



## TPM E MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PINTURA NO RAMO AUTOMOTIVO

Maria Antônia da Silva<sup>1</sup>  
antoniamas23@gmail.com

Flávia Garrett Azevedo<sup>2</sup>  
flavia.garrett@estacio.br

Flávia Gonçalves Domingues Ferreira<sup>2</sup>  
flavia.domingues@estacio.br

### RESUMO

Ao decorrer do tempo as máquinas substituíram o trabalho manual, sentindo a necessidade de melhorar os processos produtivos. Com o avanço da tecnologia a procura por máquinas inteligentes vem aumentando, visando a redução da mão de obra direta e eliminando os custos com operários. Com a aquisição de equipamentos, as empresas buscam por sistemas que tragam melhorias em seu processo. A Manutenção Produtiva Total (TPM) é um programa que ajuda as empresas a reduzirem o número de falhas e paradas nos equipamentos e a deterioração acelerada das máquinas e processos, por meio de um envolvimento de todos os funcionários, impulsionando a uma mudança cultural e organizacional, é composta por 8 pilares, tendo como um dos seus principais o de manutenção autônoma, que permite que os operadores sejam capazes de cuidar das suas máquinas e do ambiente em que foram inseridos. O estudo teve como propósito avaliar os resultados que o TPM especificamente; o pilar Manutenção Autônoma; para o aperfeiçoamento das áreas necessitadas e aos maquinários em uma empresa de pintura no ramo automobilístico em Pernambuco. Os resultados obtidos, comprovaram através da implementação do método em estudo, trouxe melhorias no processo industrial.

**Palavras-chave:** Manutenção Produtiva Total; Manutenção Autônoma; Melhoria.

### ABSTRACT

Over time machines replaced manual labor, feeling the need to improve production processes. With the advancement of technology, the demand for intelligent machines has been increasing, aiming at reducing direct labor and eliminating costs with workers. With the acquisition of equipment, companies look for systems that bring improvements in their process. Total Productive Maintenance (TPM) is a program that helps companies reduce equipment failures and outages and accelerate deterioration of machines and processes through the involvement of all employees, driving a cultural and organizational change, is composed by 8 pillars, having as one of its main autonomous maintenance, which allows operators to be able to take care of their machines and the environment in which they were inserted. The purpose of the study was to evaluate the results that the TPM specifically; the pillar Autonomous Maintenance; for the improvement of the needy areas and for the machinery in a paint company in the automobile industry in Pernambuco. The results obtained, proved through the implementation of the method under study, brought improvements in the industrial process.

**Keywords:** Total Productive Maintenance; Autonomous maintenance; Improvement.

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Estácio do Recife.

<sup>2</sup> Professoras do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Estácio do Recife.



## 1 INTRODUÇÃO

A Manutenção autônoma (MA) é uma das principais características da TPM (*Total Productive Maintenance*) tem início com a entrada do operador assumindo o domínio sob a máquina, realizando os ciclos de manutenção e as atividades de melhoria, evitando assim a deterioração acelerada e melhorando as condições do equipamento, lembrando sempre que há a necessidade de preparar cada operador, capacitando-os para a condução destas funções. Porém as atividades da TPM não terminam quando realizamos todos os passos necessários, temos que expandir nossas atividades para que as demais máquinas da fábrica possuam os mesmos cuidados.

Yamashina (2000) conclui que “pode se constituir na maior fonte de rentabilidade e bom gerenciamento das organizações através da efetiva utilização dos equipamentos, máquinas e serviços de apoio”. Proporcionando o melhoramento das instalações e transformando os operadores serem capazes de descobrir problemas e resolve-los em condições normais de funcionamento, definindo as condições de operação na forma correta, assim evitando falha e desperdícios tratando e gerenciando as instalações de forma independente, com as atividades autônomas os operadores se tornam mestres em suas máquinas.

