

## Análise do Planejamento de Manutenção em um Estaleiro Localizado em Belém PA

Aldelino Gonçalves Raposo 1 (Famaz) [aldelino\\_goncalves@hotmail.com](mailto:aldelino_goncalves@hotmail.com)

Giovanni Dias Freitas 2 (Famaz) [giovannidiasge@hotmail.com](mailto:giovannidiasge@hotmail.com)

Ruy Gomes da Silva (FAMAZ) [ruyrqs@gmail.com](mailto:ruyrqs@gmail.com)

### Resumo:

A função manutenção tem tomado grande importância dentro do âmbito organizacional que é vista, por muitos autores, uma das mais importantes funções ligadas à produção dentro de uma empresa. O presente trabalho trata de uma análise do sistema produtivo de uma empresa do ramo de construção naval, localizada na região metropolitana de Belém – PA. Esta empresa apresentou constantes paradas não programadas de máquinas que realizam cortes de chapas metálicas; além de não conformidades nas dimensões padrões das chapas após seu corte. A não conformidade gera retrabalho e aumenta o *lead time* de produção, elevando os custos operacionais. O estudo pesquisou a TPM (Manutenção Produtiva Total), desenvolvida no Japão, que tem se mostrado um excelente programa de manutenção quando diz respeito em evitar falhas em máquinas, diminuir defeitos em produtos, aumentar produtividade, entre outras. Podendo ser um excelente programa para solucionar estes constantes problemas que ocorrem em tal organização. Bom base destes estudos, a pesquisa explicitou os problemas gerados pela falta de planejamento de manutenção, identificando os principais gargalos produtivos e impactos negativos de políticas de manutenção mal ajustadas. Pode-se mostrar também a melhoria em produtividade e 55% no setor estudado, bem como a redução em 50% de paradas não planejadas.

**Palavras chave:** TPM; Manutenção e Planejamento.

### Title of the article in English

### Abstract

The maintenance function has taken on great importance within the organizational scope that is seen by many authors as one of the most important functions linked to production within a company. The present work deals with an analysis of the production system of a company of the shipbuilding sector, located in the metropolitan region of Belém - PA. This company has presented constant unscheduled stops of machines that realize cuts of metallic sheets; besides nonconformities in the standard dimensions of the plates after their cut. Nonconformity generates rework and increases production lead time, raising operating costs. The study investigated TPM (Total Productive Maintenance), developed in Japan, which has proven to be an excellent maintenance program when it comes to avoiding machine failures, reducing defects in products, increasing productivity, among others. It can be an excellent program to solve these constant problems that occur in such organization. Based on these studies, the research explained the problems generated by the lack of maintenance planning, identifying the main productive bottlenecks and negative impacts of poorly adjusted maintenance policies. One can also show the improvement in productivity and 55% in the sector studied, as well as the 50% reduction of unplanned downtime.

**Key-words:** TPM; Maintenance and Planning.

## 1. Introdução

O sistema de manutenção se originou na segunda guerra mundial, devido a necessidade de manter o efetivo dos equipamentos em bom estado de uso. Contudo, com o passar do tempo este sistema entrou no mercado empresarial de forma maciça e, em plena globalização, tornou-se, ponto chave de sucesso para qualquer organização que procura êxito (Guimarães, Nogueira e Da Silva, 2012).

De acordo com Slack Etac (2009), a competitividade empresarial trouxe melhorias para os sistemas produtivos das organizações, pois a alta competitividade as incentivaram a procurar estratégias que agregassem valor na produção de bens/serviços. Seguindo este contexto, o setor de manutenção nas empresas se tornou um diferencial no sistema produtivo, já que exerce um papel vital, quando se falar de qualidade em sistemas produtivos, pois evita com que os equipamentos sofram paradas não programadas ou comece a produzir fora do padrão.

Uma empresa do ramo de construção naval localizada na área da região metropolitana de Belém estava passando por constantes problemas, pois suas máquinas que realizam corte de chapas metálicas de aço operavam em condições precárias de uso, sem um programa de manutenção periódica. Esta situação estava provocando constantes paradas não programadas nas máquinas, acarretando um gargalo no sistema produtivo.

