



**VII SINGEP**

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

**IMPLANTAÇÃO DE PCM EM MÁQUINAS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS SOB A PERSPECTIVA DE GESTÃO DE PROJETOS EM MANUTENÇÃO**

**LORENA FELÍCIA QUIROZ DAMAS**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

**LUÍSA VITÓRIA MENDONÇA DO NASCIMENTO**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

**EFRAIM MENEZES DE LIMA COSTA**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

**ELCIVAN DOS SANTOS SILVA**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas



## **IMPLANTAÇÃO DE PCM EM MÁQUINAS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS NO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS SOB A PERSPECTIVA DE GESTÃO DE PROJETOS EM MANUTENÇÃO**

### **Resumo**

Na industrialização mundial é possível notar como o setor da manutenção impacta nos custos e nos lucros de qualquer Empresa. Com isso, o Planejamento e controle da manutenção – PCM destaca-se como uma área de apoio para atingir os objetivos estratégicos da alta gerência Industrial. A importância do PCM é contribuir na confiabilidade e disponibilidade dos ativos no âmbito industrial, tendo em vista que os maiores custos de manutenção são devido a mão de obra e a materiais. Como em qualquer processo, o PCM deve exercer o controle sobre as suas causas e efeitos. Um estudo de caso foi realizado para analisar o efeito do PCM em uma empresa do Polo Industrial de Manaus com o objetivo de investigar os dados antes da sua implantação e o depois, indicando os fatores que influenciam na redução de falhas e na otimização das manutenções.

**Palavras-chave:** planejamento, controle, manutenção, indústria.

### **Abstract**

In global industrialization it is possible to notice how the maintenance sector impacts the costs and profits of any company. With this, Maintenance Planning and Control - PCM stands out as a support area to achieve the strategic objectives of the top Industrial Management. The importance of PCM is to contribute to the reliability and availability of the assets in the industrial scope, considering that the higher maintenance costs are due to labor and materials. As in any process, the PCM must exercise control over its causes and effects. A case study was carried out to analyze the effect of PCM in a company of the Industrial Pole of Manaus in order to investigate the data before its implementation and the later, indicating the factors that influence in the reduction of failures and the optimization of the maintenance.

**Keywords:** planning, control, maintenance, industry.



## 1 Introdução

No final da década de 80, com as exigências de aumento de qualidade dos produtos já presente em todas as áreas e a competitividade das indústrias de destacarem-se cada vez mais no mercado, surgiram estratégias e outras foram aperfeiçoando, buscando assistir de forma mais exata e eficaz a produção e a manutenção das máquinas. Exemplo disso é o PCM - Planejamento e Controle de Manutenção, que passou a compor uma área de assessoramento à supervisão geral de produção, mesmo já influenciando a área de produção também.

O método PCM é considerado o centro de toda estrutura da manutenção. Conforme Viana (2002), nos dias de hoje se percebe em diversas empresas brasileiras que o PCM já está difundido como uma ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão, tanto na produção como nos negócios, visto que somente a manutenção garante o perfil e a disponibilidade dos equipamentos.

Um dos maiores desafios da Gestão de Manutenção nas indústrias está relacionado ao planejamento e controle das atividades de manutenção. Pois quando uma indústria começa a crescer de forma inesperada, as vendas, produções e os investimentos aumentam de forma gradativa para suprir sua demanda, e a manutenção torna-se cada vez maior e deve ser mais bem planejada para não afetar a produção da empresa.

O tratamento das informações relacionadas à produção deve ser analisado com o objetivo de estabelecer índices de desempenho que auxiliam nas metas e monitoramento da empresa. Branco (2008) ressalta que as empresas precisam manter estruturas formais de tratamento dos dados coletados, visando estabelecer informações oportunas para a tomada de decisões.

Conforme Lebas (1995), os dados geralmente retratam o passado e se tornam informação somente quando são utilizados no processo de tomada de decisão ou são transformados em parâmetros para serem utilizados no processo. O sistema de medição é uma rede que permite monitorar todas as informações geradas em qualquer processo desenvolvido e fornece subsídios para análise do processo em relação a resultados e metas

O PCM tem indicadores que auxiliam na análise desses dados, como índice de eficácia de planejamento, taxa de ocupação da mão de obra pela programação, índice da manutenção corretiva não planejada, dentre outros.

