

# ESTUDOS E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM NO LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DA UniEVANGÉLICA

STUDIES AND IMPLEMENTATION OF THE TPM METHODOLOGY  
IN THE LABORATORY OF MANUFACTURING PROCESSES OF THE  
UniEVANGÉLICA

**Eder Soares da Silva<sup>1</sup>**  
**Emílio Francisco Mota Araújo<sup>1</sup>**  
**George Pereira Barbosa<sup>1</sup>**  
**Diego Freire Vieira<sup>2</sup>**  
**Wesley Alves de Fontes<sup>3</sup>**  
**Almiro Martins da Silva Neto<sup>4</sup>**  
**Marcio José Dias\***

Parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) dos primeiros autores para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

<sup>1</sup> Engenheiros Mecânicos pelo Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Av. Universitária, km 3,5, Cidade Universitária, CEP 75083-515, Anápolis (GO); [eder.soares2011@hotmail.com](mailto:eder.soares2011@hotmail.com); [eng-emilio-2015@hotmail.com](mailto:eng-emilio-2015@hotmail.com); [george.pereira27@hotmail.com](mailto:george.pereira27@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Av. Universitária, km 3,5, Cidade Universitária, CEP 75083-515, Anápolis (GO); [diego.senai@sistemafieg.org.br](mailto:diego.senai@sistemafieg.org.br)

<sup>3</sup> Tecnólogo em Manutenção Industrial pela FATEC SENAI Roberto Mange, Rua Prof. Roberto Mange, N° 152, CEP 75113-630, Anápolis (GO); [wesleyalves.senai@sistemafieg.org.br](mailto:wesleyalves.senai@sistemafieg.org.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Mecânico Pela Faculdade Anhanguera de Anápolis, Mestre Engenharia Aeronáutica e Mecânica (profissional), Rua Marechal Eduardo Gomes, N° 50, Vila das Acacias, CEP 12228-900, São José dos Campos – São Paulo; [almiro.senai@sistemafieg.org.br](mailto:almiro.senai@sistemafieg.org.br)

\* Autor para correspondência: Engenheiro de Controle e Automação, Especialista em Engenharia de Produção pela UEG em parceria com Instituto Tecnológico de Goiás (ITCO), Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás, *Campus* UnUCET, Br 153 n° 3.105-Fazenda Barreiro do Meio – Caixa Postal, 459, CEP 75132-903, Anápolis (GO); [marciojosedias78@gmail.com](mailto:marciojosedias78@gmail.com) e [marcio.dias@unievangelica.edu.br](mailto:marcio.dias@unievangelica.edu.br)

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo realizar estudos sobre a metodologia da Manutenção Preditiva Total (TPM) e implantar o 1º pilar dos 8 pilares desse conjunto de técnicas e procedimentos no laboratório de Processos de Fabricação, do Centro Tecnológico, da UniEVANGÉLICA. A metodologia utilizada foi, inicialmente, o estudo das principais bibliografias sobre a filosofia TPM envolvendo os 8 pilares, e em segundo momento foi realizada a implantação do 1º pilar desse conjunto de técnicas. A partir de levantamentos foram realizadas intervenções técnicas e capacitações embasadas e estruturadas no 1º pilar da TPM: Manutenção Autônoma. Com a implementação da manutenção autônoma foi possível verificar as consequências das melhorias dessa ferramenta de gestão da manutenção como: melhor disposição de máquinas e equipamentos, higiene e segurança no trabalho, controle de realização das manutenções assim como, o planejamento das manutenções preventivas e preditivas, além de proporcionar um melhor ambiente de trabalho e propício para desenvolvimento do aprendizado.

**Palavras-chave:** Ferramentas de Gestão; Gestão da Manutenção; Planejamento e Controle de Manutenção; Filosofia Japonesa.

## ABSTRACT

REVISTA GESTÃO, INOVAÇÃO E NEGÓCIOS V. 3, N. 1 (2017)

The objective of this work was to carry out studies on the methodology of Total Predictive Maintenance (TPM) and implementation of the first pillar of the 8 pillars of the set of techniques and procedures in the Laboratory of Manufacturing Processes of the Technological Center of UniEVANGÉLICA. A methodology used, initially, the study of the main bibliographies about a TPM philosophy involving the 8 pillars, and secondly, a first pillar implantation of this set of techniques was performed. Based on surveys, technical interventions and training built into the first pillar of the TPM: Autonomous Maintenance. With an implementation of the autonomous maintenance is found as consequences of the improvements of the maintenance management tool like: better disposition of machines and equipment, hygiene and safety in the work, control of maintenance realization as well as, planning of preventive and pre-emotional maintenance, as well as a better working and development environment for the development of learning.

**Keywords:** Management Tools; Maintenance Management; Maintenance Planning and Control; Japanese Philosophy.

## 1. INTRODUÇÃO

Com advento da globalização impulsionada pela internacionalização e integração econômica, social, cultural e política houve a redução de custos de produção alavancada pela facilidade de comunicação entre os países acordados. Tais características desse novo modelo econômico fizeram com que as indústrias mudassem a forma de gerir seus processos e conseqüentemente, buscassem produtos inovadores para se manter competitivas no mercado (AL-RODHAN, 2006).