A Manutenção Produtiva Total – TPM foi estudada e implantada no departamento de corte da organização e, proporcionou excelentes resultados após sua implantação, visto que através de treinamentos, desenvolveu-se uma consciência entre os colaboradores da manutenção e operação, onde cada um tomou conta de sua própria máquina como sua propriedade particular.

Nakajima (1989), afirma que o TPM é uma importante ferramenta que tem seu foco voltado para o sistema produtivo. Seus objetivos indicam que uma eficiente gestão dos processos promove a queda significativa dos custos e aumentos na produção, proporcionando um aumento na competitividade.

Segundo Guimarães, Miranda e Nogueira (2012), a filosofia da TPM deve ser seguida por todos os segmentos de qualquer organização, desde a alta gerência até o operador do equipamento. A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão no período pós Segunda Guerra Mundial. As empresas Japonesas, até então famosas pela fabricação de produtos de baixa qualidade e arrasadas pela destruição causada pela guerra, buscaram, na excelência da qualidade, uma alternativa para reverter o quadro na qual se encontravam. Com isso, os primeiros registros de implementação do TPM pertencem à empresa Nippon Denso, do grupo Toyota. No Brasil, essa filosofia começou a ser praticada em 1986.

## 2. Referencial teórico

Nesta seção apresenta-se o embasamento teórico necessário para desenvolver o presente estudo de caso, no qual são abordados os principais conceitos sobre a gestão da manutenção em uma organização.

### 2.1. Manutenção em equipamentos industriais

De acordo com Pires (2005), com o surgimento da globalização, a economia mundial vive em constante aumento de competitividade empresarial; onde somente as empresas que tem os

melhores meios produtivos sobrevivem em um mercado tão concorrido. Diante deste cenário, surge a necessidade de ideias e concepções visando aumentar a produtividade, garantir qualidade e reduzir custos.

Para Jüttner e Christopher (2003), uma das maneiras que as organizações encontraram para agregar valor ao produto e, adquirir vantagem competitiva, é através de melhorias de desempenho em seus processos produtivos, aplicando métodos de manutenção em seus equipamentos industriais. Bristot (2012), afirma que muitas empresas estão conscientes dos desafios e têm implementado políticas ou estratégias de gestão visando dar à função manutenção importância igual às demais funções da organização.

De acordo com De Oliveira Souza (2016), a manutenção é a maneira como as organizações se posicionam para evitar as falhas cuidando das suas instalações físicas, sendo a manutenção parte fundamental da maioria das atividades de produção. A manutenção nas organizações quando planejadas, executadas e controladas de forma adequada, possui benefícios significativos, como aumento da qualidade, maior segurança, confiabilidade dos processos, custos de operação mais baixos e maior tempo de vida útil das máquinas e equipamentos.

Segundo Folgliatto e Ribeiro (2009), Manutenções são realizadas com o objetivo de prevenir falhas ou de restaurar o sistema ao seu estado operante, no caso de ocorrência de uma falha. O objetivo principal da manutenção é, portanto, manter e melhorar a confiabilidade e a regularidade de operação do sistema produtivo. Para Slack (2009), com a integração total do processo de produção, a manutenção tornou-se fundamental para alcançar a eficácia dos objetivos de uma organização.

Flavio Piechnicki (2012), destaca que na indústria atual, a manutenção tem se tornando mais importante, com as empresas adotando-a como uma ferramenta de negócios para geração de lucros, capaz de mantê-las de forma eficiente, eficaz e econômica sustentando sua sobrevivência em longo prazo.

## 2.2. Tipos de manutenção

Há vários tipos de manutenção que indicam o modo como a intervenção nos equipamentos deve ser realizada. Otani (2008) classifica os tipos de manutenção em manutenção corretiva planejada e não planejada, manutenção preventiva e preditiva. Para Slack (2009), os tipos de manutenção são: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

Segundo Souza (2004), a manutenção planejada é aquela em que há diminuição/eliminação da perda de produção, minimizando os custos e o tempo de reparos; garantido, assim, a qualidade do sistema produtivo. Enquanto que, a manutenção não planejada é a correção da falha de maneira aleatória ou correção de desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Ou seja, a manutenção não planejada gera perdas de produção, prejudica a qualidade do produto, além de aumentar o custo de produção.

