



---

RODRIGO ANTONIO FERREIRA

**TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: MANUTENÇÃO  
AUTÔNOMA**

---

Jacareí  
2017

**RODRIGO ANTONIO FERREIRA**

**TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: MANUTENÇÃO  
AUTÔNOMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a Faculdade Anhanguera de Jacareí, como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Daniela de Oliveira Marin

Jacareí  
2017

# TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a Faculdade Anhanguera de Jacareí, como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Daniela de Oliveira Marin

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>(a)</sup>. Daniela de Oliveira Marin

---

Prof<sup>(a)</sup>. Eduardo de Lima Marcos

---

Prof<sup>(a)</sup>. Anderson Doniseti de Araújo

## RESUMO

Em sistemas de produção contínuos é prioritária a obtenção de uma elevada produtividade, no qual os recursos físicos e procedimentos operacionais devem ser adequados. Para compreender a manutenção autônoma o objetivo do trabalho foi pesquisar por meio de revisão de literatura como funciona a manutenção autônoma, parte integrante do TPM; indicar vantagens descritas pelos autores sobre a aplicação da manutenção autônoma e apresentar com base nos autores pesquisados, conceitos necessários de preparação do operador de máquinas e equipamentos para atuar na manutenção autônoma. Trata-se de uma revisão da literatura e o tratamento do levantamento bibliográfico se fez por meio de análise qualitativa, promovendo melhor entendimento e ampliando o conhecimento sobre o assunto, investigando nas fontes bibliográficas compreensão para o tema proposto pelo trabalho. A manutenção autônoma combate os defeitos no processo, que são as perdas de pessoas, tempo, materiais, energia e do próprio equipamento decorrentes da produção de produtos defeituosos. Também, as perdas associadas às más condições de manutenção do equipamento, gabaritos e matrizes que implicam em ajustes do equipamento desde seu acionamento até a estabilização do processo. Considera-se que o engenheiro de produção precisa conhecer os princípios da manutenção autônoma para que possa promover a produtividade dos processos industriais e reduzir desperdícios, para que se destaque no mercado em que atua.

**Palavras-chave:** Produção; Máquinas; Manutenção; Operador; TPM.

## **ABSTRACT**

In continuous production systems priority is given to achieving high productivity, in which physical resources and operational procedures must be adequate. To understand the autonomous maintenance the objective of the work was to search through a literature review how autonomous maintenance works, an integral part of the TPM; To indicate the advantages described by the authors on the application of autonomous maintenance and to present, based on the authors researched, the necessary concepts to prepare the machine and equipment operator to perform autonomous maintenance. It is a review of the literature and the treatment of the bibliographic survey was done through qualitative analysis, promoting a better understanding and broadening the knowledge on the subject, investigating in the bibliographic sources understanding for the theme proposed by the work. Autonomous maintenance combats defects in the process, which are the losses of people, time, materials, energy and the equipment itself resulting from the production of defective products. Also, the losses associated with bad conditions of maintenance of the equipment, templates and matrices that imply in adjustments of the equipment from its activation until the stabilization of the process. It is considered that the production engineer needs to know the principles of autonomous maintenance so that he can promote the productivity of the industrial processes and reduce wastes, so that he stands out in the market where he operates.

***Key-words:*** *Production; Machinery; Maintenance; Operator; TPM.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Manutenção autônoma.....	11
<b>Figura 2</b> – Placa <i>Kamishibai</i> de manutenção autônoma .....	14
<b>Figura 3</b> – Melhoria Contínua.....	15
<b>Figura 4</b> – Parada forçada de máquina por avaria .....	17
<b>Figura 5</b> – Máquina gargalo de produção.....	19
<b>Figura 6</b> – <i>Housekeeping</i> .....	20
<b>Figura 7</b> – Manutenção preditiva .....	22
<b>Figura 8</b> – Tempo x Custo de Manutenção.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TPM      *Total Productive Maintenance* – Manutenção produtiva Total

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 TPM E A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....</b>	<b>11</b>
<b>3 VANTAGENS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....</b>	<b>16</b>
<b>4 CONCEITOS BÁSICOS PARA O OPERADOR ATUAR NA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA .....</b>	<b>20</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tema abordado propõe pesquisar na literatura conceitos de TPM – *Total Productive Maintenance* – ou na tradução: Manutenção Produtiva Total, tornando os processos organizacionais, mais eficientes e eficazes com o envolvimento do operador de máquinas na manutenção autônoma.

Em sistemas de produção contínuos é prioritária a obtenção de uma elevada produtividade, no qual os recursos físicos e procedimentos operacionais devem ser adequados. A produtividade em tais sistemas de produção, caracterizados por elevado volume e produção contínua depende diretamente da eficiência de suas operações críticas, denominadas gargalos ou restrições.