Há empresas, como por exemplo, na cidade de Manaus, que já possuem alguns princípios relacionados à administração de projetos em manutenção, entretanto não aplicam de forma estável e eficiente, dificultando a transparência do processo.

Conforme Martins (2014), nos processos de produção tanto de produtos quanto de serviços existe a probabilidade das coisas saírem erradas. Falhas são inevitáveis, mas o fato de aceitar que ocorrerão não significa ignorá-las, pelo contrário: deve-se tentar minimizá-las ao máximo e saber diferenciá-las, pois nem todos os defeitos são igualmente sérios e algumas até podem não ser percebidas. Portanto, as empresas precisam saber diferenciar os tipos de falhas e prestar mais atenção àquelas que são críticas por si só, ou porque podem afetar todo o processo.

Este trabalho tem como objetivo analisar e inserir o uso do PCM em uma indústria de autopeças na cidade de Manaus e propor medidas que possam aprimorar o projeto de gestão da empresa analisada.



## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Princípios de PCM

Segundo Rodrigues (2009), sem a realização de uma ação verdadeira de planejamento das atividades e de seu controle adequado, é improvável que se tenha êxito nas atividades de manutenção. Dentro desse contexto destacamos alguns pontos que devem ser considerados pelo setor de PCM para suas ações:

- Os serviços a serem executados;
- Tipo de plataforma usada para armazenamento dos dados;
- As prioridades para atendimento das Ordem de Serviços (OS);
- Os materiais que serão necessários no serviço;
- A equipe que irá executar o serviço;
- O tempo que será gasto em cada serviço;
- Quantidade de retrabalho executados;
- A disponibilidade operacional solicitada pela operação;
- As máquinas, dispositivos e ferramentas que serão necessárias;
- As habilidades e competência de equipe de manutenção;
- Os requisitos de segurança para execução dos serviços.
- O custo de cada serviço, custo por unidade e o custo global.
- Negociação da liberação das máquinas para execução dos serviços;
- Elaboração e controle de indicadores.

Quando o PCM estabelece o tipo de manutenção adequada ao equipamento, é necessário definir critérios. Na Figura 1, é proposto um algoritmo para esta determinação inicial.

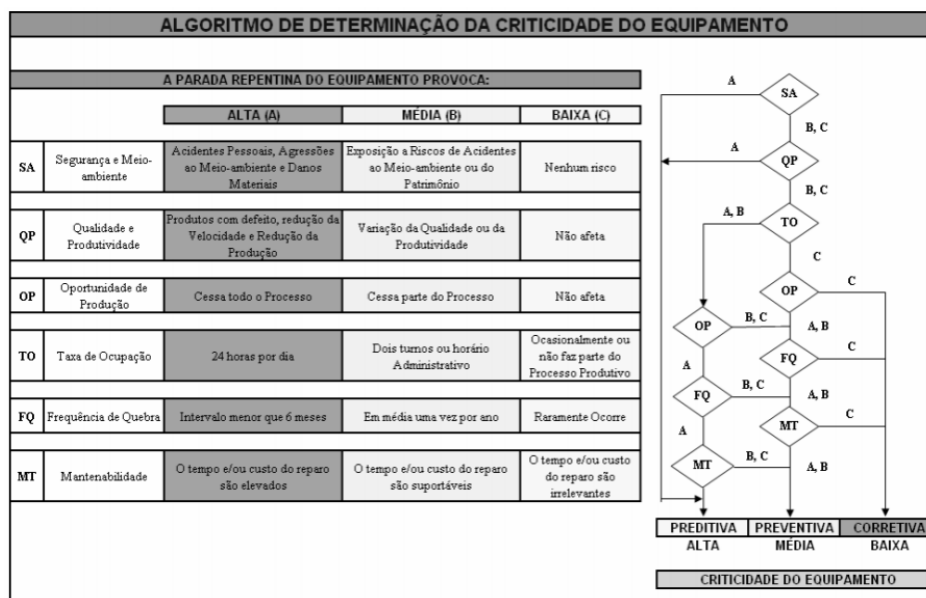


Figura 1. Algoritmo de determinação da criticidade de equipamento

Fonte: Marques; Marçal; Neto; Pillati. Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo. Disponível em

<[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/604.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/604.pdf)> . Acesso em 15 de maio de 2018.