Arcuri Filho (2008) aponta em seu trabalho que uma das formas de se manter a competitividade em uma empresa é aumentar a confiabilidade em seus processos de produção. Para o alcance dessa confiabilidade devem ser implementadas ferramentas e técnicas de gerenciamento que mostrem resultados positivos como: eliminar os desperdícios, diminuir as paradas de máquinas, estudos de tempos e movimentos, controle estatístico de processos e dentre outros. Ainda, em seu trabalho, o autor descreve que a cada dia aumenta a busca por métodos qualitativos e quantitativos com o objetivo de se alcançar o sucesso, chegando ao tal esperado propósito, conhecido como falha zero e quebra zero.

Apresentando como ferramenta alternativa para a redução dos custos de produção, a filosofia Manutenção Produtiva Total (TPM) é um processo de evolução da manutenção corretiva, também conhecida como oito chaves para o sucesso da manutenção, criada pelos japoneses que entrou nas indústrias como resposta para as quebras de máquinas e desperdícios de matéria prima. A manutenção autônoma é o primeiro pilar da TPM, essa base de

sustentação visa estabelecer as condições ideais das máquinas e equipamentos, prevenindo-os da deterioração forçada e, conseqüentemente, prolongando sua vida útil. Tais resultados podem ser alcançados por meio da capacitação dos operadores, habilitando-os a tomarem providências rápidas e corretas contra as anomalias logo, tornando-os autônomos para realizarem atividades de limpeza, inspeção e lubrificação (TAKAHASHI & OSADA, 1993).

Branco Filho (2008) descreve que para a implantação da TPM deve ser seguida uma série de passos e procedimentos. A primeira exigência, talvez a mais importante, para essa transformação implica que todos os indivíduos, inclusive a alta gerencia, os supervisores e os operários estejam capacitados e cientes de sua função e responsabilidade dentro de cada um dos processos produtivos. Sendo assim, eles são capazes de ordenar e analisar de forma atenciosa os parâmetros dos componentes que sua máquina ou seu processo está submetido. Logo, terão maior controle sobre os processos e tornarão os equipamentos mais eficientes.

A manutenção autônoma é o 1º pilar dos oito pilares das técnicas da TPM. Este pilar visa, principalmente, a capacitação dos operadores para realização de limpeza, lubrificação e inspeção nos equipamentos. A implantação e a implementação desse pilar têm como resultados a melhoria da eficiência das máquinas, dos equipamentos e melhor arranjo organizacional do setor. Para tanto, a execução de pequenos reparos, inspeções, limpeza, lubrificação e organização do setor são realizadas pelos próprios operadores, onde estabelecem padrões para realização dessas atividades (NAKAJIMA, 1989).

Os laboratórios são espaços pedagógicos que representam diversos setores produtivos das indústrias de produção (CORRÊIA, 2005). Pekelman e Mello Jr. (2004) também descrevem a representação da importância dos laboratórios como espaço pedagógico, em especial os laboratórios de fabricação, pois, representam os cenários de produção das indústrias metalomecânica bem como, os setores de manutenção das indústrias de diversos seguimentos, pois, eles apresentam características exclusivas que são abordadas em atividades de realização de manutenção industrial, usinagem, soldagem, montagem de peças e conjuntos mecânicos.

Diante do exposto, este trabalho objetivou o estudo da ferramenta TPM apresentando uma coletânea de revisão de literatura sobre os 8 pilares de sustentação da filosofia Manutenção Produtiva Total bem como, proporcionar conhecimento e os procedimentos de implantação do 1º pilar (Manutenção Autônoma), utilizando como fonte de pesquisa o

laboratório de Processos de Fabricação do Centro Tecnológico, do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Manutenção corretiva

A estratégia conhecida como manutenção corretiva, consiste na necessidade de recolocar uma determinada peça ou aparelho após uma pane, ocorrida pelo desgaste ou rendimento inferior dos componentes, ou apenas por ter falhado, conseqüentemente ocasionando a parada de uma ou mais máquinas. Normalmente, os reparos que são executados não têm um planejamento e contém características emergenciais (BRANCO FILHO, 2008).

### 2.2 Manutenção preventiva

Manutenção preventiva é um serviço preventivo que consiste no planejamento organizacional de uma máquina ou de um equipamento a fim de melhorar o seu desempenho funcional, em suas condições operacionais, ou defeituosas. O planejamento para realização desse procedimento é feito a partir de análise minuciosa sobre as máquinas, os equipamentos, e até mesmo os processos produtivos. A partir dessa análise é feito o planejamento de intervenção que podem decorrer por horas de funcionamento, quilômetros rodados, peças produzidas, ou a qualquer outra unidade de medida quantificadora de utilização (SOUZA, 2008).

A manutenção preventiva é subdividida em três tipos, conforme mostrado na Figura 1 (BRANCO FILHO, 2008).

**Figura 1** - Métodos de manutenção planejada.



**Fonte:** (BRANCO FILHO, 2008).

### **2.3 Manutenção preditiva**

A manutenção preditiva necessita de dados acolhidos da manutenção preventiva. Através dos dados obtidos pelo monitoramento, caracteriza a necessidade de adotar parâmetros e técnicas de ensaios para programar alterações na mudança do desempenho do maquinário, tais como: corrente elétrica, tensão, análise de vibrações, análise de temperaturas, lubrificação e ultrassonografia (BRANCO FILHO, 2008).