O operador de máquinas é o elemento chave para que haja produção enxuta e para que isto aconteça ele precisa além de operar a máquina, atuar preventivamente para minimizar as paradas forçadas de máquina e diminuir as operações de manutenção de avarias ou corretiva. Neste aspecto é que a manutenção autônoma auxilia para que haja produtividade, produção enxuta, queda de índices de parada de máquina e diminuição de custos com manutenção corretiva.

Através desses treinamentos pode se desenvolver uma consciência entre os colaboradores de manutenção preventiva automática, cada um tomando conta da máquina como sua propriedade particular (tutores).

Assim, o processo gerará um menor número de paradas forçadas na produção e também menores paradas para manutenção fora do cronograma, uma vez que ocorre um acompanhamento detalhado sobre a situação de equipamento, diminuindo dessa forma a quantidade de produtos não conformes fabricados.

A filosofia da Manutenção Produtiva Total torna-se ferramenta que tem seu foco voltado para o sistema produtivo, em especial para a atuação autônoma do operador no acompanhamento de sinais de problemas. Seus objetivos indicam que uma eficiente gestão dos processos produtivos, promove a queda significativa dos custos, aumento na produção e diminuição de refugos e retrabalhos, conseqüentemente se tem um aumento na competitividade da empresa.

Em uma máquina, com o tempo de funcionamento, há desgaste de rolamentos, mancais, engrenagens, parafusos vão se soltando, pequenos vazamentos de ar comprimido ou óleo hidráulico vão aumentando e outras avarias normais acontecem.

Considerando os problemas acima, todos eles levam a parada de máquinas ou produção não conforme ou perda de tempo e dinheiro, mas poderiam ser evitados se houvesse ação preventiva:

Que benefícios a manutenção autônoma, parte da filosofia do TPM, traz para a eficiência das máquinas e equipamentos da indústria?

Descrever pressupostos teóricos da literatura científica sobre as características do TPM e manutenção autônoma.

Pesquisar por meio de revisão de literatura como funciona a manutenção autônoma, parte integrante do TPM;

Indicar vantagens descritas pelos autores sobre a aplicação da manutenção autônoma;

Apresentar com base nos autores pesquisados, conceitos necessários de preparação do operador de máquinas e equipamentos para atuar na manutenção autônoma.

Trata-se de uma revisão da literatura e o tratamento do levantamento bibliográfico se fez por meio de análise qualitativa, promovendo melhor entendimento e ampliando o conhecimento sobre o assunto, investigando nas fontes bibliográficas compreensão para o tema proposto pelo trabalho.

Para Martins Junior (2008), uma pesquisa bibliográfica relaciona-se com a busca de saberes sistematizado para enfrentar uma problemática ou para adquirir novos saberes para compreender melhor um fenômeno.

A revisão acontece pela exploração do tema em livros, revistas técnicas, textos eletrônicos, artigos científicos, em que o pesquisador cruza conhecimentos em articulação com o problema em perspectiva (MARTINS JUNIOR, 2008).

## 2. TPM E A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

A manutenção autônoma é a manutenção independente realizada pelos operadores das máquinas e não por técnicos dedicados de manutenção. Este é o conceito central de TPM ou Manutenção produtiva total, bem como o TQM (Gerenciamento de Qualidade Total), o TPM dá mais responsabilidade e autoridade aos operadores e libera o pessoal técnico para fazer mais trabalhos preventivos e de melhoria.

Ao contrário dos programas de manutenção tradicionais, onde os operadores operam as máquinas até quebrarem ou se tornarem dependentes da manutenção e depois solicitar reparos departamento de manutenção (NAKAJIMA, 2010).

A manutenção autônoma tem os operadores executando as rotinas de manutenção mais simples (e seguras) como lubrificação, aperto dos parafusos, Inspeção e monitorização de ar, óleo, ruído etc. (MOREIRA, 2008).

Como os operadores que têm contato diário com as máquinas que são os mais familiarizados com o funcionamento de cada máquina e com treinamento completo pode vir a compreender o funcionamento do equipamento. Isso lhes permite sentir maior apropriação por seu trabalho e se tornar mais no controle de como as coisas são feitas e que melhorias são feitas (NAKAJIMA, 2010).

A Figura 1 mostra uma ação de manutenção autônoma.

**Figura 1** – Manutenção autônoma.



Fonte: MOREIRA (2008).

A TPM mantém o envolvimento de todos como um dos seus princípios fundamentais e, assim, torna os operadores que utilizam as máquinas mais responsáveis pela manutenção das máquinas, bem como pela sua gestão.

Obviamente, para chegar a este ponto os operadores necessitam de formação e muitas máquinas precisam de melhoria e modificação para torná-las fáceis de limpar e manter, portanto, precisa-se de um programa de implementação metódica para apresentá-los a TPM e manutenção autônoma. Este programa é mais comumente dividido em sete etapas (CORRÊA, CORRÊA, 2006).

A primeira etapa é a de limpeza e inspeção, para deixar as máquinas e o espaço produtivo limpo, com máquinas funcionando adequadamente, para serem bem cuidadas (MOREIRA, 2008).

