

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS-MG**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**RONALDO JÚNIOR MIRANDA PESSOA**

|                 |
|-----------------|
| N. CLASS.....   |
| CUTTER.....     |
| ANO/EDIÇÃO..... |

**TPM: Aplicação da Manutenção Produtiva Total no fluxo de valor**

**Varginha**  
**2014**

**FEPESMIG**

**RONALDO JÚNIOR MIRANDA PESSOA**

**TPM: Aplicação da Manutenção Produtiva Total no fluxo de valor**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao UNIS-MG pelo graduando Ronaldo Júnior Miranda Pessoa como requisito à conclusão do ensino superior a título Engenheiro Mecânico sob orientação do Prof.Me. Luiz Carlos Vieira Guedes.

**Varginha**

**2014**

**RONALDO JÚNIOR MIRANDA PESSOA**

**TPM: Aplicação da Manutenção Produtiva Total no fluxo de valor**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao UNIS-MG pelo graduando Ronaldo Júnior Miranda Pessoa como requisito à obtenção de grau analisado pela banca examinadora.

Aprovado em / /

---

Orientador: Prof.Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

---

Convidado: Marco Antônio de Araújo

---

Convidado: Marcelo Pereira Gonçalves

Obs.:

Dedico esse trabalho a Deus, aquele que ilumina meu caminho, oferece proteção e amparo a qualquer segundo correto em que necessito. Dedico ainda a minha família que sempre me apoiam e me ensinam a buscar aquilo de bom para o mundo e para mim.

Agradeço Deus, família, professores do Centro Universitário do Sul de Minas e do trabalho, por cada ato apontando o correto e corrigindo o errado, mostrando a necessidade de seguir em frente e correr na frente de tudo o que queremos.

Não aceite dizerem que você não vai conseguir que você não pode vencer. Você é o dono dos seus sonhos e é livre para continuar sonhando, cabe a você decidir correr para alcançá-los, crescer, seguir em frente e fazendo o bem, e ponto.

Ronaldo Miranda

## RESUMO

Estudo de caso sobre aplicação da ferramenta TPM no fluxo de valor em uma indústria de iluminação eletrônica. Os métodos são reais da filosofia Lean Manufacturing, a ferramenta conhecida por TPM ou "Manutenção Produtiva Total". Nas próximas páginas apresentam detalhes da ferramenta como, qual a real necessidade, a importância do uso e, o principal, o uso correto da ferramenta para que a empresa consiga trabalhar em excelência, baixo custo, alta produtividade, desempenho e repetibilidade, qualidade da mão de obra e do produto acabado. A somatória desses itens torna a empresa competitiva e preparada para o mercado e, mais que isto, para vencer no mercado.

**Palavras-chave:** Lean Manufacturing, Manutenção Produtiva Total

## **ABSTRACT**

*Case study about application of TPM tool in the value stream in a System Lighting Electronics company. The method is real philosophy Lean Manufacturing, a tool known as TPM or "Total Productive Maintenance". The following pages show details of the tool and the necessary real, the importance, the correct use of the tool so that the company can work on excellence, low cost, high productivity, performance and repeatability, quality labor and the finished product. The sum of these items become company competitive and prepared for the actual market, and more than that, to win the market.*

**Keywords:** *Lean Manufacturing, Total Productive Maintenance.*

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                       | 11 |
| <b>2 O QUE É TPM?</b> .....                                     | 12 |
| <b>3 A HISTÓRIA DO TPM</b> .....                                | 13 |
| <b>4 NÍVEL DE LEAN DA EMPRESA PARA IMPLANTAÇÃO DA TPM</b> ..... | 14 |
| 4.1 Administração da Qualidade 6S .....                         | 14 |
| 4.2 MASP ou Métodos de Análise e Solução de Problemas.....      | 14 |
| 4.3 Operação Kaizen .....                                       | 14 |
| 4.4 Instrução de trabalho.....                                  | 15 |
| <b>5 A IMPORTÂNCIA DO TPM</b> .....                             | 16 |
| 5.1 Os sete desperdícios.....                                   | 16 |
| 5.1.1 Superprodução.....  | 16 |
| 5.1.2 Estoque.....  | 16 |
| 5.1.3 Transporte .....  | 17 |
| 5.1.4 Movimentação.....   | 17 |
| 5.1.5 Defeitos .....  | 17 |
| 5.1.6 Processos .....   | 17 |
| 5.1.7 Espera.....   | 17 |
| 5.2 O oitavo desperdício.....                                   | 18 |
| <b>6 OS OITO PILARES DA TPM</b> .....                           | 19 |
| <b>7 AS METAS DO TPM</b> .....                                  | 21 |
| 7.1 As importantes etapas para implantação da TPM.....          | 21 |
| 7.1.1 A Primeira meta .....                                     | 21 |
| 7.1.2 A segunda meta.....                                       | 22 |
| 7.1.3 A terceira meta .....                                     | 22 |
| 7.1.4 A quarta meta .....                                       | 23 |
| 7.1.5 A quinta meta .....                                       | 23 |
| 7.2 A função de cada colaborador .....                          | 23 |
| 7.2.1 Colaboradores que operam os equipamentos .....            | 24 |
| 7.2.2 Engenharia de Manutenção .....                            | 24 |
| 7.2.3 Engenheiros.....  | 24 |
| 7.2.4 Gerência .....  | 24 |
| <b>8 OS QUATRO NOMES DO TPM</b> .....                           | 26 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>9 IMPLANTANDO A TPM .....</b>                                      | <b>28</b> |
| 9.1 Aquisição da alta gerência para introdução da TPM .....           | 28        |
| 9.2 Campanha, divulgação e treinamento para a introdução da TPM ..... | 28        |
| 9.3 Estruturando a implantação .....                                  | 29        |
| 9.4 Estabelecendo metas e elaborando as diretrizes.....               | 29        |
| 9.5 Zerando os desperdícios.....                                      | 29        |
| 9.6 Melhoria Individualizada .....                                    | 30        |
| 9.7 A Manutenção espontânea.....                                      | 30        |
| 9.8 Melhoria nas operações dos equipamentos.....                      | 30        |
| 9.9 Consolidando TPM .....  | 31        |
| <br>  |           |
| <b>10 OEE - EFICÁCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO .....</b>                  | <b>32</b> |
| <br>  |           |
| <b>11 APLICANDO TPM EM UMA LINHA DE INSERÇÃO AUTOMÁTICA .....</b>     | <b>34</b> |
| <br>  |           |
| <b>12 CONCLUSÃO .....</b>   | <b>37</b> |
| <br>  |           |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>38</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento industrial as empresas são cada vez mais obrigadas a aplicar novos métodos para que consigam se tornarem forte para com a concorrência. Se há uma discussão sobre estar preparado para o mercado de hoje, com toda certeza a atenção é a redução de desperdício.