A figura 1 a seguir, demonstra o organograma com a disposição dos tipos de manutenção.



Figura 1: - Métodos de Manutenção Planejada

Fonte: Zaions (2003, p.32)

### 2.2.1. Manutenção preditiva

Segundo a ABNT, ” Manutenção Preditiva são as manutenções que permitem garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir um mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva” (ABNT NBR 5462-1994).

Para Arato Jr. (2004), a manutenção preditiva tem como característica básica o monitoramento de parâmetros que caracterizam o estado de funcionamento dos equipamentos, os métodos empregados envolvem técnicas e procedimentos de medida, acompanhamento e análise desses parâmetros.

### 2.2.2. Manutenção preventiva

Souza (2004), a manutenção preventiva é aquela executada para reduzir falhas de equipamentos em um determinado período normalmente determinado pelo fabricante do equipamento. A ABNT salienta que a “Manutenção Preventiva é uma manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ABNT NBR 5462-1994).

Para Sloniak (2014), a manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um período predeterminado. O método preventivo proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento da produção.

### 2.2.3. Manutenção corretiva

Souza (2004) retrata que a manutenção corretiva ocorre quando um equipamento falha ou tem um desempenho abaixo do esperado. Essa é a manutenção mais onerosa para a indústria, pois envolve os custos da manutenção dos equipamentos e ainda mais os custos da perda produtiva. De acordo com a ABNT (1994) na sua norma NBR 5462 a define como a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

A figura 2 a seguir, demonstração a diferença de custo para realizar a manutenção preditiva, preventiva e a corretiva.

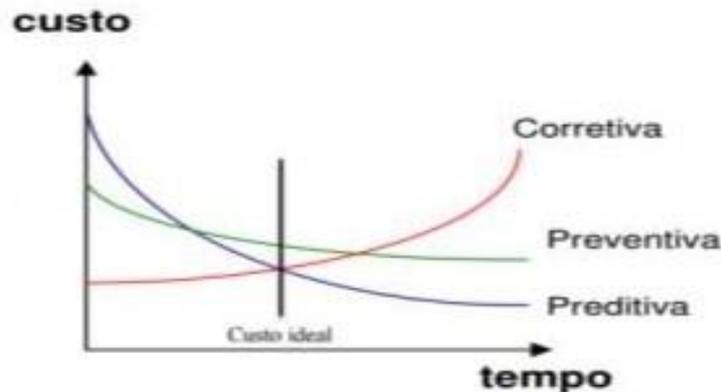


Figura 2 – Comparação de Custos de Manutenção Preditiva, Preventiva e Corretiva.

Fonte: Piechnicki, 2012

- Corretiva: quanto maior ocorrência, maior o custo.
- Preventiva: quanto maior ocorrência, menor o custo, até em um estágio de estabilidade (estoques, paradas programadas, etc.)
- Preditiva: inicialmente, um custo elevado, por questões de investimentos e a tendência é que quando maior a ocorrência, menor o custo.

### 2.3. Total productive maintenance - TPM

Para Ahuja e Khamba (2008), o Total Productive Maintenance - TPM é uma metodologia de melhoria contínua que busca o aperfeiçoamento da confiança do equipamento, incrementando a eficiência da administração através do envolvimento das pessoas, buscando a integração das atividades de produção, manutenção e de engenharia. A implementação do TPM é extremamente dependente do comprometimento da alta gerência e necessita de treinamento intensivo para obter sucesso.

A implantação do programa de TPM proporciona um aumento de eficiência em industriais japonesas na ordem de 60 a 90% da utilização de sua capacidade de instalada. Tais resultados foram obtidos, utilizando conceitos de maximização da eficiência de equipamentos, através de pequenos grupos de trabalho e implementação de atividade de manutenção autônoma (NAKAJIMA, 1989).

O TPM é composto de 8 pilares de sustentação, que estão ilustrados na figura 4, a seguir:



Figura 3: Oito pilares da filosofia TPM

Fonte: Adaptado de XENOS (1998)

Cada pilar dentre os oito pilares citados na figura acima, que compõem o TPM, apresentam características próprias que estão dispostas no quadro 1 a seguir que explica seus conceitos e como tal pilar poderá auxiliar a empresa na implementação de uma gestão de manutenção.