Este algoritmo leva em consideração segurança e meio ambiente, qualidade e produtividade, oportunidade de produção, taxa de ocupação, frequência de quebra e manutenibilidade do equipamento que está sendo analisado.

Para definir a importância do equipamento no processo (a sua criticidade), utilizou-se a Tabela 1.

Tabela 1:

### Definição de criticidade

	Item	Pórtico	Ponte Rolante 01
SA	Segurança e Meio Ambiente	Média (B)	Média (B)
QP	Qualidade e Produtividade	Média (B)	Média (B)
OP	Oportunidade de Produção	Média (B)	Alta (A)
TO	Taxa de Ocupação	Média (B)	Média (B)
FQ	Frequência de Quebra	Média (B)	Alta (A)
MT	Mantenabilidade	Média (B)	Média (B)

**Nota.** Fonte: Marques; Marçal; Neto; Pillati. Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo. Disponível em <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/604.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/604.pdf)> . Acesso em 15 de maio de 2018.

## 2.2 Conceitos de manutenção

Segundo a Norma NBR 5462 (1994), manutenção corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Em suma: é toda manutenção com a intenção de corrigir falhas em equipamentos, componentes, módulos ou sistemas, visando restabelecer sua função. Já a manutenção preventiva é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritivos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

A Manutenção Preditiva pode ser considerada como uma forma evoluída da Manutenção Preventiva. Esse tipo de manutenção impede que ela seja empregada de forma generalizada porque exige grande volume de recursos iniciais, tanto humanos com materiais; mão-de-obra muito qualificada e treinada; e a restrição para aplicação em sistemas industriais complexos.

## 2.3 Indicadores de manutenção

Conforme Filho (2000), podemos classificar os diversos indicadores existentes de acordo com os aspectos da capacitação da mão-de-obra da manutenção, capacidade produtiva, desempenho das máquinas, mão-de-obra, financeiros e por último, relacionado à gerência de material.

Atualmente são utilizados os indicadores denominados de “Índices de Classe Mundial”, quatro deles são focados em gestão de equipamentos e dois em gestão de custo, são eles:

- Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) ou Mean Time Between Failures (MTBF);
- Tempo Médio de Reparo (TMR) ou Mean Time To Repair (MTTR);
- Tempo Médio Para Falha (TMPF);



- Disponibilidade Física (ou operacional);
- Custo de Manutenção por Faturamento;
- Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

### 2.3.1 Índice classe mundial voltado para gestão

- TMEF- Tempo Médio Entre Falhas (MTBF- Mean Time Between Failures).  
Basicamente o TMEF é a relação entre o tempo de operação (Tempo Op) e o número total de falhas detectadas (nº de falhas) em um período estabelecido – Equação 1. Este é um índice usado para itens reparáveis. O “tempo” adotado na expressão não é necessariamente uma unidade de tempo direta. O TMEF pode ser obtido também calculando o inverso da taxa de falha ( $\lambda$ ) do item.