O crescimento industrial faz com as empresas obtenham melhoras em seus processos fabris, tornar competitivos o mais rápido e com excelência, ou seja, eliminar os desperdícios, aumentar a produtividade e ter qualidade. Mas como conseguir tais melhorias com eficácia, sem grande investimento em mão de obra especializada e ainda garantir o desempenho e qualidade fabril?

Para conseguir suprir e acompanhar todos esses quesitos existem diversas ferramentas que podem ser aplicadas nos processos gerenciais e ou processos de fabricação. No fluxo de valor, por exemplo, a aplicação de ferramentas enxutas são altamente necessárias e de grande retorno. O grande problema enfrentado pelas empresas atualmente, é "know how" suficiente para aplicar métodos com excelência, sem ficar anos tentando colocar em prática e não sair do zero ou ainda, voltar ao zero. Aí estaria uma grade desperdício.

As perguntas corretas são, por onde começar? Qual setor tem maior necessidade? Quais os investimentos? Como aplicar, como implantar?

O mercado atualmente está aquecido em busca de pessoas com esse diferencial, saber conduzir uma campanha, mudar a cultura fabril. Pessoas com essa capacitação é algo extremamente raro, pessoas com conhecimento teórico, dispostas a aprender o mundo técnico dos processos e com facilidade para ensinar e aprender.

A ideia do uso de metodologias se fez exatamente na intenção de eliminar ineficiência de todo em qualquer processo, saber capturar potencial ainda não utilizado. Com toda essa necessidade de redução, o mercado sugando e pedindo mais e com menos, assim surgiu a ferramenta TPM, que veio para aniquilar os desperdícios, aumentar a produtividade, aumentar a eficácia dos equipamentos e a eficiência fabril.

O conceito principal é saber desenvolver as pessoas como base da estrutura, sustentar os pilares existentes, manter os pilares e constantemente melhora-los.

Uma vez definido o estado atual do fluxo de valor e qual o estado ideal, o que deseja alcançar, começam então as fases em busca do que o mercado realmente necessita, velocidade, eficácia e qualidade. A ferramenta TPM irá mostrar o que realmente precisa ser melhorado.

### 3 A HISTÓRIA DO TPM

Pós-segunda guerra mundial o Japão vivia um momento crítico de reestruturação. As empresas sofriam pressão, pois necessitavam atingir suas metas dadas pelo governo. Desde essa necessidade que as empresas começaram a olhar a eficiência fabril de maneira diferente, pois até então as fábricas em geral eram pouco automatizadas. Se uma máquina quebrava era considerado normal, não causava ineficiência no processo.

Em 1950 a política de manutenção corretiva, a chamada “apaga fogo” por Nakajima (1989) precisava urgentemente ser retirado do método de trabalho, o pensamento seria começar a prevenir à corretiva através do controle do tempo de ciclo das peças do equipamento, hoje é chamado por “Manutenção Preventiva”, assim como ficou conhecido. A manutenção corretiva caminhava juntamente com a “Manutenção Produtiva” que buscava maximizar a capacidade dos equipamentos. Essas metodologias ficavam exclusivas da “Engenharia de Manutenção”, hoje é também conduzida pela “Engenharia de Processos”, no qual carregam ideais e metas iguais, a quebra zero ou defeito zero do processo de fabricação.

Escrito por Nakajima (1989), na década de 60 propriamente no ano, uma empresa japonesa, Nippondenso, que integrava a Toyota, deu o primeiro passe das indústrias, operava por completo seus equipamentos com manutenção preventiva. Mas, com a quantidade de equipamentos automáticos, manter a preventiva correta e sem gerar ineficiência no processo, era altamente necessário um grande time de manutenção, cada vez mais pessoas e com alto nível de conhecimento. Essa mão de obra especializada começa a causar um grande impacto voltado para manutenção, manter tamanho investimento, às vezes a equipe toda trabalhando e às vezes parada. Quando estavam parados surgia o questionamento, a resposta era óbvia, as tarefas rotineiras começam a ser feitas pelos próprios colaboradores que operavam os equipamentos, chamamos isso de manutenção autônoma, o início da TPM.

Por volta de 1980, empresas focadas no desenvolvimento e na excelência, com esse pensamento e com a junção de departamentos, Gerência, Manutenção, Processos e Produção que a ferramenta TPM (Total Productive Maintenance) ou “Manutenção Produtiva Total” foi criada, uma equipe entre engenheiros e colaboradores (pessoas que operam as máquinas), o conhecido JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) ou Planta de Manutenção do Instituto Japonês, desenvolveram e praticaram TPM pela primeira vez.

Ainda na década de 80 os colaboradores começam a fazer à preditiva, incorporando as atividades TPM. Essa ação marcava a era da manutenção, uma vez que baseava se no tempo de uso do equipamento, ciclo de vida e não mais na condição natural.

## **4 NÍVEL DE LEAN DA EMPRESA PARA IMPLANTAÇÃO DA TPM**

Primeiramente é importante saber que qualquer que seja o processo de fabricação, seja ele metalúrgico, eletrônico, alimentício, todos podem praticar TPM, pois é uma ferramenta da filosofia Lean e todo em qualquer processo pode recebê-la, independente se a empresa é pequeno, médio ou grande porte. Porém é importante que seu processo administrativo, seu fluxo de valor, já tenha no dia a dia o entender da cultura Lean, a prática básica dessa cultura. Existem algumas metodologias básicas e importantes para alcançar o nível de uma fábrica enxuta, de excelência, essas práticas são de conceito base, que ao serem desenvolvidas faz com que os colaboradores tenham uma visão maximizada da importância de melhorias na fábrica.

### **4.1 Administração da Qualidade 6S**

Ferramenta na qual ajudará os colaboradores a entenderem a importância de se ter um ambiente organizado, a importância do gerenciamento visual, da padronização, da limpeza e principalmente da disciplina. É importante que todos entendam que um lugar limpo é aquele que não há necessidade de limpar, ou seja, que sempre se mantém limpo. Os 6s são: Segurança em primeiro lugar; Selecionar; Organizar; Limpar; Padronizar e Disciplinar.