Pilar	O que é?	Como isso ajuda?
<b>Manutenção Autônoma</b>	Lugares responsáveis para a manutenção de rotina, tais como limpeza, lubrificação e inspeção,	- Aumento o conhecimento dos seus equipamentos dos operadores; - Garante equipamento limpo e bem lubrificado; - Identifica problemas emergentes antes que se tornem falhas.
<b>Manutenção Planejada</b>	Tarefas programadas de manutenção baseadas em taxas de insucesso previsto e/ou medidas.	- Permite maior parte da manutenção a ser planejado para momento em que o equipamento não está programado para a produção; - Reduz o inventário através de um melhor controle de peças de desgaste propensas a falhas.
<b>Manutenção de Qualidade</b>	Projeto de detecção de erros e prevenção em processos de produção.	- Visa especificamente problemas de qualidades com projetos de melhoria focados na remoção de fontes de raiz de defeitos; - Reduz o número de defeitos;
<b>Melhoria Focada</b>	Grupos de funcionários que trabalham em conjunto de forma proativa para conseguir melhorias incrementais.	- Problemas recorrentes são identificados e resolvidos por equipes multifuncionais; - Combinam os talentos coletivos de uma empresa para criar um motor para a melhoria contínua.
<b>Gestão de Equipamento.</b>	Direciona o conhecimento prático e a compreensão de fabricação do equipamento adquirido através do TPM.	- Novos equipamentos atingem níveis de desempenho muito mais rápidos devido ao menor número de problemas de iniciação;
<b>Treinamento e Educação</b>	Preencher as lacunas necessárias para atingir as metas do TPM através do conhecimento.	- Operadores desenvolver para manter rotineiramente equipamentos e identificar problemas emergentes.
<b>Segurança, Saúde e Meio ambiente.</b>	Manter um ambiente de trabalho saudável e seguro.	- Eliminar potenciais riscos de saúde e segurança, resultando em um ambiente de trabalho mais seguro. Assim como especifica os objetivo do ambiente de trabalho livre de acidentes
<b>TPM em Administração</b>	Aplicar técnicas de TPM em funções administrativas.	- Estende benefícios do TPM além do chão de fábrica, abordando resíduos em funções administrativas;

Quadro 1: Quadro de Características dos Oito Pilares do TPM

Fonte: Adaptado de TAKAHASHI e OSADA (1990)

### 3. Problemática

Este artigo se refere a uma análise dos equipamentos industriais de uma empresa do ramo de construção naval localizada na região metropolitana de Belém – PA; mais especificamente de máquinas de corte de chapas metálicas de aço, que são usadas para construir de balsas e empurradores. O sequenciamento da linha de produção de balsas e empurradores está demonstrado na figura 5.

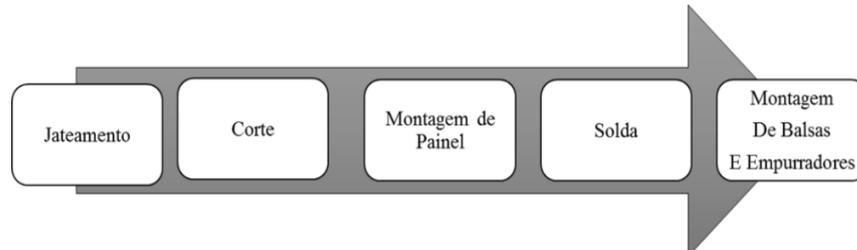


Figura 4: Processo de Sequenciamento do Sistema Produtivo

Fonte: Autorer, 2017.

A produção de embarcações se inicia no processo de jateamento de aço nas chapas. Essa atividade consiste em um banho de aço, o qual é realizada para diminuir a corrosão que o aço A-36 sofre no processo de estocagem. Em seguida, as chapas são encaminhadas ao processo de corte, onde um pen drive, contendo o layout das embarcações, é inserido nas máquinas para que a leitura seja realizada. Sendo que o projeto de layout é feito no AutoCad 3D e depois é gravado no pen drive.