#### Equação 1: Tempo médio entre falhas

Fonte: Próprio Autor, 2018.

$$TMEF \text{ OU } MTBF = \frac{\text{Tempo Op}}{n^{\circ} \text{ falhas}}$$

- TMPR- Tempo Médio Para Reparo (MTTR- Mean Time To Repair)  
O TMPR é uma média aritmética dos tempos gastos nos reparos de um item, equipamento, lote de máquinas ou instalações. Este indicador é obtido pela relação entre tempo total de intervenção corretiva (Tempo MC), incluindo o tempo de reparo e os tempos de espera que retardam a colocação do equipamento novamente em operação e o número de falhas detectadas no período observado (nº falhas) – Equação 2

#### Equação 2. Tempo médio para reparo

Fonte: Próprio Autor, 2018.

$$TMPR \text{ OU } MTTR = \frac{\text{Tempo MC}}{n^{\circ} \text{ falhas}}$$

- TMPF- Tempo Médio Para Falhas (MTTF- Mean Time To Failure)  
Esse índice é denominado não reparável, sendo a média aritmética dos tempos de entrada em funcionamento de uma peça, máquina ou equipamento. O TMPF é a relação da somatória do tempo total de operação de itens não reparáveis ( $\sum \text{itemOp}$ ) e o número total de falhas (nº falhas), durante o período observado – Equação 3

#### Equação 3. Tempo médio para falhas

Fonte: Próprio Autor, 2018.

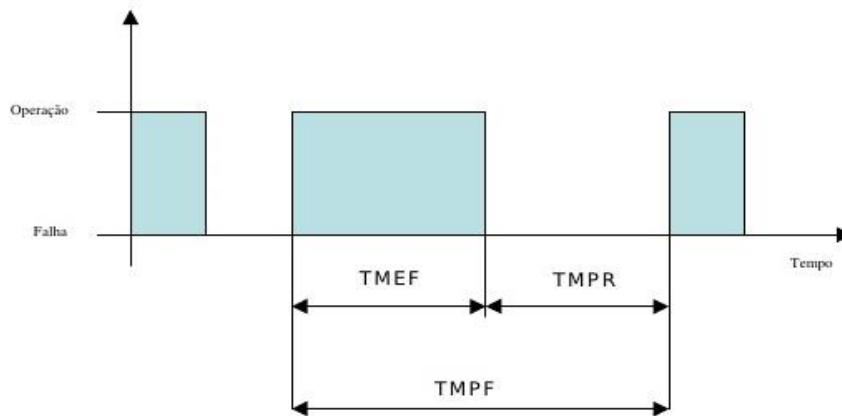
$$TMPF \text{ OU } MTTF = \frac{\sum \text{itemOp}}{n^{\circ} \text{ falhas}}$$

A diferença entre o TMEF e o TMPF é na sua utilização. Por exemplo, como o TMPF é utilizado somente para itens não reparáveis (itens que quando falham são substituídos) o seu





TMPR é zero. Por outro lado, o TMEF, é utilizado para itens reparáveis. Na Figura 2, representa a relação entre esses indicadores.



**Figura 2. Representação dos índices TMEF, TMPR e TMPF.**

Fonte: Tavares, Lourival Augusto – Tendências dos índices Brasileiros de Manutenção. Trabalho apresentado no 16º congresso brasileiro de manutenção, ABRAMAN, 2001.

- DISP- Disponibilidade (Availability)

A disponibilidade de um ativo é representada pelo tempo em que ficou a disposição da sua empresa para desempenhar a atividade para qual o ativo foi adquirido. Esse indicador representa diretamente a performance ou desempenho do equipamento em sua vida útil. Isso porque relaciona seu tempo de operação (HROP) com o tempo em que esteve parado em manutenção (HTMN). Neste indicador são consideradas todas as paradas (preventiva, preditiva, corretivas ou outra)- Equação 4

**Equação 4. Disponibilidade Tempo.**

Fonte: Próprio Autor, 2018.

$$DISP = \frac{\sum HROP}{\sum (HROP + HTMN)} \times 100$$

**2.4.1 Índice classe mundial voltado para custos**

- CMPF- Custo de Manutenção Por Faturamento

Esse indicador apresenta a relação entre o custo total da manutenção (CTMN) do seu ativo e o faturamento da sua empresa em determinado período (FTEP).

**Equação 4. Custo de manutenção por faturamento**

Fonte: Próprio Autor, 2018.

$$CMPF = \frac{CTMN}{FTEP} \times 100$$



- CMVR- Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição

Trata-se de um indicador mais importante para ativos mais relevantes para sua empresa, como máquinas que afetam seu faturamento ou a qualidade dos serviços, por exemplo.