Segundo Nakajima (1989), a manutenção autônoma é composta por dois objetivos: um relativo às instalações e o outro para os operadores. Tem como proposta principal transformar as instalações e o ferramental a fim de torná-los e mantê-los seguros, limpos, confiáveis, e inspecionáveis a possíveis manutenções. Também é possível melhorar a eficiência dos ativos através da redução de quebras, da melhor utilização dos equipamentos disponíveis e da redução de perdas nas diversas fases e áreas dos processos produtivos.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma ferramenta completa, baseada nos pilares de Melhorias Específicas, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Educação e Treinamento, Segurança e Saúde, Manutenção da Qualidade, Melhorias no Projeto, TPM em áreas de apoio e Meio Ambiente; tem como principal objetivo eliminar as perdas no processo produtivo. Além de prevenir a ocorrência de falhas, eliminando as perdas geradas no fluxo de produção através da integração dos setores de manutenção e operações (HAROLDO, 2014).

A TPM vai além de uma manutenção eficiente. É uma ferramenta gerencial que atua de maneira eficaz nas organizações, no comportamento das pessoas e sobre como elas lidam com os problemas que surgem durante o processo. Traz uma mudança comportamental em todos os envolvidos no processo, gerando um comprometimento de todos os seus colaboradores (TAKAHASHI; OSADA, 2007).

As atividades preliminares tem como preparar o planejamento do que vai ser realizado, conforme Mirshawka; Olmedo (1994), a classificação da máquina ou seja, a escolha deve se realizar do método TGPC que significa (Tempo, Influência, Probabilidade e Criticidade) que é classificado pelo desempenho da máquina em cima de resultados de qualidade, perda de disponibilidade e baixo desempenho produtivo, ou pelo Desdobramento de custo que realiza o levantamento geral de todos os custos geral da máquina desde os gastos com lubrificação até índices produtivos. A ferramenta envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo geral: avaliar os resultados que o TPM especificamente o pilar Manutenção Autônoma; para o

aperfeiçoamento das áreas necessitadas aos maquinários em uma empresa de pintura no ramo automobilístico em Pernambuco. E objetivos específicos: restaurar as condições básicas das instalações interrompendo a degradação acelerada; analisar resultados após implantação da Manutenção autônoma; definir e realizar os ciclos de manutenção e melhorar o ambiente organizacional.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

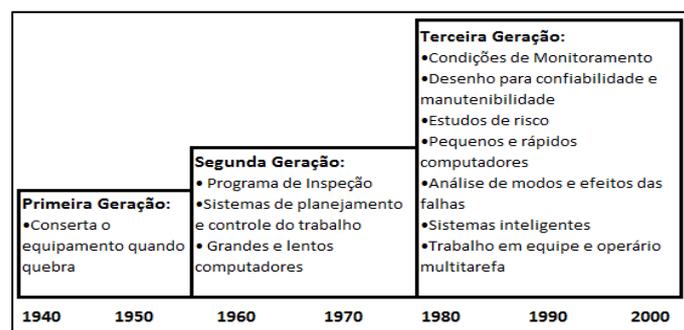
### 2.1 História da TPM

A manutenção produtiva total teve início no Japão em uma integrante do grupo Toyota, consolidou-se nos estados Unidos nos anos 50 no século XX, e a evolução do seu processo como conhecido nos dias atuais, foram divididas em três seguintes categorias: Manutenção preventiva em 1951, tendo como objetivo o conceito de melhorias adequadas evitando falhas e desperdícios, melhorando a vida útil do equipamento; Manutenção corretiva em 1957, facilitando a interferência da Manutenção preventiva aumentando a confiabilidade através da introdução do conceito de melhorias; e a Prevenção da Manutenção em 1960, adotando as ferramentas de melhoria contínua nas máquinas excluindo a necessidade por manutenção (NASCIF; KARDEC, 2009).