A primeira etapa é semelhante ao estágio do 5S, limpeza, com um propósito similar. Precisa-se remover toda a sujeira do espaço produtivo e sujeira da máquina, não para fins de tornar a máquina apresentável, mas para descobrir e destacar todos e quaisquer problemas dentro da máquina. Isto exigirá que a máquina seja retirada da produção, todos os fluídos drenados e as tampas removidas para que cada parte da máquina possa ser inspeccionada e limpa (ALMEIDA, 2014).

Procura-se remover a sujeira dos últimos anos e trazer a máquina de volta para como era quando foi comprada e usada pela primeira vez, inspecionando completamente cada parte da máquina para destacar qualquer dano ou desgaste (MARTINS; LAUGENI, 2009).

Usam-se etiquetas para destacar quaisquer problemas, esses problemas, se possível, devem ser corrigidos imediatamente, mas se necessário um plano deve ser posto em prática para corrigir problemas e remover as restantes etiquetas (MARTINS; LAUGENI, 2009).

Outra etapa, a limpeza e a inspeção devem ser feitas pelos operadores e pela equipe de manutenção responsável pela máquina, para que eles se familiarizem com os detalhes da máquina e possam ver onde a sujeira se acumula e como e quais problemas estão ocorrendo (MOREIRA, 2008).

Quando se limpa e se inspeciona as máquinas deve se olhar de onde a sujeira que se remove está vindo; se está sendo produzida dentro da máquina ou está entrando na máquina de fora. Deve-se procurar remover ou minimizar essas fontes de contaminação que fazem precisar limpar as máquinas (MOREIRA, 2008).

Deve-se também olhar para todas as áreas que são difíceis de alcançar ou que podem ser inseguras de acessar, para melhorar o acesso a eles para que a limpeza e inspeção futuras possam ser feitas sem problemas e tão rapidamente quanto possível (LIKER, 2015).

As duas primeiras etapas preparam próxima etapa, para que os operadores definam as atividades de manutenção que eles podem realizar para evitar uma maior deterioração da máquina. Eles têm que definir o que eles vão limpar, lubrificar, apertar e inspecionar, como eles vão fazê-lo, quantas vezes e assim por diante para garantir que eles mantenham a máquina em sua condição ideal (NAKAJIMA, 2010).

Após a terceira etapa tem se agora os peritos (técnicos de manutenção, chefes de equipe), para conduzir em profundidade a formação dos operadores para explicar a função e finalidade de cada componente da máquina, bem como formação em habilidades de resolução de problemas, como os 5 porquês (NAKAJIMA, 2010).

Então, os operadores passam a reinspecionar as máquinas com seu conhecimento recém-descoberto e destacar todos os novos problemas descobertos em muito da mesma maneira que foi feito na primeira fase.

Com o que aprenderam na etapa 3, os operadores modificam os padrões e as instruções que implementaram para os três primeiros estágios de manutenção autônoma para agilizar e melhorar suas tarefas de manutenção (MOREIRA, 2008).

As tarefas nesta fase também são comparadas e racionalizadas com os departamentos de manutenção e próprios cronogramas de manutenção, permitindo que as tarefas sejam alocadas corretamente e evitar a duplicação de esforços.

Na etapa 5, assim como no 5S, um dos principais objetivos do TPM é a padronização, busca-se padronizar o trabalho de manutenção que se faz e também tentar tornar o local de trabalho o mais visual possível. Criam-se padrões formais para a manutenção autônoma e busca-se melhorar o gerenciamento visual das máquinas (MARTINS; LAUGENI, 2009).

Destaca-se a direção do fluxo de fluídos através das tubulações, de modo que as alavancas e as válvulas devem ser giradas para abrir e fechar, realçar valores de operação seguros ou normais em indicadores e vidros verdes e indesejáveis em vermelho, tudo para tornar as coisas o mais óbvias possível para qualquer pessoa se as coisas estiverem funcionando corretamente (ALMEIDA, 2014).

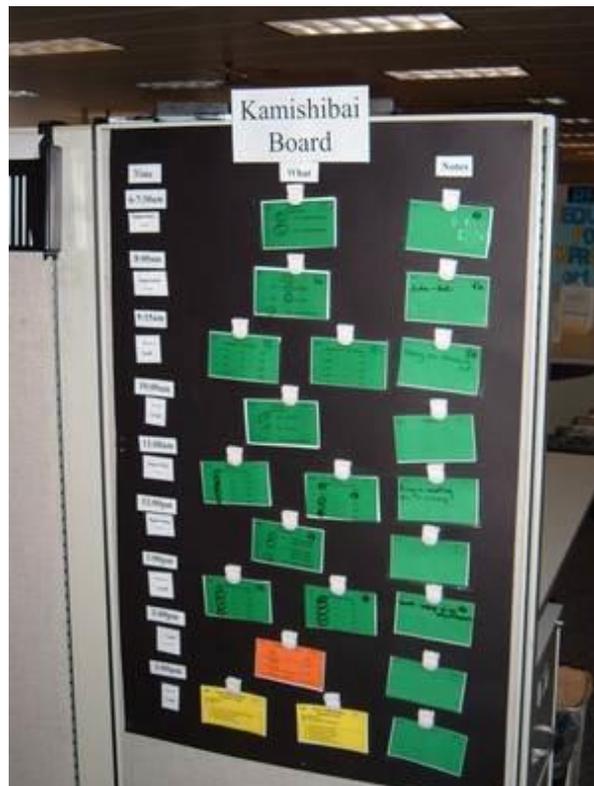
Os vários princípios do 5S devem ser aplicados de forma exaustiva, não apenas à máquina, mas também aos equipamentos, ferramentas e materiais associados (LIKER, 2015).