A necessidade da manutenção preditiva se dá quando se tem como objetivo a prevenção de falhas no equipamento ou arranjo, acompanhando e analisando diversos parâmetros operacionais em constância observação periódicas (SOUZA, 2008).

### **2.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)**

O *Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM)* define TPM do seguinte modo: “*system of maintenance covering the entire life of the equipment in every division including planning, manufacturing, and maintenance* “. Em outras palavras, pode-se afirmar que é uma ferramenta que tem por base a definição de uma estratégia de gestão de equipamento, que permite alcançar a máxima eficiência e disponibilidade do mesmo ao longo de toda a sua vida útil, que envolve todos os setores fundamentais da empresa (NAKAJIMA, 1989).

Xenos (1998) descreve que a TPM não é apenas uma política de manutenção, mas sim uma filosofia de trabalho, com extrema dependência do envolvimento de todos os níveis da organização, capaz de gerar um senso de propriedade sobre os equipamentos, sobre o processo e sobre o produto. A TPM tem a capacidade de criar um ambiente de melhoria contínua dos sistemas produtivos, permitindo as empresas eliminarem falhas ou perdas nos processos.

A filosofia TPM está alicerçada em oito pilares de atuação como mostra a Figura 2. Essa divisão permite que sejam desenvolvidos e melhorados todos os aspectos da organização de forma matricial, ou seja, mesmo que atuando em aspectos diferentes, todos estão amplamente relacionados (NAKAJIMA, 1989).

**Figura 2:** Pilares do TPM



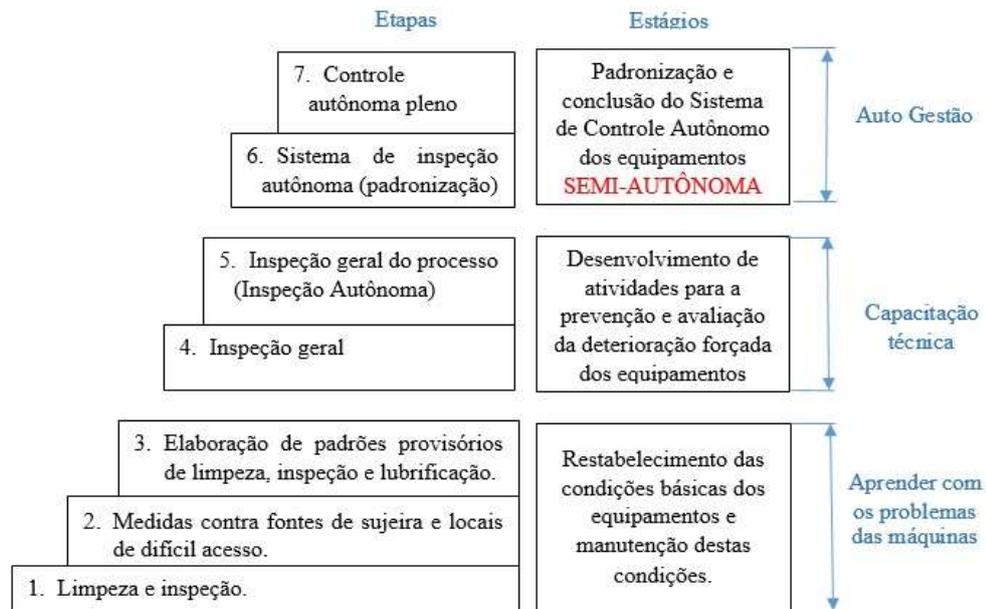
Fonte: (NAKAJIMA, 1989)

## 2.5 Manutenção Autônoma – 1º pilar

O objetivo deste pilar é a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos e antecipando-se aos problemas potenciais. Operadores com habilidade para manutenção autônoma devem ter: capacidade para descobrir anormalidades, capacidade de tratamento e recuperação, capacidade quantitativa para definir as condições do equipamento, capacidade de cumprir as normas para manutenção da situação como: limpeza, lubrificação e inspeção (DE PAULA, SILVA, & ROCHA, 2010).

A implementação da manutenção autônoma pode ser dividida em etapas, conforme Figura 3. Nas etapas de 1 a 3, deve se restabelecer as condições ideais dos equipamentos e manter as mesmas, para tanto é fundamental a aplicação da filosofia 5S para limpeza e organização. Para etapas 4 e 5, deve se desenvolver atividades de prevenção contra deterioração forçada capacitando os envolvidos a realizar inspeções. Logo as etapas 6 e 7, visa a padronização da inspeção autônoma, organizando e efetivando o controle de manutenção alcançando a auto-gestão (NAKAJIMA, 1989).

**Figura 3:** Etapas de implementação da manutenção autônoma.



Fonte: Adaptado de <http://www.ciconsulting.com.br>

## 2.6 Programa 5'S

Os 5S é uma ferramenta que visa a organização e padronização do espaço. Corresponde a cinco palavras japonesas iniciadas com som “s” são elas (JESUS, 2012):

- Seiri** (senso de utilização) – Consiste em manter no local de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no espaço utilizado.
- Seiton** (senso de organização) – Este senso consiste em facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização das tarefas diárias, evitando movimentos desnecessários.
- Seiso** (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível com todos os componentes nos respectivos locais.
- Seiketsu** (senso de padronização) – Com este senso pretende-se manter a ordem, limpeza e organização, através da criação de regras, normas e procedimentos para manter o nível atingido nos 3S anteriores, evitando que estes retrocedam.
- Shitsuke** (senso de autodisciplina) – Este senso prega a educação e obediência às regras, referente a organização e segurança.