A história da TPM nos mostra que em décadas houve uma grande evolução referente a sua condição inicial de “Urgências” para que o processo de produção tivesse continuidade após a quebra de equipamentos. É uma ferramenta que possui confiabilidade no seu processo produtivo. Em pouco tempo essa urgência, baseada na quebra do equipamento passa a ser uma manutenção preventiva, logo após uma manutenção corretiva e por último a manutenção preditiva, criando assim, a TPM (Manutenção Produtiva Total) (ASSIS,1997).

Segundo Moubray (1997) a evolução da manutenção é descrita em três gerações, conforme a Figura 1.

**Figura 1** – Transformação nas técnicas de Manutenção.



**Fonte:** Moubray (1997).

De acordo com Slack e colaboradores (2002), existem três diferentes tipos de manutenções, preventiva, preditiva e corretiva.



## ***2.2 Manutenção preventiva***

Pode-se afirmar que manutenção preventiva (MP) ocorre quando ainda não há um estado de falha, é realizada em seus equipamentos com o objetivo de reduzir o índice de quebras e falhas que podem ocorrer posteriormente em seus maquinários. Segundo Moncky (1987) é uma manutenção realizada com o objetivo de diminuir índices de falhas de um bem ou a degradação em serviços prestados.

A MP acontece através de atividades realizadas de acordo com a funcionalidade do equipamento, como o seu local de instalação, limpeza do equipamento e identificação dos possíveis desgastes, para que o equipamento funcione de maneira adequada, sem paradas, aumentando assim sua vida útil no processo. Conforme Wireman (1998), com essa manutenção há uma redução no custo e os equipamentos se tornam mais eficientes, já que não haverá parada por quebra nem falhas no processo. Desta forma a máquina irá funcionar até a próxima ação da manutenção preventiva.

## ***2.3 Manutenção preditiva***

Segundo Takahashi e Osada (1993) a manutenção preditiva é uma filosofia que evita a tendência a supermanutenção (por exemplo, a manutenção e os reparos excessivos a que estão propensos os enfoques convencionais da manutenção preditiva).

A manutenção preditiva monitora as condições mecânicas, utilizando indicadores para determinar o tempo médio para falhas ou perdas de rendimento dos seus maquinários, garantindo assim uma melhor qualidade na vida útil de suas máquinas (ALMEIDA, 2000).

Na manutenção preditiva (PDM), a inspeção acontece com o propósito de prevenir desgastes nas máquinas, para que as mesmas não venham ocasionar falhas. É acompanhar as condições dos equipamentos, ou seja, é prevenir a falha, por isso é importante que seus operadores sejam desempenhados para executá-las e que sejam experientes para a detecção dessas necessidades, tendo habilidade para o uso do equipamento que ajudam a identificá-las (DUNN, 2002).

Ainda de acordo com Dunn (2002), a manutenção preditiva possui 3 fases: Inspeção (realização do monitoramento); Diagnóstico: identificação do problema e Correção: quando acontece a ação corretiva.

## ***2.4 Manutenção corretiva***

Manutenção corretiva é aquela que acontece após a quebra, é consertar o que está inoperante, inutilizado. É a reparação das falhas que acontecem por decorrência dos desgastes e degradação das máquinas. É a reconstrução dos equipamentos que sofreram desgastes, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento (VIANA, 2009).

Conforme Wyrebski (1997), essa manutenção tem como benefício a não necessidade em estar monitorando as máquinas, e como desvantagens: o desregramento da produção por sofrer com paradas desnecessárias das máquinas, a necessidade de trabalhar com estoques, e utilizar máquinas reservas. Nascif e Kardec (2001), afirma que a manutenção corretiva pode ser subdividida em duas:



- Manutenção corretiva planejada – Ocorre de uma maneira planejada, onde há uma programação e um acompanhamento dos equipamentos, se for uma decisão da gerencia permitir que a máquina funcione até sua quebra, algumas ferramentas devem ser adotadas para esse tipo de manutenção. São elas: Verificar a necessidade de parada das maquinas, não comprometendo o cronograma da produção; Aspectos relacionados com a segurança; Elaboração de um planejamento para obter os melhores serviços; Saber da existência de excessos, equipamentos e ferramentas desnecessários e A obtenção tecnologias necessárias para realização dos serviços em quantidades necessárias, podendo ser buscados fora a organização.
- Manutenção corretiva não planejada – Ocorre após uma quebra repentina, levando a indústria a custos altos, perda na qualidade do produto, e deterioração do equipamento, é realizada logo após a ocorrência com o objetivo de fazer a máquina voltar ao funcionamento (KARDEC; NASCIF 2009).