### **4.2 MASP ou Métodos de Análise e Solução de Problemas**

É uma ferramenta importantíssima para se trabalhar em grupo. É essencial para aproximar o colaborador do fluxo de valor dos valores da empresa. Muito útil para traçar plano de ação, encontrar causa raiz. Dentro dessa ferramenta, encontramos o conhecido e importante Brainstorming, Ishikawa e 5W2H no qual chamamos o conjunto de PDCA, segundo Deming (1993).

### **4.3 Operação Kaizen**

Importante para que os colaboradores aprendam a identificar melhorias. Não se coloca metas para quantidade de Kaizen por colaborador, o correto é que os mesmos se sintam motivados a identificar e melhorar seu ambiente de trabalho.

#### **4.4 .Instrução de trabalho**

Todo processo deve conter uma instrução de trabalho detalhada, frisando a importância da segurança do trabalho e o passo a passo dos processos. Os colaboradores devem ser treinados, pois é nesse ponto que temos o primeiro contato com a ferramenta TPM.

## 5 A IMPORTÂNCIA DO TPM

Quando houve a necessidade de mudança no Japão, na época em que o TPM começa a ser criado, o motivo tem uma resposta simples e completa do porque essa ferramenta é tão importante. Eles entenderam que a maioria dos custos no fluxo de valor, ou melhor, dizendo na manufatura são gerados por atividades que não agregam valor ao produto, como consequência não agrega para o cliente e ele não paga por isso. Entendemos que esse tipo de fator deve ser contido e o mais rápido eliminado, caso a eliminação não fosse possível, devia ser reduzido ao máximo.

### 5.1 Os sete desperdícios

Para Ohno (1997), atividades que não agregam valor podem ser chamadas de desperdício e são classificadas como os oito desperdícios, devem ser estudados e de conhecimento de todos na companhia.

#### 5.1.1 Superprodução

É o desperdício que caracteriza o uso incorreto do Takt Time, ou seja, produz fora do tempo do cliente e produz o que o cliente não absorve, por exemplo, seu cliente necessita de 1000 peças e você produz 1200 peças por hora. Essas 200 peças por hora tem que ficar em algum lugar, isso gera excesso de estoque que é outro desperdício e se transforma em custo, produto parado, ocupando espaço físico e impedindo que outros possíveis produtos sejam produzidos e ainda correndo o risco da variação do custo no mercado.

#### 5.1.2 Estoque

Um fator do desperdício superprodução, que é ligado diretamente com o Lead Time, se aumenta esse tempo sem necessidade por questão de estoque ou ineficiência, teremos dinheiro parado entre os processos, o que chamamos de WIP (Work In Process). O grande problema é que se o dinheiro não movimenta o cliente não recebe o produto, pois o Lead Time é maior do que deveria então a empresa deixa de receber possíveis investimentos.

### 5.1.3 Transporte

O desperdício gerado pela movimentação de peças entre processos, componentes produzidos ou acabados no fluxo de valor ou mesmo no processo de transporte entre as fábricas.

### 5.1.4 Movimentação

Toda movimentação dos colaboradores que não agrega valor para o cliente, que não agrega valor no produto, ou seja, todo aquele movimento em que não gera produção efetiva.

### 5.1.5 Defeitos

É conhecido por retrabalho, ou mesmo refugo, a perda da peça. O correto é fazer certo da primeira vez, sem prejudicar o resultado o produto acabado.

### 5.1.6 Processos

Desnecessários: processos como inspeções, verificar o produto por processo, gera outro desperdício que é a espera. Esses processos desnecessários devem eliminados, pois utilizam recursos pagos pela empresa e não tem retorno do cliente, pois para ele não agrega.

### 5.1.7 Espera

Se o colaborador fica esperando matéria prima, esperando peças do processo anterior, isso é uma perda, pois o colaborador parado não agrega valor em nada. Esse desperdício deve ser imediatamente eliminado.

## 2 O QUE É TPM?

TPM, do inglês “Total Productive Maintenance” e do português, “Manutenção Produtiva Total”, é uma ferramenta fabril, geralmente aplicada no fluxo de valor, nas linhas de montagem, sobre os equipamentos e para os colaboradores que os operam.

Segundo Nakajima (1989), a ferramenta TPM busca a falha zero dos equipamentos do fluxo de valor, zero refugo e zero perda nos processos.

Ainda XAVIER (2006) completa que a ferramenta TPM é um método de gestão focado na capacitação, identificação, prevenção e eliminação de perdas nos setores produtivos bem como administrativos.

Um dos criadores da ferramenta, Nakajima descreve o fundamento da TPM, já Xavier busca complementar suas descrições, antes disso Wireman (1998), usa a explicação como junção de processos, homem e poder, ele diz que a TPM promove a integração entre homem, máquina e empresa, onde a manutenção e os meios de produção passam a constituir na obrigação e ação de todos, a compreensão e prática tem que estar em todos, inclusive na alta gerência.

## 5.2 O oitavo desperdício

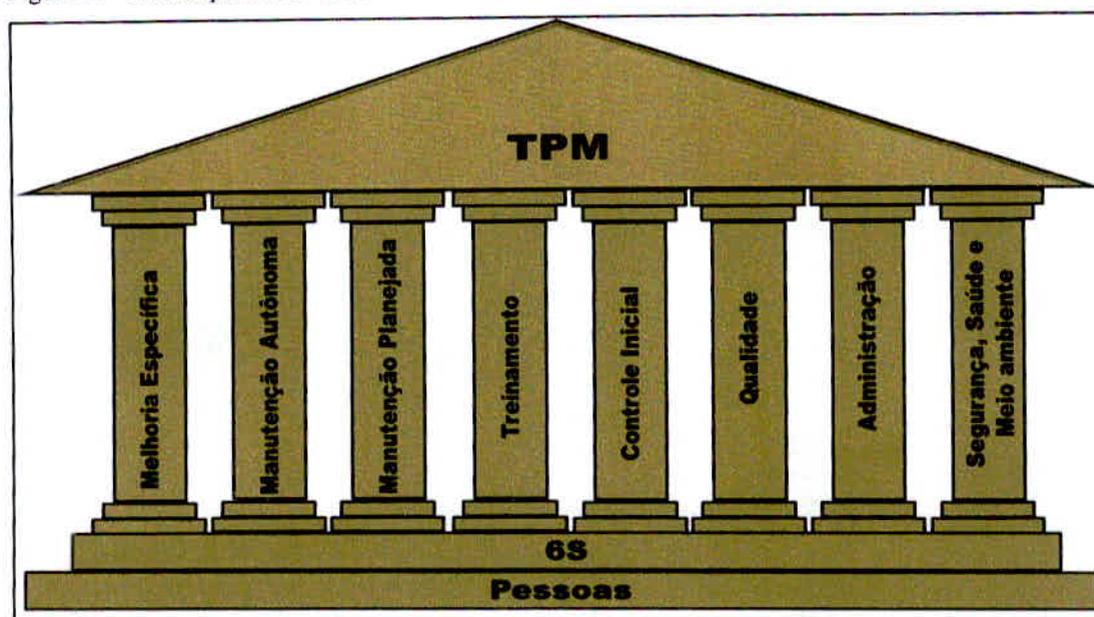
Recentemente as empresas Lean estão apontando um novo desperdício, é o desperdício intelectual, se trata de colaboradores que trabalham no local onde ele não consegue aplicar toda sua capacidade e então fica limitado ao dia-dia e não pé criativo, inovador. Isso pode e deve ser resolvido com a ferramenta conhecida por "Yamazumi" ou no português "Balanceamento", que se trata dos colaboradores trocarem de ambientes, de posição, conhecerem novas áreas, em alguns casos a rotação de trabalho pode resolver.