## 2.7 Lições ponto a ponto

É uma forma de transmitir conhecimento através de pequenas informações, de tal forma que qualquer pessoa possa entendê-la e aplicá-la lendo-a. Basicamente para se executar uma lição ponto a ponto, deve-se observar a ausência de medo, pois o operador será capaz de executá-la, utilizar-se de desenhos, figuras ou fotos devem ser manuscrita, resumida, ser de pequenas partes da máquina, descrever o procedimento correto e as ideias implantadas (NAKAJIMA, 1989).

## **2.8 Treinar operadores em pontos básicos de manutenção**

A maioria dos defeitos encontrados nas máquinas é consequência do acúmulo de pequenas causas, entre elas a falta de conhecimento dos operadores. Sendo assim, deve-se proporcionar treinamento prático/teórico de elementos básicos aos operadores, seguindo os seguintes itens (DE PAULA, SILVA, & ROCHA, 2010):

- a) o que é o elemento?
- b) para que serve?
- c) como funciona?
- d) onde é usado?
- e) o que pode provocar problemas neste elemento?
- f) como evitar os problemas?

Ainda De Paula, Silva e Rocha (2010) afirmam que o objetivo é treinar operadores para pequenas atividades, para que os técnicos de manutenção façam as atividades mais nobres.

## **2.9 Manutenção Planejada (2º Pilar)**

A Manutenção Planejada consiste em detectar e tratar as irregularidades dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas. O objetivo principal é eliminar as atividades não programadas de manutenção. Quando se fala em TPM nas empresas, tende-se a acreditar que as atividades da manutenção serão passadas para os operadores. Este pilar desmistifica este pensamento, pois a manutenção passa a concentrar-se em atividades que exigem maior especialização.

Para que se atinja a máxima eficiência de um equipamento é fundamental o conhecimento dos conceitos de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

Confiabilidade é a probabilidade de um equipamento funcionar em condições normais de projeto, por um determinado período de tempo preestabelecido. A “curva da banheira” demonstra um comportamento que normalmente é encontrado em um equipamento. As taxas de falha se comportam de forma diferente ao decorrer do tempo (NAKAJIMA, 1989).

Manutenibilidade é a probabilidade de se executar um reparo de uma falha dentro de um prazo predeterminado, tomando-se como base o histórico de outros reparos. Porém, para este índice ser calculado deve-se ter um tempo para reparo constante ao longo do tempo (SOUZA, 2004).

A disponibilidade de um sistema reflete o tempo em que o equipamento está disponível quando é solicitado para o trabalho. O equipamento está disponível quando ele está em um estágio operacional (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

## **2.10 Melhoria Específica (3º Pilar)**

O pilar de melhoria individual dos equipamentos focaliza o gerenciamento do equipamento, especialmente a sua melhoria. Tem a particularidade de aplicar técnicas de solução de problemas em pequenos grupos, além de necessitar da participação de operadores, pessoal da manutenção, supervisores e engenheiros. Algumas empresas dão a este pilar a denominação de melhorias específicas ou de *Kaizen*. Na prática é um pilar que visa medir e atacar as perdas. O reconhecimento das grandes perdas, as medidas, etapas e ferramentas para a obtenção da quebra zero é fundamental para a promoção da melhoria individual do equipamento (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

A melhoria individual é a atividade que serve para erradicar de forma concreta as oito grandes perdas que reduzem a eficiência global do equipamento (OEE): Perdas por falhas em equipamentos, perdas por *setup* e ajustes, perdas por troca de ferramentas de corte, perdas por acionamento, perdas por pequenas paradas e pequenos períodos de ociosidade, perdas por velocidade, perdas por defeitos e retrabalhos, perdas por desligamento. Além das perdas que afetam diretamente o OEE, temos ainda as perdas que constituem obstáculos à eficiência de mão de obra (Ex.: perdas por deficiência logística e perdas por medições) e as perdas que afetam o rendimento dos materiais e energia (Ex.: perdas por desperdício de energia e as perdas por moldes, ferramentas e gabaritos (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

Para a implantação das melhorias individuais, utiliza-se 3 importantes ferramentas: O método dos sete passos, a análise PM e a análise de porquês (DE PAULA, SILVA, & ROCHA, 2010).

## **2.11 Educação e Treinamento (4º Pilar)**

Este pilar tem como objetivo desenvolver novas habilidades e conhecimentos para o pessoal da manutenção e da produção. Para as empresas a equipe de trabalho é fundamental para o bom funcionamento desta, por isso o aumento das suas competências é bastante relevante. Para que a TPM seja colocada em prática, todas as pessoas que serão envolvidas devem ser conscientizadas e habilitadas (FERNANDES, 2013).