### **2.5 As seis grandes perdas**

Conforme afirma Ohno (1997), a melhoria exata de eficiência acontece quando se produz zero desperdício e a porcentagem de trabalho é elevada a 100%. Desperdício e perda são fatores que não se incluem no resultado do produto final.

As perdas são vistas de maneiras variadas, o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) define seis grandes perdas como as clássicas prejudiciais da eficiência dos equipamentos, que são: Perda 1- Quebra/falha; Perda 2- Mudança de linha e regulagens (setup); Perda 3- Pequenas paradas; Perda 4- Velocidade reduzida em relação a nominal; Perda 5- Produtos defeituosos e retrabalho e Perda 6- Perda no início da operação e por queda de rendimento.

### **2.6 O pilar da Manutenção Autônoma**

A manutenção autônoma é um dos pilares mais importantes da manutenção produtiva total e de melhor aplicação, sua eficácia depende de outros pilares do TPM assim como a manutenção planejada, possui ligações com o Kaizen e o 5S, é uma ferramenta que abrange todos os colaboradores da empresa em busca da melhoria continua (TONDATO, 2004).

Ainda segundo ele a MA é voltada para a produção com o objetivo de melhorar o ciclo de vida útil e a eficiência das suas máquinas, está diretamente ligada a qualidade, tanto no que se diz aos produtos como nos equipamentos através do envolvimento na gestão e manutenção do maquinário, realizando as inspeções, lubrificações e a imediata identificação de anomalias e pequenos reparos. Com a ideia de que o operador é quem mais conhece o processo, ele se torna responsável pelo equipamento, como afirma a conhecida frase da manutenção autônoma “da minha máquina cuido eu”.

Para Kodali e Chandra (2001) a manutenção produtiva total eleva a importância da manutenção autônoma ao mais alto padrão, considerando a manutenção da máquina uma responsabilidade de todos os colaboradores da empresa, fazendo assim com que os equipamentos sejam utilizados no seu máximo aproveitamento e potencial.

Segundo Suzuki (1993) os principais objetivos da manutenção autônoma são: Restaurar as condições básicas dos equipamentos; evitar a degradação acelerada; definir e realizar os ciclos de manutenção.



### **3 METODOLOGIA**

#### ***3.1 Abordagem e tipo de estudo***

Utilizou a técnica de manutenção autônoma para maximizar a eficiência dos equipamentos, reduzindo a degradação e perdas resultantes da falta de condições básicas dos mesmos.

#### ***3.2 Local de estudo e descrição da empresa***

Para resguardar a empresa, esta será chamada de empresa Y, localizada no distrito de Goiana, no estado de Pernambuco, do setor automobilístico. A empresa abastece o mercado com adesivos, massas, sigilantes, selantes de vedação e tratamento de superfícies metálicas pelo processo de Pintura por eletroforese e pintura líquida por spray eletrostático. Em operação desde 2014 a empresa serve de maneira diferenciada o novo mercado automobilístico do nordeste brasileiro. Hoje possui como seus principais clientes a Jeep, Fiat, Denso, MMH, PMC, Tiberina e outros grandes fornecedores de autopeças.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### ***4.1 A Manutenção Autônoma na empresa***

A empresa concentrava seu foco no processo e no resultado, e mesmo utilizando de ferramentas da manutenção produtiva total, a manutenção autônoma ainda não era praticada, reduzir a degradação e perdas resultantes da falta de condições básicas do equipamentos, oxidação e vazamentos.