Percebe-se ao ler até esse momento, que quando a empresa alcança a implantação efetiva da ferramenta TPM estará então em um nível suficiente para reduzir drasticamente todos esses desperdícios e ou até eliminar alguns deles. O nível de competência dessa ferramenta é tão extraordinário, que ao alcança-la, ela dará aos colaboradores a própria competência de identificar os desperdícios e eliminá-los.

## 6 OS OITO PILARES DA TPM

Segundo Kraus (1994), dentro da ferramenta TPM existem oito importantes pilares que constituem de sua base que são pessoas, das pessoas precisamos dos 6S e em seguida a formação empresarial para a implantação da TPM.

Figura 01 - Os oito pilares do TPM



Fonte: (KRAUS, 1994, p. 3).

Os oito pilares são aplicados como forma real de sustentação:

- a) Melhoria Específica: Eliminar as perdas financeiras, focar na inovação. Métodos como Kaizen são bastante usado e tem grande retorno se a aplicação for correta;
- b) Manutenção Autônoma: Usar a preditiva adequadamente com cada colaborador, fazer a limpeza por turno, as lubrificações e calibrações recomendadas pelo fabricante;
- c) Manutenção Planejada: Aumentar a confiabilidade, o desempenho e a disponibilidade dos equipamentos;
- d) Treinamento: Capacitar e Nivelar todos os colaboradores, praticar e fazer com que a TPM se torne cultura;
- e) Controle: Melhoria na programação dos produtos, equipamentos e no desenvolvimento dos produtos, os departamento ligados a produção devem se comunicar constantemente;
- f) Qualidade: Programa de manutenção da qualidade, eliminar o refugo e reduzir ao máximo o retrabalho;
- g) Administração: Eliminar perdas nos setores administrativos, atenção ao oitavo desperdício;

h) Segurança, Saúde e Meio Ambiente: Eliminar os riscos de acidentes, melhorar a ergonomia fabril e reduzir ao máximo toda e qualquer poluição;

## 7 AS METAS DO TPM

Para o autor Ronaldo, aplicador da ferramenta TPM, meta é diferente de objetivo, pois objetivo é um plano para ser alcançado em alguma data que ainda não se tem exatidão, sabe-se que quer e deve alcançar, mas não quando. Diferente da palavra "meta", que é quando já se tem lançado uma ação e tem-se que trabalhar para alcançar essa meta na data já marcada para que possivelmente traga um grande retorno positivo.

No modo geral, a ferramenta TPM trará confiabilidade nos equipamentos e com isso melhoria e eficiência na produção e qualidade do produto. Quando se fala de processo, primeiramente deve-se pensar em pessoas e é nessa hora que a ferramenta age com eficácia, trabalhando e explorando a capacidade de cada colaborador, dando a eles a autonomia de realizar tarefas comuns da manutenção sobre os equipamentos, tarefas da preditiva normalmente. Trabalhos como, lubrificação, pequenos ajustes, identificação preventiva de problemas. Toda essa capacitação exige treinamento e ao atingir essa meta poderá dizer que a manutenção terá menos trabalho, com isso, menos mão de obra especializada, no que resulta em economia, que pensando a frente, retorna para investimentos.

### 7.1 As importantes etapas para implantação da TPM

As etapas consistem em um fator fundamental, em garantir, ter números, dados, ações e tempo para as conclusões, desenvolvimento diário de apontamentos para garantir a eficácia global do fluxo de valor.

#### 7.1.1 A Primeira meta

O planejamento de produção é realmente controlado sem variação constante a todo o momento? Ou seja, o seu fluxo de valor recebe um setup e consegue finalizar a produção pós-setup ou precisa "cortar" a produção e realizar setup novamente e novamente, assim por diante.

Sua equipe consegue controlar todas as paradas de sua linha contando os equipamentos? Têm dados detalhado e diário sobre essas paradas?

Quando os dados são recolhidos e é identificado um problema, existem métodos para desenvolver ações? Essas ações são desenvolvidas e concluídas efetivamente dentro dos prazos?

Esses questionamentos em três tópicos estão mencionando um importante indicador e quando a empresa desenvolve esse indicador corretamente, todas essas perguntas são respondidas e resolvidas, estamos falando do indicador OEE, do inglês, "Overall Equipment Effectiveness", ou do português, "Eficácia Global dos Equipamentos", ou seja, fatores de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade no qual serão apresentados mais adiante.

### 7.1.2 A segunda meta

Alcançar junto com a equipe de manutenção um programa de controle detalhado sobre o ciclo de vida dos equipamentos. Estamos falando de manutenção preventiva e preditiva. Preventiva é bastante tomada pela manutenção, e geralmente o uso de software, até mesmo softwares feitos por programas originais do sistema operacional, podemos pesquisar sobre "software para controle de preventiva". Trata-se de controlar o ciclo de vida das peças do equipamento, tudo de acordo com o manual, fazer verificação, troca antecipada a fim de evitar ou prevenir uma parada inesperada e então se tornar a temível manutenção corretiva. Já a manutenção preditiva é grande parte um nobre trabalho dos colaboradores que operam os equipamentos, aqui são feitas de acordo com o manual do equipamento, as manutenções diárias, como lubrificação de certos pontos que veem a evitar corrosões e travamentos, diminuindo a capacidade do equipamento, trabalhos como limpeza e inspeção de pontos primordiais para o bom funcionamento do equipamento.