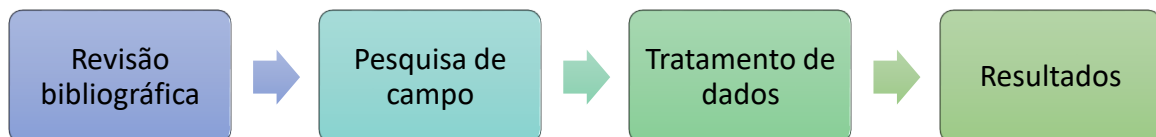
É um indicador mais complexo para ser calculado, pois utiliza valores acumulados e personalizados para cada bem. É a relação entre o custo total acumulado na manutenção (CTMN) de um determinado equipamento e o valor de compra (VLRP) desse mesmo equipamento novo- Equação 5. Sugere-se que para a análise deste indicador, sejam considerados dados de pelos menos os últimos 12 meses de utilização.

#### Equação 5. Custo de manutenção pelo valor de reposição

Fonte: Próprio Autor, 2018.

$$CMVR = \frac{\sum CTMN}{VLRP} \times 100$$

### 3. Metodologia



**Figura 3. Metodologia da Pesquisa.**

Fonte: Próprio Autor, 2018.

A metodologia da pesquisa concentrou-se em quatro etapas, cada uma delas relacionada diretamente com a etapa anterior.

Durante a primeira etapa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que tornou possível adquirir conhecimentos referentes à ferramenta PCM, bem como os projetos de gestão de manutenção.

Na etapa seguinte, foi feita uma pesquisa de campo em uma indústria de autopeças da região do PIM – Polo Industrial de Manaus. Nesse estágio, foram coletados dados a cerca dos indicadores e manutenção das máquinas.

Ao longo da terceira etapa da pesquisa foi feito o tratamento de dados, elaboração de tabelas demonstrativas da pesquisa de campo, bem como comparação com aqueles dados coletados na revisão bibliográfica.

Como etapa final, os dados foram analisados e foi possível destacar as melhorias e oportunidades em um projeto de implantação de PCM em uma indústria de autopeças, bem como a sua aplicabilidade em outras indústrias do mesmo segmento.

### 4. Análise dos Resultados

A indústria estudada é japonesa, multinacional, de grande porte e atua no ramo de autopeças para a indústria de quatro e duas rodas. Tem sólida participação no mercado.

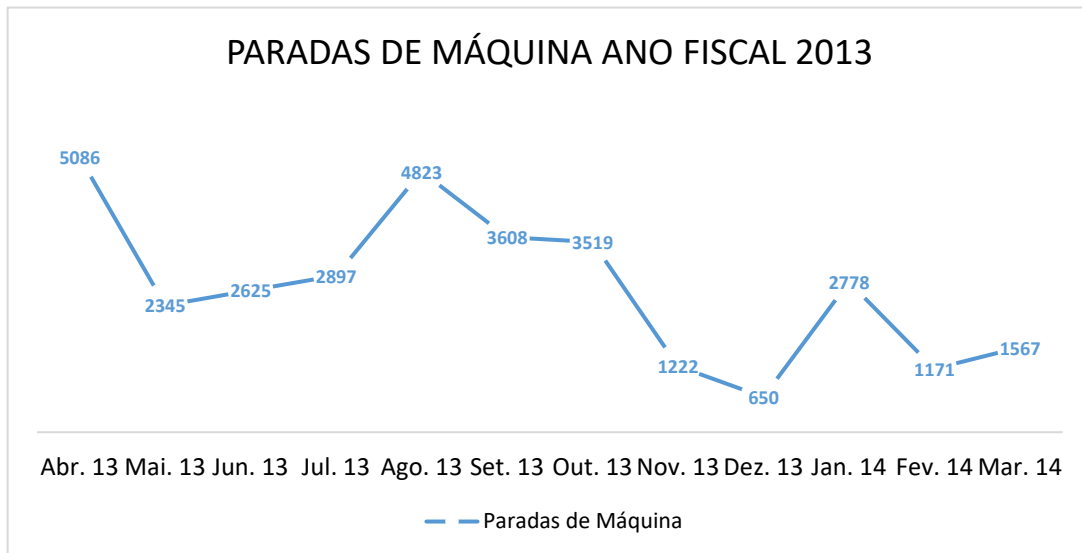
A princípio, a empresa levou em consideração o planejamento estratégico de seus projetos, em especial da gestão de manutenção. Até meados de 2013, a empresa não possuía cronograma de manutenção preventiva, não havia procedimentos a serem executados de forma