É fundamental a capacitação do operador, através de cursos e palestras, para que ele possa conduzir a manutenção autônoma sem medo de cometer erros. Como a TPM é assentada no homem e dele depende para a obtenção de resultados efetivos, o treinamento é um investimento em que não se deve economizar, pois o retorno é garantido (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

## **2.12 Manutenção da Qualidade (5º Pilar)**

A manutenção da qualidade é o pilar que corresponde as atividades destinadas a definir condições do equipamento que excluam os defeitos de qualidade, baseado no conceito de manter o equipamento em perfeitas condições para que possa ser mantida a perfeita qualidade dos produtos produzidos. Estas condições são verificadas e medidas regularmente, para verificar se os valores medidos se encontram dentro dos valores padrão prevenindo defeitos. A alteração de valores medidos é tomada como base para prever as possibilidades de ocorrência de defeitos e tomar medidas de combate antecipadamente (FERNANDES, 2013).

Ainda, para Fernandes (2013) para este pilar devem ser estabelecidas condições preliminares como a eliminação da deterioração forçada, conhecimento do equipamento por todos os funcionários, estabelecimento de zero falhas no equipamento e um projeto de manutenção de novos produtos e equipamentos.

A manutenção da qualidade consiste de atividades que estabelecem condições dos equipamentos que não produzem defeitos no produto. Estes defeitos são prevenidos através de verificação e medição periódicas das condições dos equipamentos. Desta forma, os defeitos potenciais são previstos pela análise de tendências de valores relacionados aos limites específicos e posteriormente tomadas de ação (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

As origens dos defeitos podem estar nos materiais, equipamentos, métodos ou pessoas. Desenvolver operadores competentes através da manutenção autônoma e treinamento em habilidades tem como consequência a detecção rápida de anormalidades, a correção e restauração e a manutenção e controle da qualidade (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

Os passos para a implementação da manutenção da qualidade são: Preparar uma matriz de garantia da qualidade, preparar uma tabela de análise das condições das entradas da produção, planejar solução do problema, avaliar a seriedade dos problemas, usar análise PM para bloquear as causas dos problemas, simular impacto com as medidas propostas, implementar melhorias, revisar as condições de entradas de produção, consolidar e confirmar pontos de verificação, e preparar uma tabela de controle da qualidade de componentes e garantir a qualidade através de um rigoroso controle das condições (NAKAJIMA, 1989).

### **2.13 Segurança, Saúde e Meio Ambiente (6º Pilar)**

O principal objetivo desse pilar é garantir confiabilidade do equipamento, prevenir erros humanos e eliminar acidente e poluição chegando ao acidente zero, este pilar deve proporcionar um sistema que garanta a preservação da saúde e bem-estar dos funcionários e do meio ambiente. O cuidado da saúde individual de cada pessoa deve ser exigido e possibilitado pela empresa. Este cuidado fará com que as faltas por motivo de doença diminuam consideravelmente (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

A implementação completa da TPM melhora a segurança de muitas maneiras, torna o local de trabalho limpo e organizado, elimina áreas inseguras, operadores têm responsabilidade com sua própria saúde e segurança. Os pilares básicos da TPM já tratam direta e indiretamente dos aspectos de segurança e meio ambiente (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

Podem ser estabelecidas reuniões de pequenos grupos no início de trabalho para discutir aspectos relacionados à segurança, podem ser desenvolvidas atividades específicas de 5S, discussão dos trabalhos perigosos, cumprimento de procedimentos, lições de um ponto, treinamento em ações de emergência, segurança em deslocamentos de carga, etc (NAKAJIMA, 1989).

## **2.14 Controle Inicial (7º Pilar)**

O conceito básico deste pilar é projetar um equipamento desde a concepção até a conclusão no mais curto espaço de tempo, que vai produzir produtos com a qualidade pretendida. É necessário envolver os departamentos de gestão, engenharia, qualidade, pessoal de manutenção e de produção, para atingir as metas da equipe. Alguns outros benefícios incluem a melhoria da segurança, facilidade de manutenção, operacionalidade e dos equipamentos na planta do mesmo tempo. Consiste num conjunto de atividades que permitem reduzir o tempo entre o desenvolvimento inicial de um produto ou processo até a produção (DE PAULA, SILVA, & ROCHA, 2010).

O TPM objetiva alcançar o máximo rendimento operacional global das máquinas, o que significa minimizar o custo total gerado no processo de projeto, desenvolvimento, produção, operação, manutenção e apoio (DE PAULA, SILVA, & ROCHA, 2010).

Este pilar consiste em incrementar a interface entre engenharia de projeto e engenharia de manutenção. Atividades de prevenção são conduzidas durante as fases de projeto, fabricação, instalação e teste em vazio, e comissionamento. Este pilar tem como objetivo reduzir a necessidade de manutenção do equipamento e produzir equipamentos com confiabilidade; facilidade de operação, de manutenção e de implementação de manutenção autônoma (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

Este pilar pode ser desenvolvido através de quatro etapas, investigar e analisar a situação atual, estabelecer um sistema de prevenção da manutenção, iniciar o novo sistema e promover treinamento, aplicar o novo sistema definitivamente (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

## **2.15 TPM Administrativo (8º Pilar)**

O pilar de TPM administrativo está ligado às áreas de planejamento, desenvolvimento, engenharia e administração, não agregando valor diretamente à área de produção, mas possui três responsabilidades básicas, executar o processo de informação, apoiar a produção com relação ao ambiente externo de trabalho e ambiente social e conquistar a confiança de clientes criando uma excelente imagem da empresa (SUZUKI, 1992).