### 7.1.3 A terceira meta

Trata-se do gerenciamento visual com os resultados obtidos pelos setores. Apresento como gerenciamento visual, pois realmente devem ser apresentados aos colaboradores que estão no fluxo de valor. Resultados esses como, OEE, resultado de preventiva, preditiva, metas, ações, resultados e implantações de melhorias como Kaizen, resultados de saúde e segurança do trabalho, os 6s dos setores e principalmente a matriz de polivalência dos setores. A matriz de polivalência é indispensável e muito útil para causar ciúmes entre os colaboradores, pois ficará a mostra para todos em qual nível cada um está, a partir daí existem

tarefas para cada colaborador aumente seu nível, isso faz com que realizem tarefas e mostrem seu potencial de forma incrível.

#### 7.1.4 A quarta meta

É a que as empresas têm mais dificuldades, se trata de conseguir trazer o colaborador para o mundo empresarial, ou seja, fazer com o colaborador aceite as mudanças e consiga produzir tão mais quanto produzia. Esta fase depende muito da equipe de liderança, pois essa equipe quem vai motivar, treinar e convencer o colaborador a aceitar a produção enxuta, com segurança, qualidade e alto desempenho. Alcançar essa meta é importante, pois sem ela não outra forma de conseguir realizar o TPM com cem por cento de qualidade. É uma etapa importante para os clientes, pois essa meta capacita os colaboradores e capacitação deixa o ambiente mais especializado, isso aumenta a confiabilidade do produto e como consequência do cliente.

#### 7.1.5 A quinta meta

Está na junção de grupos de trabalhos, é importantíssimo a aceitação da gerência, e a participação nos grupos de trabalho. Os grupos devem ser estruturados e focados, com metas e descrito, talvez não seja a obrigação de tal grupo, porém responsabilidade de todos, ou seja, se essa meta não é sua, então não é sua obrigação cumpri-la, porém sua responsabilidade não deixar piorar durante a implantação. Ter sucesso na ferramenta TPM é trabalhar em equipe, concentrar na produtividade. Essa é a meta da união entre departamento pela causa mais nobre, a excelência.

### 7.2 A função de cada colaborador

Há sempre questões a serem respondidas, um constante é sobre as metas que devem ser alcançadas para o sucesso do TPM, mas então não basta que a empresa alcance essas metas? A resposta é "Não", vamos agora entender exatamente qual a função de cada colaborador a concentrar e praticar TPM e ainda quais as etapas de implementação do TPM.

### 7.2.1 Colaboradores que operam os equipamentos

É função deste colaborador executar as atividades propostas pela engenharia de manutenção ou processo, atividades como lubrificação, calibrações ou regulagens, limpeza. É ainda função deste se destacar no quadro de polivalência assim como nas ideias propostas e implementadas. É importante dar extrema atenção a esse colaborador, pois é ele que vai reduzir mão de obra especializada, aumentar a eficácia do equipamento e a eficiência do produto. Os colaboradores precisam ser flexíveis nos diferentes equipamentos da empresa e mais que isso é necessário que os colaboradores tenham ciúmes dos equipamentos.

### 7.2.2 Engenharia de Manutenção

A área técnica é o ponto extremo de atenção dos colaboradores da manutenção, os técnicos precisam seguir a rota a risca das preventivas e estar sempre por dentro de toda em qualquer ação dos engenheiros. A engenharia de manutenção é um forte departamento para dar treinamento aos colaboradores.

### 7.2.3 Engenheiros

Engenheiro de processos; planejamento, desenvolvimento de produto, desenvolvimento de equipamentos, devem focar em desenvolver equipamentos que exija o mínimo de manutenção. São também responsáveis por desenvolver, capacitar e nivelar os colaboradores que operam os equipamentos. Os produtos precisam estar de acordo com o desenvolvimento do equipamento e jamais o equipamento ficar se adequando ao produto.

### 7.2.4 Gerência

O último e importante item para o TPM. Você deve estar se perguntando, se é importante devia estar como primeiro. Fiz questão de escrever sobre a gerência no último item para que fique mais "fresco" possível na memória, a gerência tem que ser a primeira a "comprar" a ferramenta TPM, é a gerência que assume o "Vamos implantar", não é menos e nem mais importante que nenhum colaborador, porém a mais difícil de manter e aceitar a

metodologia, o TPM é contínuo e deve ser reforçado a todo instante, portanto acredite sua empresa precisa dos gerentes descendo no Guemba (fluxo de valor), caminhando no fluxo de valor, perguntando, questionando e humildemente aprendendo. Essa liderança (liderança e não chefia) vai causar extrema motivação em todos os colaboradores da fábrica.

## 8 OS QUATRO NOMES DO TPM

Porque somente agora apresentar que a ferramenta TPM tem mais significados em seu nome?

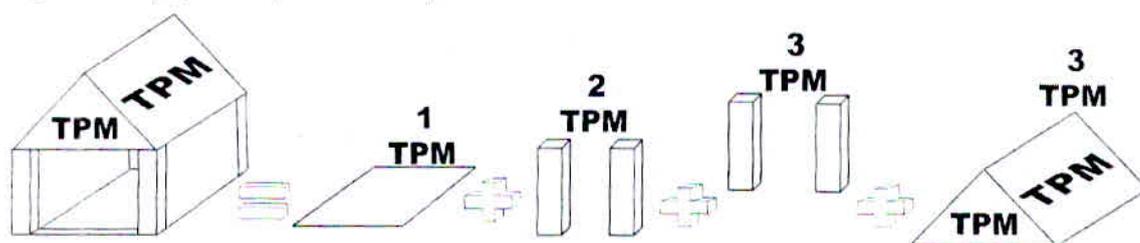
Segundo Xavier (2006), o TPM prepara e desenvolve pessoas para conduzir a fábrica do futuro, dotadas de automação, que por sua vez cria um perfil para os colaboradores, adequados com treinamento e capacitação.

A resposta para a pergunta esta na citação de Xavier. Agora que foi apresentada das funções de “cada” colaborador, note que Xavier escreveu em um parágrafo o conhecimento transmitido até aqui. Automação, motivação, treinamento e capacitação. A fábrica do futuro é a fábrica da excelência.

A ferramenta TPM pode ser encontrada durante pesquisas por quatro diferentes nomes, esses nomes na verdade se diferem nas escritas, porém tem o intuito de levar para um único caminho, alcançar a correta e plena implantação da TPM.