Após esses diagnósticos a empresa promoveu reuniões com gerente e líderes de setores, e em 2015 a empresa focou na implementação do pilar manutenção autônoma baseada nas premissas do TPM, com a definição das equipes formadas por líderes, responsáveis pelos primeiros passos da implantação do programa, foram realizadas atividades de treinamentos junto com seus operadores, visando o comprometimento de todos seus colaboradores com objetivo de melhorar a produção e a qualidade no trabalho dos seus operários.

Desta forma foram sugeridos os passos para acompanhamento do programa, são eles: Necessidade, visão, objetivos e metas; KPI/KAI; *Time* e *Rout Map*. Com abordagem dos 3 *Steps*: STEP 0, STEP 1, STEP 2 e STEP 3. A implantação da Manutenção autônoma na empresa foi descrita a partir dos seus 3 primeiros passos, a ordem de implantação descrita seguiu a ordem estabelecida pela empresa.

#### ***4.2 Treinamento e capacidade do operador***

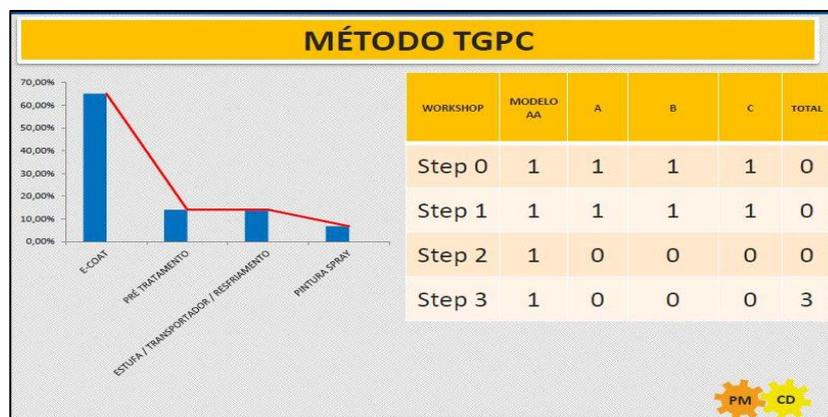
Para que o programa fosse implementado com eficiência e para que seja contínuo, foram realizados treinamentos e capacitação dos operadores para que os mesmos saibam descobrir as anomalias no funcionamento dos equipamentos e em seus componentes, compreendendo a importância de uma lubrificação adequada e de limpeza, adquirindo a capacidade de efetuar melhoramentos nos locais colaborando com a reparação das anomalias descobertas.

Os treinamentos dos operadores foram divididos em duas partes, na primeira foi demonstrado todo conteúdo teórico da ferramenta 5S, definindo os objetivos e prioridades das áreas críticas, a segunda etapa se fez no piso da fábrica nas áreas modelos, inicialmente com uma limpeza da área de trabalho e dos equipamentos, os colaboradores colocaram em prática os conceitos básicos de limpeza e arrumação.

#### 4.3 STEP 0: Organização e Definição das áreas modelo

As atividades foram realizadas através do método TGPC (Figura 2), que significa (tempo, influência, probabilidade e criticidade) é conhecido como um método de priorização onde iniciamos os processos nas áreas mais críticas.

**Figura 2** – Seleção de área modelo para implantação da Metodologia AM.



Fonte: Empresa Y (2007).

#### 4.4 STEP 1: Limpeza inicial

A empresa definiu o plano de implantação do pilar, em função dos objetivos de restaurar as condições originais (condições básicas), descobrir as anomalias e as zonas de difícil acesso, criar uma ordem de limpeza e remover os objetos não necessários e estabelecer um modelo de referência em termos de condições de funcionamento, garantindo assim que as condições de instalações sejam melhoradas através da aplicação sistemática do método, assegurando o melhoramento esperado na compreensão do funcionamento da instalação por partes dos operadores (Figura 3).