Uma ferramenta útil para monitorar visualmente o processo de manutenção e as tarefas 5S é a da placa *Kamishibai*, esta é uma simples placa de planejamento de cartões T que é colocada na célula de trabalho mostrando as várias tarefas que precisam ser concluídas a cada dia (ALMEIDA, 2014).

Estes cartões devem levar as instruções sobre o que precisa ser feito e quando concluído eles devem ser ativados na placa para revelar uma cor diferente para mostrar que eles foram concluídos. A placa *Kamishibai*, portanto, fornece uma verificação muito rápida e fácil para todos na organização para ver se as tarefas foram concluídas quando deveriam ter sido (NAKAJIMA, 2010).

A Figura 2 mostra uma placa *Kamishibai* de manutenção autônoma.

**Figura 2** – Placa *Kamishibai* de manutenção autônoma.



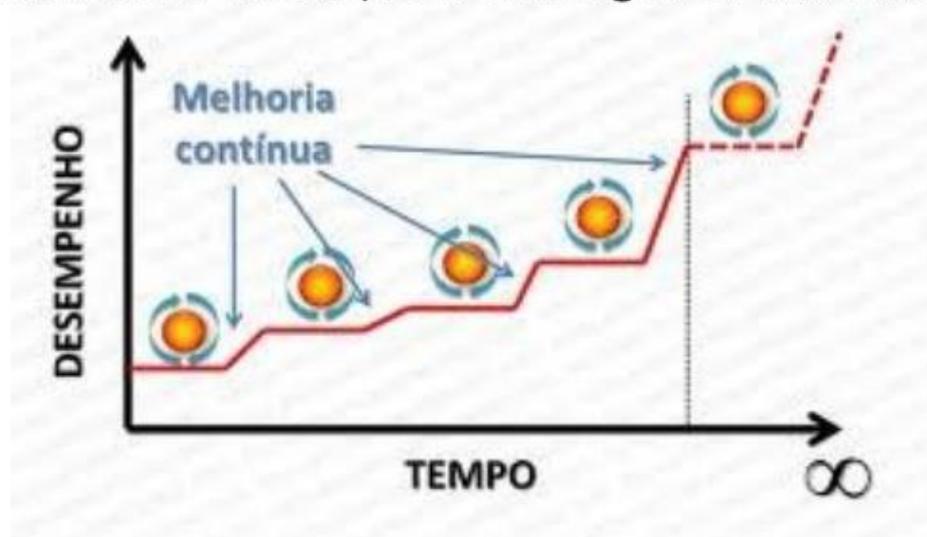
Fonte: Nakajima (2010).

A última etapa tem a ver com melhorias contínuas, repete-se e melhora-se tudo o que se tem encontrado e feito nas etapas anteriores para melhorar e reforçar continuamente o que se está fazendo com manutenção autônoma. Mantêm-se registros do que foi feito de bom e das falhas que ocorrem e assim por diante que podem então ser alimentados de volta aos técnicos da manutenção para serem integradas em projetos futuros das máquinas para melhorar a confiabilidade e fazer a manutenção mais fácil (NAKAJIMA, 2010).

Líderes de equipe, gerentes e técnicos de manutenção também devem auditar o trabalho feito pelos operadores regularmente para poder felicitar os operadores em um trabalho bem feito e dar-lhes os benefícios de seus conhecimentos.

Figura 3 – Melhoria Contínua

**Melhoria contínua:**  
**A Melhoria contínua do desempenho global da organização deve ser um objetivo permanente, dividido em metas, conforme gráfico abaixo:**



**O seu objetivo, é garantir a segurança e a continuidade no processo da qualidade.**

### 3. VANTAGENS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

A vantagem maior do TPM e da manutenção autônoma é manter os equipamentos, instalações da organização funcionando corretamente para que os funcionários trabalhem melhor e não cometam erros, exigindo manutenção preventiva para evitar que o equipamento quebre, ou fique com defeito o que prejudica a produção dos produtos ou serviço.