Após a fase de corte, as peças são destinadas aos setores de montagem, onde ocorre a montagem de painéis. Ao montarem os painéis, eles são encaminhados à solda. Com isso, são destinadas aos os departamentos de montagem de balsas e empurradores, onde os painéis já soldados são encaixados um aos outros e soldados novamente até se ter uma balsa/empurrador finalizada.

A organização em questão estava sofrendo com constantes paradas não programadas de máquinas. Atualmente, há quatro máquinas que realizam o trabalho de corte de chapas. Contudo, em um intervalo de dois meses, três máquinas deram problema, deixando apenas uma operanda. A não utilização da capacidade produtiva total dos equipamentos, está gerando a necessidade de dois turnos de trabalho no setor do corte, já que apenas um turno de trabalho não está conseguindo suprir a demanda diária de cortes.

Com o intuito de analisar em longo prazo estas paradas não programadas de máquinas, foram coletados dados do nível de operação destas máquinas no ano de 2015, onde tais dados estão dispostos na figura 5 a seguir:

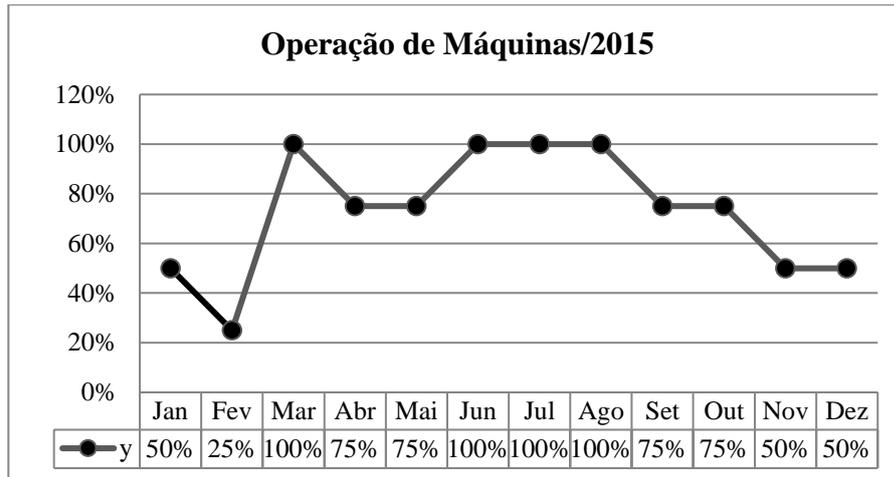


Figura 5: Nível de operação de máquinas em 2015  
Fonte: Autores, 2017

O nível de operação das máquinas é baixo devido as constantes paradas não programadas que elas sofrem. Em maior parte, estas paradas ocorrem durante o expediente de trabalho e, chegam a levar dias para serem consertadas. Para comprovar este fato, foram levantados dados de paradas não programadas que ocorreram em 2015. Os dados obtidos estão dispostos na figura 6 a seguir:

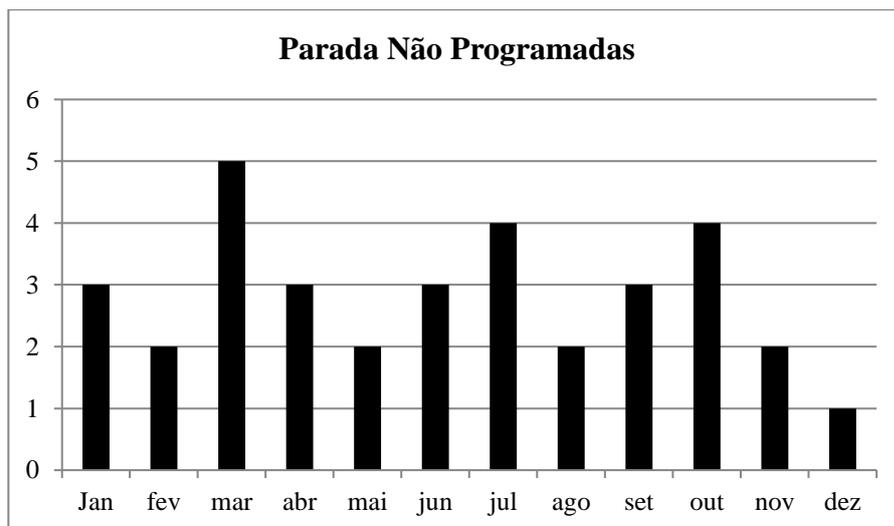


Figura 6: Paradas não programadas de máquinas em 2015  
Fonte: Autores, 2017

Como a quantidade de máquinas disponíveis para operar não era suficiente para demanda, atrasos no sistema produtivo são constantes, pois a montagem de painéis depende diretamente de peças cortadas para a realização da produção. E, conseqüentemente, isso faz com que o setor da solda fique sem painéis para serem soldados, ocasionado um gargalo no sistema produtivo, pois operários ficam parados.