A implementação deste pilar desenvolve o conceito de que os escritórios são “fábricas de informações” e elas devem ser de alta qualidade, corretas, precisas e úteis. Deve-se identificar como o setor deve ser e estabelecer uma meta para alcançar este objetivo (PRADO FILHO & RIBEIRO 2013).

### **3. METODOLOGIA**

Este trabalho foi desenvolvido a partir dos estudos e análises teóricas da filosofia Manutenção Produtiva Total (TPM). Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre os 8 pilares de sustentação dessa filosofia, e em segundo momento foi realizada a implantação do 1º pilar (Manutenção Autônoma) desse conjunto de técnicas no laboratório de fabricação do Centro Tecnológico da UniEVANGÉLICA, no ano de 2015.

#### **3.1 Análise Inicial**

A partir de análises qualitativas foi identificado que as máquinas e equipamentos necessitavam de melhorias e adequações bem como, o layout do setor precisava ser reorganizado de forma que pudesse oferecer maior segurança e comodidade aos colaboradores do setor e aos alunos que utilizam esse espaço pedagógico. Ainda, pode ser observado que o laboratório não dispunha de um plano de manutenção preventiva que garantisse a funcionalidade das máquinas e equipamentos visto que, o mesmo foi inaugurado no início de 2014.

Os procedimentos para a coleta de dados do estudo foram realizados conforme normativas de implementação da TPM indicada por Nakajima (1989).

#### **3.2 Intervenção**

A partir do levantamento foram realizadas intervenções técnicas e capacitações embasadas na estruturação do 1º pilar da TPM: Manutenção Autônoma, tendo como objetivo a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos técnicos de laboratórios para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais.

### 3.3 Organização do setor

A organização do setor foi realizada conforme metodologia da técnica japonesa do 5S onde: *Seiri* (senso de utilização), *Seiton* (senso de organização), *Seiso* (senso de limpeza), *Seiketsu* (senso de padronização) e *Shitsuke* (senso de autodisciplina).

**Senso de utilização:** foi realizada organização geral o setor deixando apenas nas proximidades materiais e ferramentas necessárias para executar as tarefas. Foi criado setor de almoxarifado (anexo ao laboratório) e nesse local foram direcionados os dispositivos de ferramentas de usos menos frequentes.

**Senso de organização:** foi realizada a identificação das ferramentas e dispositivos necessários para realizar as tarefas diárias.

**Senso de limpeza:** foi realizada a limpeza geral do setor ou seja, das máquinas, dos equipamentos e do piso. Esta fase foi necessária, pois, era preciso que as superfícies estivessem limpas para que se pudesse fixar fichas informativas, instruções e demarcações dos espaços de segurança do setor.

**Senso de padronização:** foi realizada capacitações de sensibilização com intuito de manter a ordem, a limpeza e a organização. Nessas capacitações envolveram os técnicos de laboratórios, alunos estagiários e os alunos que estavam desenvolvendo atividades no setor.

**Senso de autodisciplina:** foram criadas regras e procedimentos a fim de manter o nível de organização já alcançado bem como, foi lançado os desafios para evolução desse conjunto de técnicas nos demais laboratórios do Centro Tecnológico.

### 3.4 Criação de Planos de Lubrificação

Foram realizados estudos técnicos dos manuais das máquinas: TORNO NARDIDNI MS 205 e da FRESADORA TURRET X6325C. A partir desses estudos foram elaborados Planos de Lubrificação e também foram construídos fluxogramas de execução dos procedimentos de lubrificação utilizando a técnica de Lição Ponto a Ponto.

### 3.5 Criação de planilhas para controle de manutenção

A partir de estudos sobre as máquinas e equipamentos foram criadas planilhas eletrônicas para facilitar o controle e a execução das manutenções corretivas e preventivas. Ainda, foi realizado planejamento das manutenções preventivas e foi sugerido criação do procedimento de manutenção preditiva para as máquinas e equipamentos.

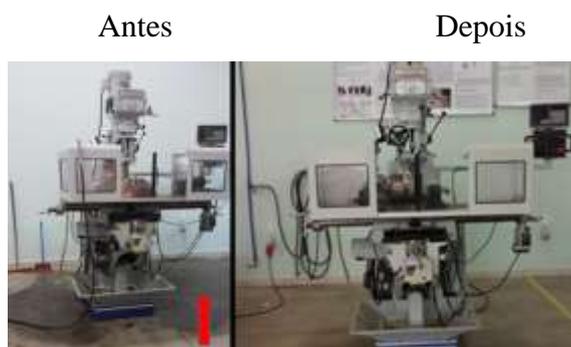
### 3.6 Capacitação

Foram realizadas sensibilizações e capacitações técnicas aos técnicos de laboratório para que os procedimentos criados pudessem ser mantidos com a máxima eficiência possível. As capacitações foram realizadas a partir da inserção dos dados das manutenções, inspeções realizadas nas fichas e planilhas de controle.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