cíclica e, por conseguinte, os indicadores de manutenção não existiam. Porém, foram encontrados registros de paradas de máquinas para comparação com sua capacidade de produção mensal e para indicar a eficiência.

#### 4.1 Análise das paradas de máquinas não planejadas

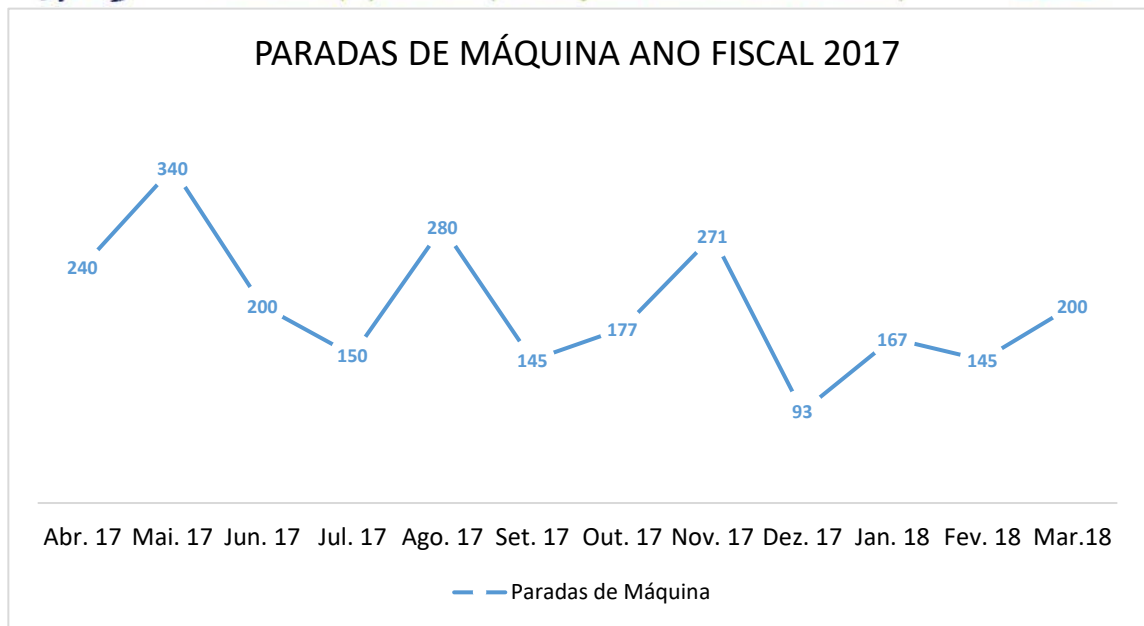


**Figura 4. Paradas de máquina ano fiscal 2013**

Fonte: Próprio Autor, 2018

É possível notar na figura 4 que foram totalizadas cerca de 31 mil paradas de máquinas não planejadas no ano fiscal de 2013, sendo o mês de dezembro, o de menor número de quebras, por conta dos feriados e férias coletivas dos funcionários.

Desta forma, a partir da troca de gestão da empresa, foi implementado o PCM, o que oportunizou melhorias e melhor controle de paradas de máquinas. Com isso, foram estabelecidos os indicadores de manutenção, a saber, TMEF/MTBF, TMPR/MTTR, TMPF, DISP, CMPR, e CMVR, entre outros. Este estudo considerou os indicadores relacionados com o controle de manutenções corretiva e preventiva e tempo de trabalho por técnico. Os resultados estão expressos na figura 5.