Conforme Nakajima (2010, p. 17), a principal vantagem desta manutenção é a participação de todos os elementos da organização. O TPM é uma estratégia ampla, orientada para pessoas, máquinas e equipamentos, visando maximizar a eficiência do processo e a qualidade do produto.

Por meio da interação entre operadores, mecânicos de manutenção, entre outros e maquinário o TPM objetiva a promoção da total eliminação das perdas produtivas e desperdícios na linha de produção, otimizando a qualidade dos produtos e a produtividade dos processos.

Para Martins e Laugeni (2009), são vantagens de se aplicar a manutenção autônoma:

- Maximização do rendimento operacional global dos equipamentos;
- Enfoque sistêmico globalizado, onde se considera o ciclo de vida do próprio equipamento;
- Participação e integração de todos os operadores envolvidos;
- Envolvimento e participação de todos, desde a alta direção até os elementos operacionais da linha;
- Colaboração através de atividades voluntárias desenvolvidas em pequenos grupos, além da criação de ambiente propício à condução das atividades.

Para alcançar a máxima eficiência global dos equipamentos, a manutenção visa à eliminação das grandes perdas associadas às máquinas e equipamentos: Quebras dos equipamentos; setup e ajustes demorados; ociosidades e pequenas interrupções; taxa de operação reduzida; defeitos no processo; atraso no início de produção e descontrole administrativo (MOREIRA, 2008).

A manutenção autônoma reduz as quebras, que podem provocar dois tipos de consequências ao equipamento: parada ou redução da função do mesmo. No

primeiro caso, é a indisponibilidade do equipamento, enquanto, no segundo, é a operação com um ritmo menor que o projetado (ALMEIDA, 2014).

A manutenção autônoma melhora até a parada provocada na ocasião das mudanças de linha, cujo tempo corresponde ao período desde a parada da fabricação do último produto até o início da fabricação de um novo e, também, combatem as pequenas paradas, que representam as paradas momentâneas de curta duração, que normalmente, não são computadas como quebras ou falhas. Devem-se incluir os tempos que o equipamento opera em vazio, devido à falta de alimentação de matérias primas ou peças (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

A Figura 4 mostra parada de máquina forçada (não programada), for falta de manutenção autônoma.

**Figura 4** – Parada forçada de máquina por avaria.



Fonte: Nakajima (2010).

A manutenção autônoma combate a taxa de operação reduzida, ou seja, perda gerada pela diferença entre a velocidade nominal e a real do equipamento. Ocorre quando o equipamento apresenta problemas de funcionamento ou de qualidade do produto ao operar na sua velocidade nominal de projeto sendo forçado a operar abaixo da velocidade projetada (NAKAJIMA, 2010).

A manutenção autônoma combate os defeitos no processo, que são as perdas de pessoas, tempo, materiais, energia e do próprio equipamento decorrentes

da produção de produtos defeituosos. Também, as perdas associadas às más condições de manutenção do equipamento, gabaritos e matrizes que implicam em ajustes do equipamento desde seu acionamento até a estabilização do processo.

A manutenção autônoma influi até no que se refere às perdas de responsabilidade da administração da fábrica e referem-se às paradas programadas e reuniões de segurança, qualidade, treinamento e outros (MARTINS; LAUGENI, 2009).

A manutenção autônoma atua para melhorar os 8 Pilares de sustentação no desenvolvimento do TPM, as quais estão descritas a seguir, conforme Nakajima (2010):

- Melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência.
- Estruturação da manutenção autônoma do operador.
- Estruturação da manutenção planejada.
- Treinamento para operadores e técnicos de manutenção.
- Elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento.
- Manutenção da qualidade dos processos e produtos.
- Aumento da eficiência das áreas administrativas e indiretas.
- Segurança, higiene e meio-ambiente.

Com o aperfeiçoamento da qualidade dos produtos e serviços com a utilização das diversas técnicas, o que se percebe é que a qualidade passa para as pessoas. É preciso unir forças para estimular as pessoas a utilizarem as técnicas para se ter um processo contínuo de melhoria. Portanto, toda a qualidade está em função da Gestão de Pessoas (LIKER, 2015).

A manutenção autônoma tende a auxiliar na minimização dos gargalos.

O processo de administração de gargalos, também conhecido como gerenciamento de restrições, para o controle produtivo, tem como base a manufatura síncrona, isto é, processo em que todas as partes da organização trabalham juntas para atingir os objetivos produtivos desejados (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

Para tornar mais eficiente um processo de produção, o estágio denominado gargalo ou restrição deve ser administrado com destaque no que se refere ao resto do processo, já que uma mínima perda de eficácia implica perda global, isto é, perda em toda a linha produtiva de difícil recuperação.

A Figura 5 mostra uma máquina gargalo de produção.

**Figura 5** – Máquina gargalo de produção.



Fonte: Corrêa, Corrêa (2006).

Conforme *Nakajima* (2010), o TPM, ao envolver três dimensões diferentes, pode identificar separadamente problemas. Por exemplo: produção abaixo do esperado. Pode ser o operador que não tem produtividade e não porque a máquina ficou parada por um tempo, ou ainda faltou matéria prima.