**Figura 3** – Limpeza em condição inicial, área externa do tanque E-COAT.



Fonte: Empresa Y (2007).

Em paralelo na limpeza inicial foi monitorado o tempo gasto para cada atividade realizada: Tempo Gasto (Min.): 16 horas; Limpeza: 12 horas e 30 min; Inspeção: 2 horas e 30 min; N° de Cartões Aberto: 20; AM:13; PM:7; N° de Cartões Fechados: 15; AM:11 e PM: 4.

#### 4.5 STEP 2: *Eliminar as fontes de sujeira e as áreas de difícil acesso*

Nesse *step* as atividades foram realizadas com os objetivos de aumentar a confiabilidade das instalações eliminando as causas de sujeira na raiz, aumentar a manutenção melhorando a limpeza, o controle e a lubrificação, diminuir os tempos de limpeza, inspeção e lubrificação e desenvolver o padrão provisório de manutenção. Para realização desses objetivos, seguimos os seguintes passos: Levantamento das áreas de difícil acesso e fontes de sujeira; Mapa da fonte de sujeira/área de difícil acesso; Implantação de melhorias (Figura 4) e monitoramento do tempo de limpeza.

**Figura 4** – Implementação de Melhorias.



Fonte: Empresa Y (2007).

#### 4.6 STEP 3: *Limpeza e procedimento de controle*

O *Step 3* é uma evolução do padrão provisório criado durante os *steps 1 e 2*, nesse *step* o padrão é modificado após a experimentação das atividades listadas, os ciclos são testados pelos operadores e, recolhendo suas sugestões é modificado para que ele se torne mais práticos ou mais eficazes.

Há uma otimização dos ciclos com a aplicação das contramedidas (projetos de melhoria ou simplificação de atividades) contra as fontes de sujeira e as zonas de difícil acesso, o número de ciclos, a frequência e a duração são reduzidos após o acompanhamento das realizações das atividades.

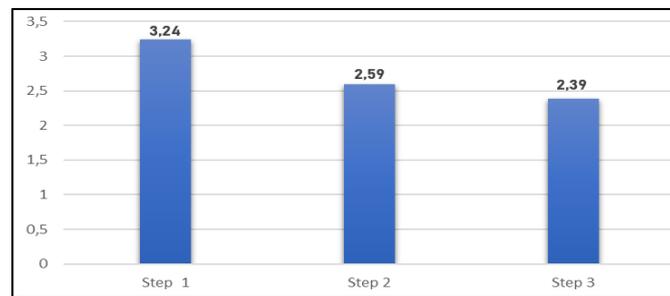
Seguimos os seguintes passos: CILR (Circuito de Inspeção Lubrificação, Limpeza e Reaperto), Padronização, ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir, Simplificar), Número de Quebra por falta de Condição de Base.

#### 4.7 *Comprovação dos dados*

Os resultados obtidos através de coleta de dados são de natureza quantitativa. De acordo com o líder do setor, a equipe alcançou os seguintes resultados conforme Figura 5.