**Figura 5. Paradas de máquina ano fiscal 2017**

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Analisando-se a figura 5, é possível notar que após a implantação do PCM, as paradas de máquina reduziram para cerca de 2500 paradas, uma redução de cerca de 90% das paradas. Tal resultado, está profundamente relacionado com a transformação de paradas não planejadas para planejadas. Esse dado específico pode ser observado através da verificação das horas de trabalho dos técnicos.

#### 4.2 Análise das horas de trabalho dos técnicos

Constatou-se que a empresa sempre possuiu registro de horas de trabalho de seus técnicos, independentemente da implantação do PCM. No período 2012/2013, ficou registrado de acordo com a figura 6.

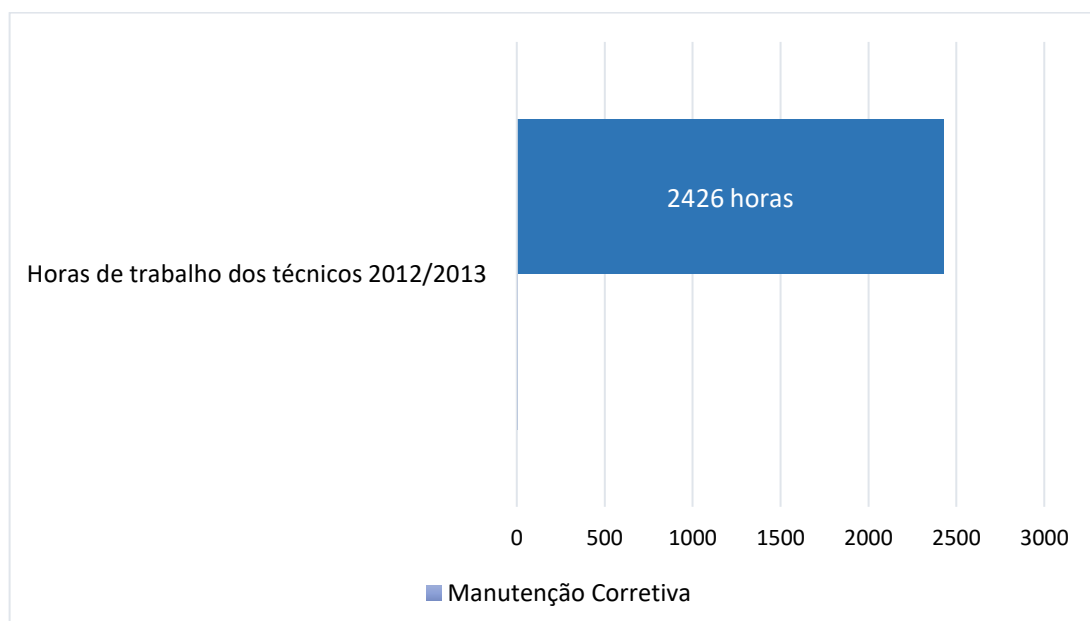




Figura 6. An3lise das horas de trabalho dos t3cnicos 2012/2013

Fonte: Pr3prio Autor, 2018

J3 em rela3o ao per3odo de 2017/2018, observou-se o seguinte resultado:

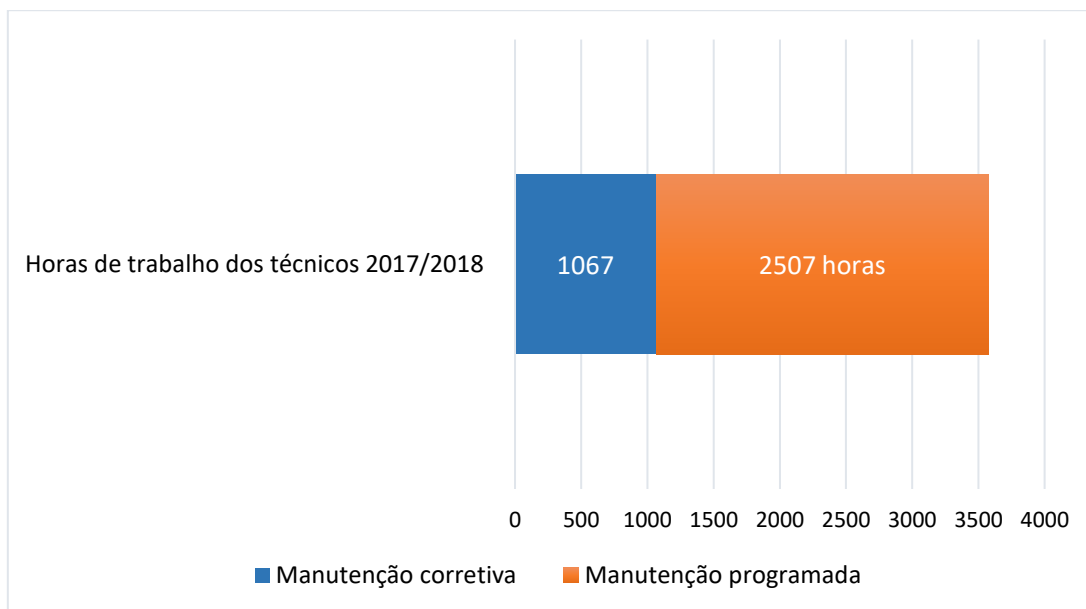


Figura 7. An3lise das horas de trabalho dos t3cnicos 2017/2018

Fonte: Pr3prio Autor, 2018

Comparando-se ent3o os dois 3ltimos gr3ficos, infere-se que o trabalho dos t3cnicos ficou mais direcionado em atender as manuten3es programadas, e reduziu-se cerca de 50% do tempo desses profissionais em atendimento de manuten3es corretivas n3o-programadas.

A partir da an3lise dos gr3ficos obtidos atrav3s dos dados coletados na empresa, percebe-se que a utiliza3o do PCM oportunizou ganhos significativos no n3mero de paradas n3o-planejadas das m3quinas bem como melhor direcionamento da m3o-de-obra dispon3vel e por conseguinte, melhores resultados para a ind3stria em termos de custos de manuten3o e perdas de produ3o.

## 5. Considera3es finais

A import3ncia do PCM no setor industrial reflete significativamente na efici3ncia da produ3o quando analisado os dados antes e depois de sua implementa3o. No caso de ind3strias de grande porte, com centenas de m3quinas funcionando concomitantemente, em que cada uma possui manuten3o espec3fica e padr3es pr3prios a necessidade de se planejar a manuten3o se torna ainda mais importante.

O caso da ind3stria analisada, percebe-se que a confiabilidade das m3quinas elevou-se a n3veis de 50 %, a produtividade dos t3cnicos contratados pela empresa cresceu cerca de 40% e mais que isso, a gest3o de manuten3o passou a ter controle efetivo e preditivo das ocorr3ncias de paradas de m3quinas.

A aplica3o do PCM em outras ind3strias 3 perfeitamente poss3vel, principalmente quando o planejamento est3 relacionado aos projetos de crescimento e inova3o de estrat3gias de melhorias de cada uma delas. Dessa forma, reafirma-se a necessidade do setor de manuten3o ter participa3o direta na gest3o e tomadas pelas gest3es fabris.



## 6. Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 5462:1994 – **Confiabilidade e manutenibilidade.**

Branco, F. G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

Filho, Gil Branco. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2000.

Lebas, M. J. **Performance measurement and performance management. International Journal of Production Economics**, n. 41, p.23-35, 1995.

Martins, Rosemary. Blog de qualidade – **Porque ocorrem falhas no sistema.** Disponível em <<http://www.blogdaqualidade.com.br/por-que-ocorrem-falhas-sistema/>>. Acesso de 25 de abril de 2018.

Rodrigues, Marcelo. **Curso técnico em eletrotécnica, módulo 3, livro 17: Gestão da manutenção/** Marcelo Rodrigues. Curitiba: Base Livros Didáticos, 2009.

Viana, H. R. G. PCM: **Planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.