Ao se abordar sobre a desvantagem da manutenção autônoma, existe a preocupação de que o operador passe a acreditar que é dono do seu processo e comece a atuar além das atividades básicas definidas em um *check list*, para eles observarem diariamente. Neste caso pode haver aumento da manutenção corretiva e sobrecarga do pessoal de manutenção (ALMEIDA, 2014).

A manutenção da área é muito importante para a prestação de um eficiente apoio à produção e a manutenção corretiva e, de fato, se utilizada com eficácia, traz uma redução de custos de manutenção global. Uma parada de máquina eleva custos.

Quando um evento deste tipo ocorre, é importante que avaria seja corrigida rapidamente quanto possível, para a produção continuar. Na empresa a manutenção corretiva é chamada quando uma máquina apresenta baixa qualidade e tem de ser parada ou se a máquina parou por quebra, defeito, etc. (ALMEIDA, 2014).

#### 4. CONCEITOS BÁSICOS PARA O OPERADOR ATUAR NA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

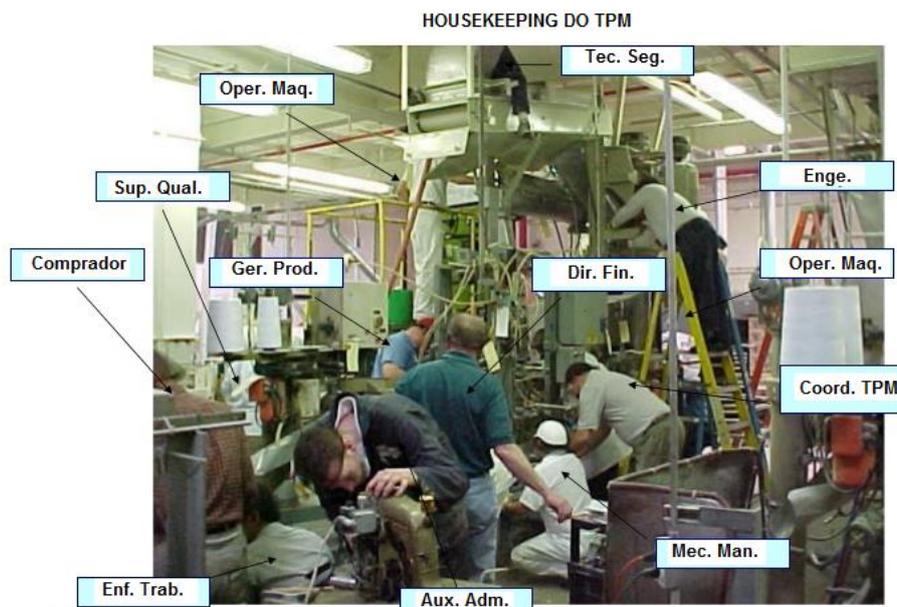
*Housekeeping* no TPM significa limpar a casa antes de implantar a manutenção autônoma. Nesta fase se promove a boa arrumação, limpeza e um ambiente de trabalho bem organizado. Como resultado, é mais fácil localizar ferramentas, etc. Além disso, um espaço de trabalho limpo torna mais fácil de detectar situações potenciais de problemas, tais como parafusos soltos, vazamento, vibrações excessivas (PEREIRA, 2010).

O *housekeeping* deve ser programado num dia de domingo, por exemplo, e pessoas de todos os setores da empresa devem participar, na limpeza de máquinas, pintura, troca de partes sem muita complexidade, lubrificação etc.

Moreira (2008) argumenta que *housekeeping* envolve todos. Aqueles que operam máquinas, equipamentos, o pessoal da qualidade, do planejamento, de vendas, almoxarifado, movimentação interna, segurança do trabalho e as pessoas que rotineiramente usam e conhecem o seu equipamento estão na melhor posição possível para identificar ou detectar quaisquer alterações que podem exigir atenção.

A Figura 6 mostra *housekeeping* na produção.

Figura 6 – *Housekeeping*.



Fonte: OLIVEIRA (2010).

A formação do time de *housekeeping* proporciona excelente consciência e compreensão, permitindo que os gestores e pessoal de outras áreas apoiem e instruem o pessoal que participa em tarefas de TPM (NAKAJIMA, 2010).

É importante ressaltar que aqueles em posições de liderança devem ser capazes de transmitir a finalidade e as vantagens do TPM, bem como explicar como ele se encaixa em um contexto mais amplo e alinhado aos objetivos do negócio (MOREIRA, 2008).

Manutenção mecânica envolve o conserto de qualquer tipo de máquina ou dispositivo que está quebrado e precisando de reparo, e também inclui a realização de ações de rotina que mantêm o dispositivo em ordem (conhecida como manutenção programada) que previne problemas que surjam (manutenção preventiva) (OLIVEIRA, 2010).

