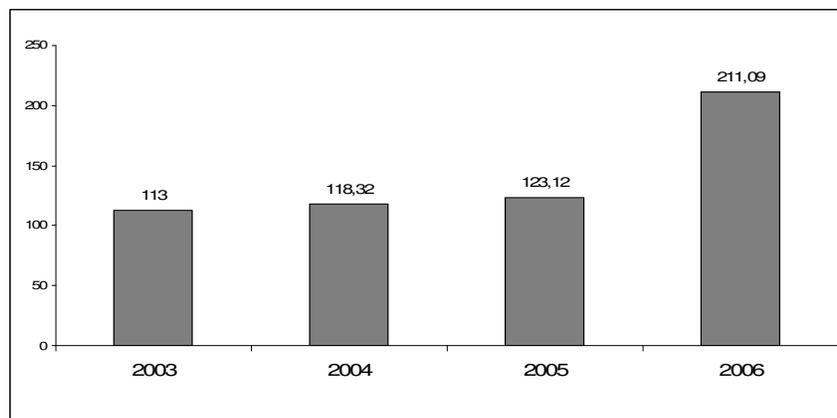


Gráfico 8 – Indicador MTBF

## 5. CONCLUSÃO

Com a aplicação ordenada das ferramentas dos pilares que compõem a TPM foi possível diminuir o percentual de paradas devido a avarias nos equipamentos, reduzir custos utilizando as lições pontuais e o indicador MTTR mostrou que depois da implantação da TPM, em 2004, os reparos se tornaram bem mais rápidos e se mantiveram estáveis nos anos de 2005 e 2006, o tempo médio entre as falhas (MTBF) aumentou gradativamente até 2006 identificando o grande empenho dos operadores na manutenção dos meios e equipamentos que utilizam, e finalmente o indicador de disponibilidade própria (DP) que mostra que os equipamentos estão cada vez mais tempo disponíveis para produção.

## 6. REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, 276p.

CHIARADIA, A. J. P. Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um estudo de caso na indústria automobilística. 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

E.M.S. Machinery & Equipment Guidelines: How to specify reliable machinery and equipment. Engineering Materials & Standards. Michigan: Automotive Safety & Engineering Standards Office, 1994. 107p.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.

NAKASATO, K. Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM. XV Evento Internacional de TPM. I.M.C Internacional Sistemas Educativos. 1994.

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. 276p. ISBN 85-225-0402-4.

RANGEL, A. Momento da Qualidade. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1995, 129p.

S.A.E. Reliability and Maintainability Guideline for Manufacturing Machinery and Equipment. Michigan: National Center for Manufacturing Sciences, Inc., 1993. ISBN 1-56091-362-2.

SHIROSE, K. TPM para mandos intermédios de fábrica. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. Manutenção Produtiva Total. 2.ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2000. 322p.

VERGARA, S. C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas S. A. 2005. 96p.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302 p. ISBN 85-86948-04-7.