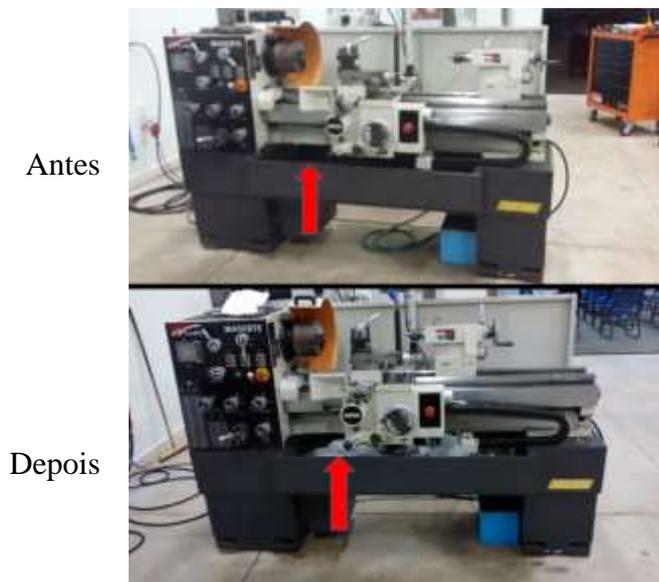
As Figuras 4 (a) e 4 (b) apresentam os resultados da aplicação da técnica do 5S (Senso de utilização, Senso de organização, Senso de limpeza, Senso de padronização e Senso de autodisciplina), em especial a técnica de limpeza e organização do ambiente de trabalho.

**Figura 4 (a):** Limpeza do ambiente de trabalho.



**Fonte:** Dos autores (2017).

**Figura 4 (b):** Limpeza de equipamento.



**Fonte:** Dos autores (2017)

Logo, pode ser observada a melhoria da aparência visual do setor por meio da aplicação da técnica de limpeza e conservação preconizada pelo 1º pilar da TPM. Esse procedimento foi realizado a fim de possibilitar a execução das outras etapas do estudo como fixação: de placas de segurança, de painéis, de fichas de controle bem como, demarcação de áreas.

A Figura 5 apresenta a criação do fluxograma do plano de lubrificação das máquinas: torno mecânico Nardidni MS 205 e da fresadora Alemak Turret X6325C. Esses planos foram elaborados a partir de estudos dos manuais das máquinas e desenhados utilizando a técnica de Lição Ponto a Ponto da Manutenção Preditiva Total TPM.

**Figura 5:** LPP realizado para torno e fresadora.



**Fonte:** Dos autores (2017)

Por meio do método Lição Ponto a Ponto, a partir do desenho do fluxograma de realização do plano de lubrificação, pode ser observado de forma clara, rápida e ilustrativa os procedimentos que devem ser observados ao realizar a lubrificação dessas duas máquinas.

Esses planos foram criados como procedimento piloto para as duas máquinas em estudo, e apresenta como sugestão aos trabalhos futuros a criação de novos planos para cada máquina e equipamentos dispostos no setor.

A Figura 6 apresenta a demarcação do setor por meio de fitas adesivas e também colocação de placas indicativas sensibilizando os usuários quanto a questão da segurança no acesso do setor e a utilização das máquinas.

**Figura 6:** Demarcação e sinalização da área de trabalho.



**Fonte:** Dos autores (2017)

A partir da execução dessas técnicas, contidas no 1º pilar da TPM, o laboratório de usinagem do centro tecnológico além de melhorar sua aparência visual pode promover, por meio das placas de segurança, a sensibilização sobre a prevenção de acidente aos seus usuários.

Ainda, no sentido de preservar a segurança dos usuários foram demarcados, conforme apresentado na Figura 7, as áreas onde são dispostos os extintores de incêndio.

**Figura 7:** Identificação dos extintores.



**Fonte:** Dos autores (2017)

As demarcações e a colocação das placas de identificação foram realizadas em conformidade com Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 12693, levando em consideração locais de fácil visualização e acesso, e a menor possibilidade de obstrução aos seus acessos.

A Figura 8 apresenta ilustrações da execução do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) das máquinas e equipamentos dispostos no setor, por meio de fichas e planilhas eletrônicas criadas.

**Figura 8:** Fichas e planilhas de controle.

(a)

(b)

PLANO DE CONTROLE E MANUTENÇÃO PREVENTIVA						
EQUIPAMENTO: TORNO NARDONI M5 305						
FOLHA: 0001						
SERVIÇO: 0						
ITENS A VERIFICAR						
ITEM	PERIODICIDADE	DESCRIÇÃO	RESULTADO			
1	DIÁRIA	Limpar e lubrificar bancamentos e guias	não			
2	DIÁRIA	Retirar cavacos de produção no final do dia	não			
3	DIÁRIA	Lubrificar com óleo ISO68	não			
4	SEMANAL	Lubrificar com graxa (Pur e antigrafiagem)	não			
5	SEMESTRAL	Regulagem a água cilíndrica	não			
6	ANUAL	Trocar óleo (ISO68) cabeçote - 3,5 litros	sim			
7	ANUAL	Trocar óleo (ISO68) caixa de roscas - 2,5 litros	sim			
8	ANUAL	Trocar óleo (ISO68) avaral - 3,5 litros	sim			
9	ANUAL	Verificar correias de transmissão, substituir caso necessário	sim			
10	ANUAL	Nivelamento	sim			
LISTAS DAS PRINCIPAIS PEÇAS						
ITEM	DESCRIÇÃO					
TABELA DE REGISTROS						
ITEM	DATA	SUBSTITUÍDO		TEMPO DA INTERVENÇÃO	DATA PRÓXIMA INSPEÇÃO	INSPEÇÃO REALIZADA POR
		SIM	NÃO			