Uma simples equação pode ser representada. É correto sempre aproximar ao máximo de 100% (cem por cento) positivamente.

Figura 02 - Equação exemplificando os tipos de OEE



Fonte: O autor.

- TPM (Casa): Total Productive Management ou do português, Gerência Produtiva Total. Essa é a forma como deve ser encarado ao falar de TPM, é a gerência praticando acima de todas as ferramentas TPM;
- TPM1 (Base): Total Productive Maintenance, do português, Manutenção Produtiva Total. O correto nome, assim como foi inventado. Quando Nakajima falava sobre TPM, ele usava manutenção produtiva, mas que expressando apenas engenharia de manutenção, as pessoas confundem. Nakajima expressa a manutenção fabril, do fluxo de valor a alta gerência;
- TPM2 (Pilares): Total Productive Manufacturing, no português, Fabricação Produtiva Total. É o fortalecimento total dos colaboradores que trabalham nas linhas, que operam as

máquinas. Aqui os conceitos mudam os colaboradores quando treinados passam a trabalhar preeditivamente, são ativos da empresa, seguem os valores e não inovadores e essenciais;

- d) TPM3 (Pilares): Total Process Management ou Gerência de Processo Total. É o quanto os Engenheiros estão praticando TPM, a forma como projetam, como capacitam. É a prática e o cuidado com as linhas de produção;
- e) TPM4 (Telhado): Total Personnel Motivation, no português, mais difícil e mais importante. É aqui o desafio de conseguir que os colaboradores pratiquem TPM, inovem, se capacitem, cobre melhorias. Essa TPM influencia fortemente no Lead Time, na eficácia dos equipamentos e na qualidade do produto;

## **9 IMPLANTANDO A TPM**

Serão apresentadas as etapas para implantação da ferramenta TPM. Uma importante informação para quem vai se preparar para essa jornada de melhoria e excelência. As pesquisas e aprendizados mostram que a implantação da ferramenta TPM levam seis meses para fase preparatória e de dois à três anos para se tornar uma empresa efetiva do TPM, então não se assuste quanto escutar que a empresa tenta implantar a ferramenta TPM à dois anos e não conseguiu chegar onde queria ainda. A ferramenta é complexa e para o sucesso lembre-se, deve-se começar pela alta gerência.

Pois bem, agora será apresentado as etapas de implantação para que sua empresa tenha sucesso com essa incrível e inovadora ferramenta.

### **9.1 Aquisição da alta gerência para introdução da TPM**

Nesta primeira etapa eventos devem ser realizados. Primeiramente uma reunião deve ser organizada com toda a gerência, nessa reunião uma bela apresentação de slides e ou uma dinâmica fabril de Lean deve ser aplicada, pesquise por “Dinâmicas Lean”. Nessa apresentação os objetivos devem ser claros, os ideais, o mapeamento do fluxo de valor com o antes e o depois de sua fábrica implantar a TPM, mesmo que sejam ideais, apresente, lembre-se de ter argumentos reais, você será muito questionado. É interessante mostrar as metas, e claro, a importância de sua fábrica receber a ferramenta.

### **9.2 Campanha, divulgação e treinamento para a introdução da TPM**

Toda mudança com certeza requer um investimento, e exatamente, considere implementações e ou implantações como investimentos.

A ferramenta TPM requer investimento no desenvolvimento, na capacitação dos colaboradores. O desenvolvimento de eventos, campanhas são ótimos métodos para introduzir uma nova cultura na empresa. As empresas costumam criar slogan, pôster, salas com os pilares do TPM. É interessante fazer algo que não é comum na empresa, uma quebra de paradigma, como uma festa junina no meio do fluxo de valor, use a imaginação e realmente quebre o paradigma.

### 9.3 Estruturando a implantação

Nessa fase os times precisam ser separados, as pessoas de treinamento que capacitarão os colaboradores do fluxo de valor, o time que desenvolverá as instruções de trabalho de acordo com o treinamento, times para divulgação e desenvolvimento das campanhas. O segredo dessa fase é começar pelo time de divulgação, nesse momento não exclua os colaboradores comunicativos do fluxo de valor, eles são excelentes armas para mudar uma cultura. Motive essas pessoas, coloque as pessoas certas como líderes de divulgação, mas cuidado, essas escolhas podem tanto fazer a cultura se espalhar rapidamente como se a pessoa escolhida for a pessoa errada resultados não satisfatórios podem aparecer, então selecione pessoas não poluídas e se possível com poder persuasão. É uma fase complicada, pois às vezes escolher quem tem muito tempo de casa seja interessante pela moral sobre o fluxo, mas extrema atenção a essa fase.

### 9.4 Estabelecendo metas e elaborando as diretrizes

A quarta etapa deve ser iniciada somente quando os times escolhidos estiverem altamente capacitados, com a cultura da ferramenta sendo processada como algo natural. Os times precisam respirar TPM. É o momento de estabelecer metas para sua fábrica, metas como redução de quebra dos equipamentos, desempenho, taxa de falhas dos produtos, redução de refugo, estabeleça um ideal e quanto tempo para que se torne real. É correto que trace metas ousadas, redução de 50% de defeitos e aumentos de 25% de produtividade, é altamente importante que estas metas sejam expostas e claramente entendidas por todos.

### 9.5 Zerando os desperdícios

É o momento de todos os colaboradores entrarem para a TPM, a partir daqui os desperdícios devem ser encarados como não existentes, pois é necessário trabalhar para que realmente sejam todos excluídos do fluxo de valor. Geralmente é desenvolvido um evento onde serão apresentadas as metas e colocadas como desafios para a fábrica. Cada líder tem a missão de motivar sua equipe. Algumas empresas lançam metas e a equipe que alcançar é

recompensado com rodadas de pizza ou até mesmo com troféus ou ainda com melhorias na linha.

### **9.6 Melhoria Individualizada**

Esta etapa não é feita em todas as empresas, depende da quantidade de linhas e ou equipamentos. Pode ser considerada como quinta etapa, mas vamos tratar como sexta. Aqui é o momento que você pode usar para causar a motivação de todo um fluxo de valor. Escolha apenas uma linha para trabalhar, faça nela todas as melhorias possíveis, organize, alinhe os 6s, capacite-a. As demais linhas vão querer estar tão boa quanto, pois claramente o trabalho nesta linha piloto será melhor, terá mais fluxo, não terá movimentação desnecessária, não terá refúgio e os equipamentos estarão com OEE acima de 85%.