#### 4. Resultados e discursões

Inferiu-se que a quantidade considerável de paradas não programadas de máquinas estava sendo causada, devido à falta de um programa de manutenção nos equipamentos. Então, levou-se em consideração que o TPM seria um modelo de gestão interessante para implantar no setor onde fica as máquinas que realizam cortes de chapas, pois busca a eficiência máxima do sistema produtivo através da eliminação de perdas e do desenvolvimento do homem e sua relação com o equipamento.

O TPM foi implantado no estaleiro no final de 2015 e, em um período de um ano após sua implantação, proporcionou bons resultados. Foram obtidos dados do ano de 2016 do nível de operação das máquinas e comparados com os dados do ano anterior. Os resultados obtidos podem ser vistos através da figura 7 a seguir:

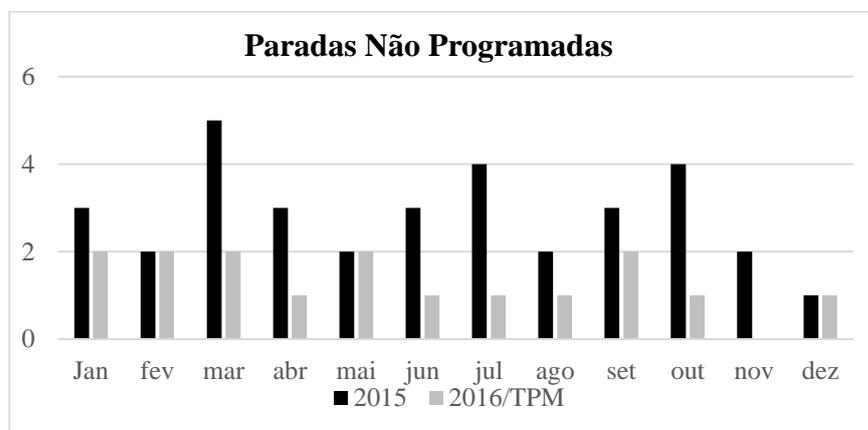


Figura 7: Paradas não programadas de máquinas antes e durante o TPM  
Fonte: Autores, 2017

Levando em consideração as paradas não programadas em 2015 como 100%, calculou-se a redução de custos com consertos de máquinas quando comparadas com as de 2016. O valor da redução de custos com reparos chegou em 52,94% no final do primeiro ano após a implantação do TPM, como mostra a figura 8 a seguir.

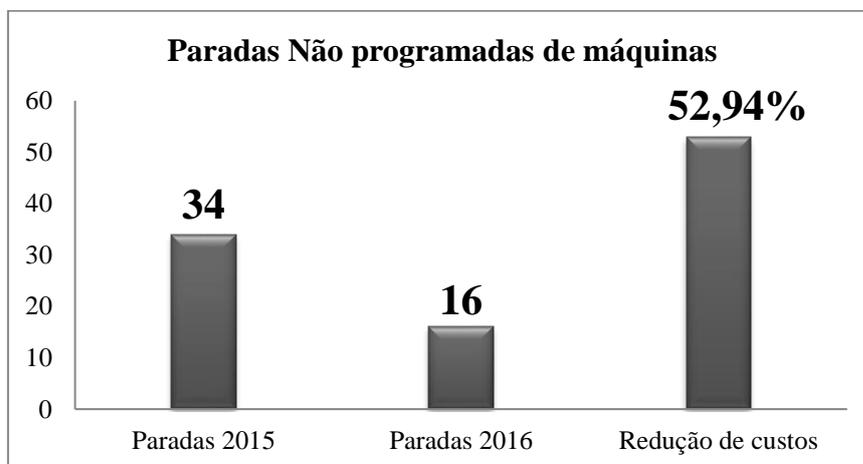


Figura 8: Paradas não programadas de máquinas antes e durante o TPM  
Fonte: Autores, 2017