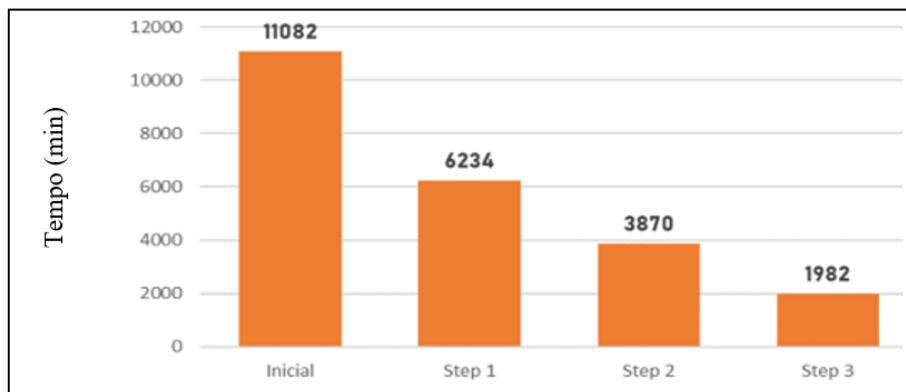


**Figura 5** – Benefícios da Implantação dos Steps da Manutenção Autônoma.



Através da execução de limpeza e eliminação dos defeitos, houve uma melhora significativa nos processos, obteve-se uma melhora nas condições de conservação dos equipamentos dentro da empresa, houve uma diminuição de custos com a manutenção profissional, gerando um custo benefício, os quais não são divulgados em valores pela empresa (Figura 6).

**Figura 6** – Redução de tempo de limpeza e Inspeção no período de implantação da metodologia AM.



Nos *check-lists* de auditorias realizados mensalmente, foram avaliados os seguintes processos: tempo gasto para realização de limpeza, inspeção e condições básicas das áreas de trabalho e equipamentos, como se nota a eficiência passou de 52% para em 85% mostrando variações por implementar em áreas de expansão da empresa, que de imediato retornou a evoluir nos meses seguintes.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo de caso tornou possível algumas conclusões a respeito da Manutenção Produtiva Total e da implantação do pilar Manutenção autônoma, o TPM é um programa que ajuda no processo organizacional dos processos através do conceito de zero falha.

Através das atividades realizadas pelo 5S, foi possível verificar através dos resultados de auditorias, uma melhora em relação ao estímulo dos operadores em manter organização nas áreas afetadas, com o projeto de melhorias foram eliminadas as fontes de sujeira, vazamentos que ocasionaram a perda de matéria-prima, e desgastes na pintura de infraestrutura. Foram eliminados os custos com a manutenção profissional para realização dos pequenos reparos.



Através dos resultados obtidos é possível concluir que os conceitos de manutenção possuem menos custos e benefícios quando executado corretamente. Apesar do pouco tempo de estudo a implementação dos padrões de limpeza viraram um padrão a ser seguido em todos os setores da organização, pois proporcionou controle e garantia das condições básicas das áreas de trabalho e a não deterioração dos equipamentos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: benefícios e lucratividade**. 5 f. 2000.
- ASSIS, R. **Manutenção Centrada na Fiabilidade**. Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 1997.
- DUNN, R. L. **Tecnologias de manutenção preditiva**. Engenharia de instalações. 56, n. 6, 2002.
- HAROLDO, R. **Manutenção Produtiva Total: a Bíblia do TPM**. 1 Ed. São Paulo: Editora Viena e PDCA Consultoria em Qualidade, 2014.
- KARDEC, A.; NASCIF, J.; BARONI, T. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3 Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- KODALI R.; CHANDRA S. Processo hierárquico analítico para justificação da manutenção produtiva total. **Planejamento e Controle de Produção**, v. 12, n. 7, p. 695-705, 2001.
- MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à moda brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- MOUBRAY, J. **Confiabilidade Manutenção Centrada**. New York NY: Industria Press inc., 1997.
- NASCIF, J.; KARDEC, A. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.
- NAKAJIMA, S. **La Maintenance Productive Totale (TPM)**. Traduzido do japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez, Afnor, Paris, France, 1989.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Bookman, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SUZUKI, T. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: JIPM & IMC, 1993.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. 3ª Ed. São Paulo: IMAM, 2007.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAM, 1993.
- TONDATO, R. **Manutenção Produtiva Total: Estudo de Caso na Indústria Gráfica**. (Trabalho de conclusão de curso de mestrado profissionalizante em engenharia) UFRGS: Porto Alegre, 2004.
- VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- WYREBSKI, J. **Manutenção produtiva total – Um modelo adaptado**. Dissertação (Mestrado) - UFSC, Florianópolis, 1997.
- WIREMAN, T. **Desenvolver indicadores de desempenho na gestão de manutenção**. Nova York, NY: Industrial Press Inc., 1998.
- YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 132-143, 2000.