PLANO DE CONTROLE E MANUTENÇÃO PREVENTIVA					
HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES					
EQUIPAMENTO: TORNO NARDONI M5 305					
FOLHA: 0001					
SERVIÇO: 0					
EQUIPAMENTO	ITEM	PERIODICIDADE	DESCRIÇÃO	HISTÓRICO	PRÓXIMA MANUTENÇÃO
TORNO	6	SEMESTRAL	Trocar óleo (ISO68) cabeçote - 3,5 litros	DATA: 05/01/2017 TÉCNICO: [nome]	26/01/17
	7	SEMESTRAL	Trocar óleo (ISO68) caixa de roscas - 2,5 litros	DATA: 25/01/2017 TÉCNICO: Luis	24/01/18 Em Conferência
	8	SEMESTRAL	Trocar óleo (ISO68) avaral - 3,5 litros	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
	9	ANUAL	Verificar correias de transmissão, substituir caso necessário	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
	10	ANUAL	Nivelamento	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
PRESADORA	4	ANUAL	Verificar e ajustar folga da mesa	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
	5	SEMESTRAL	Verificar estado das correntes, substituir se necessário	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
	6	SEMESTRAL	Verificar correias de transmissão, substituir caso necessário	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17
7	ANUAL	Nivelamento	DATA: [data] TÉCNICO: [nome]	26/01/17	

**Fonte:** Dos autores (2017)

As Fichas de Controles Figura 8(a) foram desenvolvidas para serem fixadas junto as máquinas com intuito de facilitar a coleta de informações sobre a realização de manutenções: corretivas, preventivas e preditivas. Essas fichas posteriormente são recolhidas e digitadas alimentando planilhas Excel ® Figura 8 (b) que servirão de indicadores para as tomadas de decisões.

Após o término dos trabalhos foram realizadas sensibilização e capacitações técnicas dos técnicos de laboratórios a fim de melhor utilizar os procedimentos criados, por meio da técnica de Manutenção Autônoma da filosofia TPM.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base nos estudos pode-se se concluir que:

- O laboratório de fabricação melhorou sua aparência visual.
- Houve diminuição do tempo utilização das máquinas e equipamentos.
- Os cuidados com a segurança dos usuários foram melhor evidenciados.
- Houve aumento da satisfação dos técnicos de laboratórios.
- Melhoria no entendimento dos processos industriais, principalmente das indústrias metalomecânica pela similaridade das máquinas e equipamentos dispostos e estudados no setor.
- Os processos de manutenção, em especial os procedimentos de lubrificação, foram facilitados por meio dos fluxogramas de execução.
- Certamente, com a manutenção dos procedimentos criados, haverá diminuição das falhas e potenciais problemas.
- Incentivo e direcionamento sobre a possibilidade de realização de trabalhos futuros envolvendo os demais laboratórios do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.
- A ferramenta TPM pode ser utilizada para melhorar a gestão de laboratórios e espaços pedagógicos tanto como, a gestão de processos produtivos.

## **6. REFERÊNCIAS**

AL-RODHAN, R.F. *Definitions of Globalization: A Comprehensive Overview and a Proposed Definition*. Geneva Centre for Security Policy, 2006.

ARCURI FILHO, R. *Medicina de sistema: uma abordagem holística, estratégica e institucional para a gestão de manutenção*. 2008. 148 f. *Dissertação* (Pós-graduação em sistema de gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12693: *Sistemas de proteção por extintores de incêndio*. Rio de Janeiro, 1993.

BRANCO FILHO, G. *A organização, o planejamento e o controle da manutenção*. 2 ed. Rio de Janeiro : Ciências moderna Ltda, 2008.

CORRÊIA, A. F.K. *Implementação de um sistema de qualidade para laboratório de análise sensorial baseado no sistema de boas práticas*. 2006. 95f. *Dissertação* (Mestrado em Ciências, área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

DE PAULA, L.; SILVA, M. M.; ROCHA, T. J. S. *Manutenção e lubrificação de equipamentos: Os oito pilares da TPM*, 2010, 15f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2010.

FERNANDES, A. R. *Manutenção Produtiva Total: uma ferramenta eficaz na busca da perda-zero*, 2005, 18 f. *Monografia* (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá, 2005.

*Gestão de ativos*. Disponível em <<http://www.ciconsulting.com.br/nossos-servicos/gestao-de-ativos.html>>. Acesso em 26/10/2015.

JESUS, S. M. G. *Leanness e manutenção produtiva total (TPM). Modelo de produtividade e competitividade. Estudo de caso*. 2012. 122 f. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo : IMC, 1989.

PEKELMAN, H.; MELLO JR, A. G. *A Importância dos Laboratórios no Ensino de Engenharia*. In: COBENGE 2004, 2004, Brasília, 2004.

PRADO FILHO, H. R.; RIBEIRO, H. *Total Productive Maintenance (TPM): Manutenção Preditiva Total*. Banas Qualidade Report. Editora: Epse, 2013.

**SOUZA, F. J.** Melhoria do pilar “manutenção planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção. 2004. . 315f. *Dissertação* (mestrado profissionalizante em Engenharia.) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, J. B. Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção: Uma abordagem analítica. 2008. 169 f. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia de produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SUZUKI, T. *New directions for TPM*. Massachusetts: BookCrafters, 1992.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. *Manutenção produtiva total*. 5 ed. São Paulo : IMAM, 1993.

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.