São todas as ações que têm o objetivo de manter ou restaurar um item ou deixá-lo em um estado no qual ele pode executar a sua função. As ações incluem a combinação de ações administrativas, técnicas, gerencial e de supervisão (ALMEIDA, 2014).

Ainda conforme Almeida (2014), a manutenção mais simples e muito usada é a chamada manutenção de avarias e significa que as pessoas atuam apenas quando equipamento falha, para repará-lo e até pode ser usada quando a falha de equipamento não afeta significativamente as operação ou produção ou gere qualquer perda significativa que não o custo de reparação.

Pereira (2010) afirma que a manutenção preventiva envolve um diário de manutenção (a limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto e troca), sendo um projeto para manter a condição saudável de equipamentos e impedir a falha através da prevenção da deterioração, envolvendo a inspeção periódica dos equipamentos, para identificar deterioração.

Este é dividido em manutenção periódica (manutenção baseada no tempo de inspeção periódica com base no fabricante, manuais e experiência em serviço, envolvendo manutenção de equipamentos, limpeza e substituição de peças para evitar falha súbita e evitar paradas de máquina não programadas) e manutenção preditiva (este é um método em que a vida útil da peça importante, é prevista com base em inspeção por meio de instrumentos ou diagnóstico com análise de desgaste, a fim de utilizar as peças até o limite da sua vida útil) (MOREIRA, 2008).

Comparada com a manutenção periódica, a manutenção preditiva é a condição de manutenção com base científica e observação. Ela gerencia valores de tendência, medindo e analisando dados sobre deterioração e emprega um sistema de vigilância, projetado para monitorar condições através de um sistema on-line, por exemplo. Usa-se muito o analisador de vibração, termômetro e análise de partículas abrasivas no lubrificante (PEREIRA, 2010).

A Figura 7 mostra a manutenção preditiva.

**Figura 7** – Manutenção preditiva.



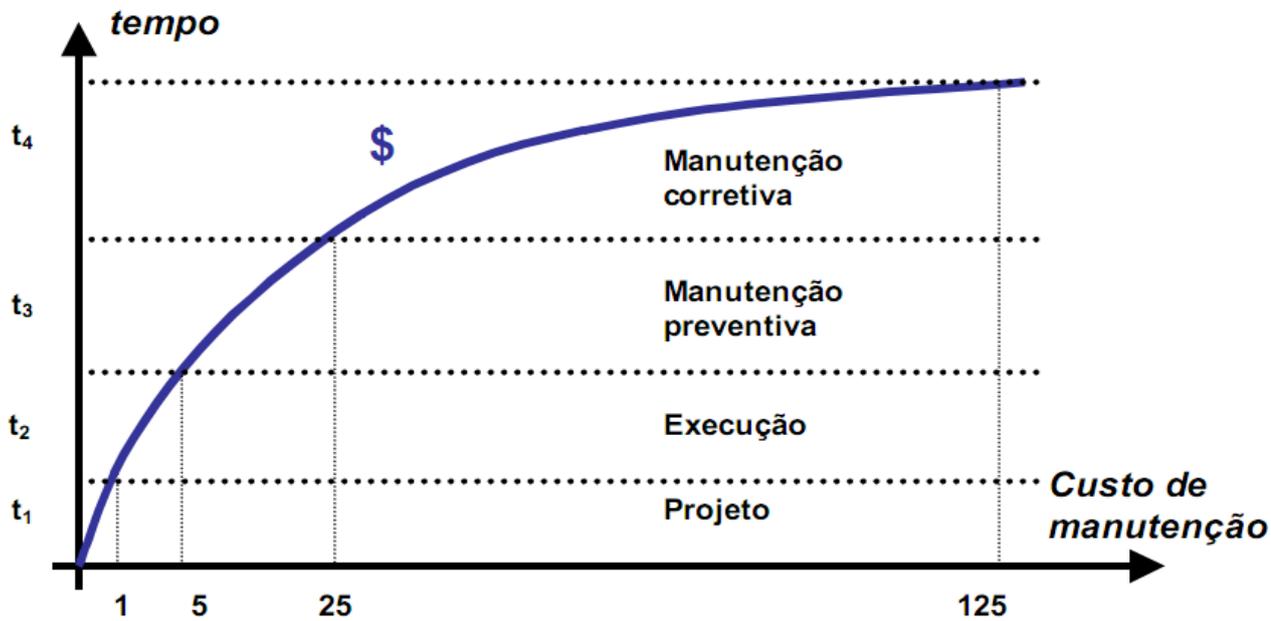
Fonte: PEREIRA (2010).

As manutenções preventivas e preditivas estão intimamente relacionadas e são por causa disso, muitas vezes tratadas de uma forma similar.