Nota-se que a implantação do TPM no setor de corte da organização em questão proporcionou um aumento de produtividade em cerca de 50%, já que houve uma redução de aproximadamente 52% em paradas não programadas. A partir da realização desse artigo, surgiram várias abordagens para futuras pesquisas, como: a aplicação de um sistema de monitoramento e análise de falhas em equipamentos industriais; a implantação dos oito pilares do TPM em todos os setores de uma organização, realizando a comparação dos resultados antes e pós a implantação.

## Referências

- AHUJA, I. P. S.; KUMAR, Pankaj.** *A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills.* *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 15, n. 3, p. 241-258, 2009.
- ARATO JUNIOR, A.** *Manutenção Preditiva: Usando Análise de Vibrações.* 1. ed. São Paulo: Manole, 2004.
- BRISTOT, Vilson Menegon.** *Estudo para implementação de sistema de gestão de manutenção em indústrias de conformação de revestimentos cerâmicos.* 2012.
- DA SILVA, Marina Marques et al.** *Um estudo sobre a implementação do TPM (Total Productive Maintenance) e seus resultados.* 2013.
- DE OLIVEIRA SOUSA, Saymon Ricardo et al.** *A implantação de um sistema de informações para o monitoramento e análise de falhas: Um estudo aplicado ao processo de manutenção industrial de equipamentos móveis.* *Revista ESPACIOS*| Vol. 37 (Nº 23) Año 2016, 2016.
- DE OLIVEIRA SOUSA, Saymon Ricardo et al.** *A implantação de um sistema de informações para o monitoramento e análise de falhas: Um estudo aplicado ao processo de manutenção industrial de equipamentos móveis.* *Revista ESPACIOS*| Vol. 37 (Nº 23) Año 2016, 2016.
- FOGLIATO, Flavio; RIBEIRO, Jose.** *Confiabilidade e manutenção industrial.* Elsevier Brasil, 2009.
- GUIMARÃES, Leonardo Miranda; NOGUEIRA, Cássio Ferreira; DA SILVA, Margarete Diniz Brás.** *Manutenção Industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM).* e-xacta, v. 5, n. 1, 2012.
- JÜTTNER, Uta; PECK, Helen; CHRISTOPHER, Martin.** *Supply chain risk management: outlining an agenda for future research.* *International Journal of Logistics: Research and Applications*, v. 6, n. 4, p. 197-210, 2003.
- NAKAJIMA, Selichi** (Ed.). *TPM development program: implementing total productive maintenance.* Productivity Press, 1989.
- NBR, ABNT. 5462-TB116:** *Confiabilidade e manutenibilidade.* Rio de Janeiro, 1994.
- OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira.** *A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.* *Revista Gestão Industrial*, v. 4, n. 2, 2008.
- PIRES, Fernando Andrade.** *A importância da manutenção na gestão dos sistemas produtivos. 45f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.*
- PUC, FLAVIO PIECHNICKI.** *Proposta de modelagem de um processo de manutenção industrial baseada no padrão BPMN e na norma ISA-95,* 2012.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert.** *Administração da produção.* Atlas, 2009.
- SLONIAK, MAURÍCIO. MELHORIA DE PROCESSO:** *Um estudo de engenharia para redução de custos em manutenção industrial melhoria de processo: Um estudo de engenharia para redução de custos em manutenção industrial.* Repositórios de Relatórios - Engenharia de Produção, n. 2, 2014.
- SOUZA, Fábio Januário de.** *Melhoria do pilar "manutenção planejada" da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção.* 2004.
- TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi.** *TPM, total productive maintenance.* Quality Resources, 1990.
- XENOS, H. G.** *Gerenciando a Manutenção Produtiva.* Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2004.



## VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 06 a 08 de dezembro de 2017

**ZAIOS, DOUGLAS R.** *Manutenção Industrial com Enfoque na Manutenção Centrada em Confiabilidade.* Porto Alegre: UFRGS, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia), curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.