### **9.7 A Manutenção espontânea**

A manutenção tem que estar totalmente concentrada nessa etapa, os equipamentos são partes fundamentais dela. Aqui a equipe escolhida como equipe de treinamento é membro mais importante, pois é aqui que os colaboradores ganham a autonomia para fazer os itens selecionados na preditiva. A preventiva deve estar altamente descrita, exposta para a equipe de manutenção, alinhada, com datas, controle de ciclo. Atenção a preventiva, o planejamento de produção tem que caminhar junto com as datas expostas pela manutenção, lembre-se da disponibilidade, mas não se esqueça do desempenho e da qualidade. O gerenciamento visual é obrigatório, apresentando todos os tempos de paradas, para preditiva, onde atuar, quem vai atuar e como atuar.

### **9.8 Melhoria nas operações dos equipamentos**

A união das engenharias nesta fase. Os departamentos de equipamentos, processos, produção e desenvolvimento vão trabalhar e expor os principais problemas dos produtos, das operações, o que pode ser mudado nos equipamentos para segurança, aumento de produtividade.

Incluindo os colaboradores da linha TPM. Uma vez levantado os problemas, traçados metas eficazes, ou seja, ações que executadas não trarão outros problemas. Depois disso os

colaboradores da linha TPM devem ser inclusos nessas mudanças e deixar que questionem de modo livre, tudo é bem vindo, é um Brainstorming, tudo é válido e depois excluído caso seja decidido que irá agregar valor. Anote todas as informações e retorne com a reunião dos departamentos, feche as metas e então conclua as ações, eficaz.

### **9.9 Consolidando TPM**

Esta será a etapa onde sua empresa é consolidada como uma empresa em excelência. Os níveis estarão altos, um novo mapeamento do fluxo de valor deve ser feito. Compare o antigo e note tamanha mudança. Nesse momento da implantação pode se notar a nota do que era real e do ideal e saber o nível de excelência.

## 10 OEE - EFICÁCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO

O OEE é um indicador calculado diretamente pelo funcionamento de um equipamento. Como já dito antes, OEE vem do inglês "Overall Equipment Effectiveness" e do português "Eficácia Global do Equipamento".

Para Nakajima (1989), a OEE permite a medição objetiva do progresso do TPM.

O indicador OEE é resultado da multiplicação de três componentes, disponibilidade, desempenho e qualidade. Trabalha diretamente em todas as perdas e variabilidade dos equipamentos e dos processos ao redor.

Pode-se dizer que:

OEE = Disponibilidade x Desempenho x Qualidade

Mas como calcular cada índice destes? É simples:

Figura 03 - O cálculo OEE

|                  |   |
|------------------|---|
| Disponibilidade: | $\frac{\text{Tempo de Operação} - \text{Tempo Perdido por Paradas}}{\text{Tempo de Operação}}$        |
| Desempenho:      | $\frac{\text{Total de Unidades Produzidas}}{\text{Velocidade Ideal} \times \text{Tempo de Operação}}$ |
| Qualidade:       | $\frac{\text{Produção Total} - \text{Produtos Defeituosos}}{\text{Produção Total}}$                   |

Fonte: (KRAUS, 1994, p. 45).

Segundo Nakajima (1989), os limites ideais e satisfatórios do OEE estão entre índice de disponibilidade sempre acima de 90%, índice de desempenho acima de 95% e índice de qualidade acima de 99%. Quando multiplicarmos esses valores, encontraremos aproximação de 85%.

Pode-se afirmar que empresas sem as práticas da ferramenta TPM e que contém o indicador OEE estão com resultados próximos a 55%. Fica claro que a fábrica está sem fluxo e a capacidade desperdiçada.

Quando não se desenvolve a prática TPM, há grandes chances de investimentos errados, compra novos equipamentos para suprir a demanda e continuar produzindo com gargalos, baixa qualidade.

Uma fábrica com a ferramenta TPM implantada está garantida 95 a 98% eficaz. É uma empresa preparada para competir, pois é considerada uma empresa excelência.

## 11 APLICANDO TPM EM UMA LINHA DE INSERÇÃO AUTOMÁTICA

Durante o aumento de produção em uma fábrica de sistema de iluminação surgiram vários questionamentos a respeito do fluxo estar preparado para receber aumento na demanda produtiva, se manter eficiente assim como manter a qualidade do produto.

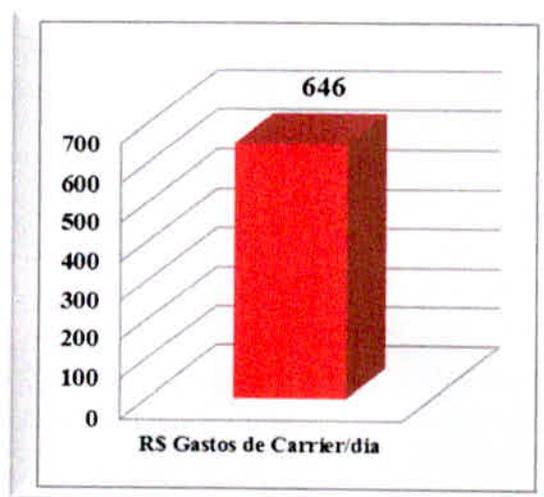
Encontrar gargalos no qual limita o desempenho do fluxo de valor era a primeira meta, foi feito um Brainstorming com uma equipe escolhida pelo líder da ação, assim separados por análises.

- a) Primeira análise: A relação de crescimento do volume nos últimos cinco anos;
- b) Segunda análise: O que o indicador OEE nos mostra como menor índice de eficácia;
- c) Terceira análise: De acordo com a OEE quais as maiores paradas;
- d) Quarta análise: Quais os gargalos definidos;

Nessa altura já no fluxo de valor convivia com a parada de um equipamento por 15 dias seguidos, um recorde absurdo e que começava a parar as linhas seguintes do processo de fabricação.

O problema era em uma peça de um equipamento com nome de “Carrier Clip-”, tem a função levar o componente eletrônico até uma peça chama “Guide Jaw”, essa peça faz inserção do componente na placa de circuito eletrônico. O consumo correto dessa peça é troca natural a cada dois meses, porém o consumo era de 17 por dia no que resultava em 646 reais por dia de gastos que resulta desperdício.