A manutenção preventiva pode ser considerada como elemento que adiciona valor, enquanto a manutenção corretiva é considerada desperdício. Isto se refere ao fato de que as instalações e máquinas requerem manutenção regular para funcionar de uma forma otimizada. No entanto, para devido a avarias que podem se relacionar com a falta de prevenção, erro humano ou outros tipos de problemas que podem ser evitados e, portanto, são considerados também desperdícios (MARTINS; LAUGENI, 2009).

O gráfico abaixo ilustra o aumento do custo com manutenção com o passar do tempo.

**Figura 8 – Tempo x Custo de Manutenção**



Fonte: ALANI ET AL. 2001

Para Pereira (2010), a manutenção corretiva é mais cara do que preventiva já que a preventiva pode ser planejada e, portanto, ser executada em um momento e data preferida, também implica que uma empresa precisa de encontrar rapidamente o material e pessoal para a reparação que aumenta o custo. Existe uma regra de ouro, onde a manutenção corretiva custa em geral mais 50% do que as paradas planejadas e avarias custam 200% mais do que as paradas programadas.

O aspecto custo é um fator determinante para a produção de empresa mudar de corretiva para manutenção preventiva. O estado ideal é só ter a manutenção preventiva quando se considera números, mas não é sempre justificado fazê-lo.

Para criar uma organização de manutenção que trabalhe bem, tanto a manutenção preventiva e corretiva são importantes. A manutenção preventiva deve ser realizada para assegurar uma condição adequada de trabalho e a manutenção corretiva deve lidar com erros distribuídos ao acaso e evitar falhas que não são financeiramente justificadas. Assim, ambos os tipos de manutenção são partes importantes em uma organização de manutenção saudável (BORSOI, 2010).

O estabelecimento de normas para operações de limpeza, inspeção e lubrificação, parte da documentação atual e segue o cronograma de lubrificação e inspeção sugerido. Este é o passo, que pode ser ajustado individualmente dos

operadores para cada máquina. Nesta fase, desenvolvem-se normas próprias indicando os itens a serem limpos e / ou lubrificados, os métodos a serem utilizados e as responsabilidades a serem atribuídas (OLIVEIRA, 2010).

Após a limpeza inicial ter sido realizada e o equipamento ter sido restaurado novamente, é muito importante certificar-se de que não se deteriora novamente. Isso acontece ao eliminar todas as possíveis fontes de contaminação e melhorar a acessibilidade para limpeza e manutenção (WOMACK; JONES, 2010).

Nesse ponto, os operadores da máquina podem ter a liberdade de controlar as causas raiz da contaminação diretamente na fonte, especialmente dado o fato de que eles conhecem a máquina melhor e foram os que realizaram a limpeza inicial.

Esta etapa também considera todas as possíveis questões de segurança que podem ocorrer durante a manutenção autônoma. A limpeza de uma máquina em funcionamento é bastante perigosa e a frequente mudança de operadores só aumenta as dificuldades (HARDING, 2009).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os objetivos do trabalho foram alcançados na medida em que houve descrição de pressupostos teóricos da literatura científica sobre as características do TPM e manutenção autônoma. Neste caso buscou-se pesquisar por meio de revisão de literatura como funciona a manutenção autônoma, parte integrante do TPM; indicar vantagens descritas pelos autores sobre a aplicação da manutenção autônoma e apresentar com base nos autores pesquisados, conceitos necessários de preparação do operador de máquinas e equipamentos para atuar na manutenção autônoma.

Observa-se que o operador de máquinas é o elemento chave para que haja produção enxuta e para que isto aconteça ele precisa além de operar a máquina, atuar preventivamente para minimizar as paradas forçadas de máquina e diminuir as operações de manutenção de avarias ou corretivas. Neste aspecto é que a manutenção autônoma auxilia, para que haja produtividade, produção enxuta, queda de índices de parada de máquina e diminuição de custos com manutenção corretiva.

A manutenção autônoma combate os defeitos no processo, que são as perdas de pessoas, tempo, materiais, energia e do próprio equipamento decorrentes

da produção de produtos defeituosos. Também, as perdas associadas às más condições de manutenção do equipamento, gabaritos e matrizes que implicam em ajustes do equipamento desde seu acionamento até a estabilização do processo.

Considera-se que o engenheiro de produção precisa conhecer os princípios da manutenção autônoma para que possa promover a produtividade dos processos industriais e reduzir desperdícios, para que se destaque no mercado em que atua.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.S. **Manutenção mecânica industrial**: conceitos básicos e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2014.

BORSOI, C. **Manutenção mecânica**. São Paulo: Senai, 2010.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2012.

HARDING, H.A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção e operações**. Ed. Especial Anhanguera. São Paulo: Saraiva, 2009.

MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2010.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**: Total Productive Maintenance. São Paulo: Internacional Sistemas Educativos Ltda, 2010.

OLIVEIRA, J.C. **TPM na prática**. São Paulo: Senai, 2010.

PEREIRA, M.J. **Técnicas avançadas de manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2010.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Lean Thinking – Elimine o Desperdício e Crie Riqueza**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2010.