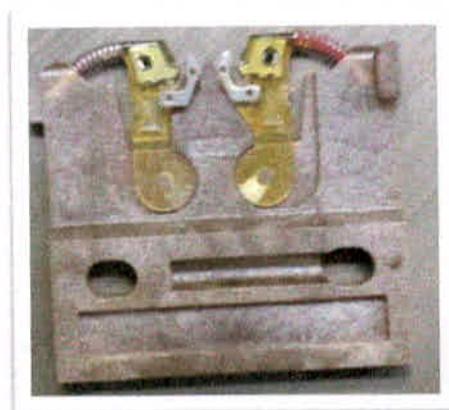
Figura 04 – Consumo de Carrier Clip



Fonte: (Fábrica de Sistema de Iluminação Eletrônica).

Uma vez que com os dados em mãos, uma análise profunda considerando todos os itens apontados foi feita.

Figura 04 – Carrier Clip



Fonte: (Inserora Automática Radial).

Com o aumento de 52% dos colaboradores, notou-se que não havia métodos padrão para trabalho, assim como não havia um método escrito para treinamento. Com isso os colaboradores não compreendiam que era necessária calibração para funcionamento correto do Carrier Clip, no que acarretou a quebra da peça de forma rápida, o suficiente para demandar todas as peças reservas e parar o equipamento Radial.

Figura 05 – Equipamento Radial



Fonte: (Fábrica de Sistema de Iluminação Eletrônica).

De imediato começa a “Operação ferramenta padrão”, significa adquirir as ferramentas corretas para calibração do equipamento assim como o método correto do

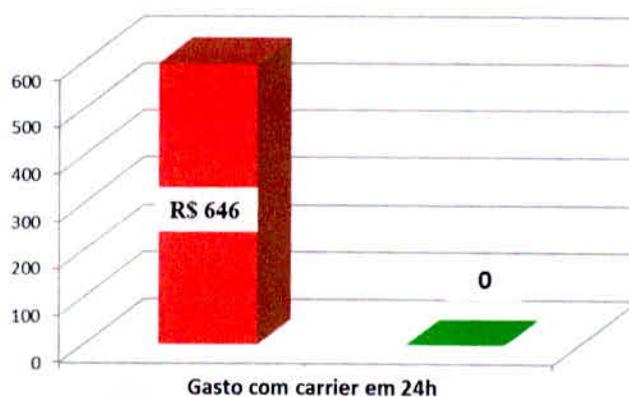
mesmo, eliminando o desgaste prematuro das peças, melhorando a ergonomia e segurança dos colaboradores.

Durante o tempo de chegada do material iniciou-se a fase de criar Instruções de trabalho, livro de treinamento e juntamente o escalonamento dos colaboradores para com as ferramentas em mãos iniciarmos os treinamentos em horários flexíveis à produção.

O trabalho durou dois meses e quinze dias e com conscientização de reciclagem do treinamento.

No quarto mês desde começa o treinamento e com um mês a frente coletou-se dados suficiente para expressar o quanto os colaboradores se tornavam donos dos equipamentos.

Figura 04 – Consumo de Carrier Clip



Fonte: (Fábrica de Sistema de Iluminação Eletrônica).

Após todo o trabalho voltado para TPM, que foi o primeiro na fábrica, a equipe de inserção automática começa a se sentir confiante para acionar a manutenção ou o departamento de acordo com a ocorrência, assim como inicia-se o trabalho de preditiva.

É importante frisar que o trabalho foi iniciado já com foco no TPM diretamente pelo motivo que a fábrica já seguia uma cultura de implementação Lean á dois anos, com isso possibilitou a aplicação da ferramenta TPM, uma vez que os dados de OEE já eram expostos.

## 12 CONCLUSÃO

Depois de praticar a ferramenta TPM, estudar sobre seus conceitos, pesquisar seus estados e índices, com toda certeza posso dizer que é mais ampla e importante do que todas as empresas imaginam. O termo “Manutenção Produtiva Total” não vem dedicado para a Engenharia de Manutenção apenas, entendo claramente que Nakajima quis dizer “Manutenção” do sistema produtivo.

Uma vez que a prática da TPM é alcançada com excelência podemos dizer com toda certeza que temos um fluxo de valor ou ainda uma empresa Lean Manufacturing, independente se seus conceitos são dedicados aos valores de sua empresa, ela será uma empresa enxuta, que nos dias de hoje prepara a empresa para ganhar o mercado, que por sua vez está muito disputado.

O estudo da ferramenta TPM me possibilitou estudar sobre a gestão de pessoas, assunto que deve ser fortemente abordado dentro da metodologia. Ao compreender quais as diferenças de um operador e um colaborador, ao compreender o ouvir e não o escutar, me fez abrir a mente e perceber que uma empresa não sobrevive sem o básico, a motivação, se temos colaboradores motivados, teremos inovação, renovação, criação, produtividade, qualidade, ou seja, teremos redução de desperdício apenas aplicando cultura, prática essa que não requer grandes investimentos, basta ter a pessoas correta para trabalhar e motivar todos aqueles que você conhece por fluxo de valor. A parte administrativa é altamente recomendável que atue a gerência e levante aqueles que o fluxo necessita.

Quando falamos de metodologias fabris o mercado aparece com milhares de currículos, é aí que temos um engano, saber a metodologia é diferente de conhecer e viver sua aplicação, pois quando vivemos o nascimento e a aplicação das metodologias, nós já sabemos quais os riscos, por onde caminhar e por onde não caminhar. Sendo assim tenho total certeza que usar o “Trabalho de Conclusão de Curso” ao meu favor, ou seja, aquilo que trabalho e que o mercado necessita atualmente foi extremamente correto, coerente para minha vida profissional e me ajudou a decidir qual o próximo passo pós-graduação.

O mercado necessita de Engenheiros a fim de aplicar seus conhecimentos pelo bem da humanidade, pelo bem do ser humano e metodologias como TPM é claramente para cuidar, fazer crescer o ser humano que está no mundo industrial.

## REFERÊNCIAS

- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas Revisto e Revisado**. São Paulo: Campus, 2008.
- DEMING, William E. **O Plano Fazer, Estudar, Checar e Agir**. 2014.
- FILHO, Julio de Mesquita. **Total Productive Maintenance**. Bauru, Cássia, 2010.
- KRAUS, Karen Jones. **OEE for Operators**. New York: Shingo Prize, 1994.
- KATILA, Pekka. **Applying Total Productive Maintenance (TPM)**. New York, 2001.
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Bookman, 1997.
- TAKAHASHI, Osada. **TPM / MPT – Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- WIREMAN, Terry. **O desenvolvimento de indicadores de desempenho para gestão da manutenção**. Nova Iorque: Industrial Press, 1998.
- XAVIER, Ricardo Almeida. **Gestão de Pessoas na Prática**. São Paulo: Gente, 2006.