



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS  
DE SERGIPE - FANESE  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JOÃO BOSCO RANACO SANTOS**

**ANÁLISE DE FALHAS NA APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA EM CARREGADEIRAS TORO 007: Estudo de  
caso em uma mineradora**

**Aracaju – SE  
2012.2**

**JOÃO BOSCO RANACO SANTOS**

**ANÁLISE DE FALHAS NA APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA EM CARREGADEIRAS TORO 007: Estudo de  
caso em uma mineradora**

**Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Engenharia de Produção da  
Faculdade de Administração e Negócio de  
Sergipe - FANESE, como Requisito para  
obtenção de grau de Bacharel em Engenharia  
de Produção, no período de 2012.2**

**Orientador: Prof. Dr. Andrés Manuel  
Villafuerte Oyola**

**Coordenador: Prof. Dr. Jefferson Arlen  
Freitas**

**Aracaju – SE  
2012.2**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, João Bosco Ranaco

Análise de falhas na aplicação de manutenção preventiva em carregadeira toro 007: estudo de caso em uma mineradora/  
João Bosco Ranaco Santos. – 2012.

60f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e  
Negócios de Sergipe, 2012.

Orientação: Prof. Dr. Andrés Villafuerte

1. Manutenção preventiva I. Título

CDU 658.58(813.7)

**JOÃO BOSCO RANACO SANTOS**

**ANÁLISE DE FALHAS NA APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA EM CARREGADEIRAS TORO: Estudo de  
caso em uma mineradora**

Monografia apresentada à Banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de 2012.2

---

**Prof. Dr. Andrés Manuel Villafuerte Oyola**  
Orientador

---

**Prof. Msc. André Marciel P. Gabillaud**  
Examinador

---

**Prof. Msc. Herbet Alves Oliveira**  
Examinador

Aprovado (a) com média: \_\_\_\_\_

Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

**À minha mãe D.Defatimo por tanta dedicação e amor.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Aos meus pais pelos mais diversos e completos ensinamentos, pelo amor e compreensão.**

**Aos meus filhos por me presentarem com a satisfação e orgulho que sinto em ser seu pai.**

**A minha esposa Sara pelo prazer do doce sabor da Amora.**

**A empresa VALE S/A pelo incentivo ao autodesenvolvimento e busca do crescimento pessoal e profissional**

**A todos os professores FANESE que participaram na minha formação.**

**Aos amigos que sempre compartilharam os bons e não tão bons momentos da vida.**

**À Deus pelo dom supremo da vida.**

**“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”**

**Francisco Candido Xavier**

## RESUMO

Nas últimas décadas a manutenção deixou de ser apenas mais um setor dentro da organização. Sua função estratégica tomou proporções maiores, depois da globalização, quando as exigências quanto a qualidade dos produtos e serviços se estenderam com mais evidencia ao processo produtivo. Empresas de grande porte, como a mineradora em análise, devem voltar suas preocupações para otimização de seus processos e aplicação de manutenção eficiente para maximizar a disponibilidade de seus equipamentos. Ocorre que, em 2012, fora identificado elevado índice de ocorrência corretivas na frota de Carregadeiras Toro 007 da mina, mesmo sendo aplicada a técnica de manutenção preventiva em tais equipamentos. Em estudos preliminares, foi observado que o problema principal estava relacionado com falhas na aplicação da manutenção preventiva. Em razão disso, esta pesquisa tem como objetivo geral a análise de falhas na aplicação de manutenção preventiva em tais carregadeiras. Através de metodologias descritiva explicativa, foi possível identificar e analisar tais falhas, propondo melhorias que podem levar a redução de perdas com a aplicação de manutenção corretiva, otimizando a gestão da manutenção preventiva, através de desenvolvimento de indicadores capazes de monitorar o processo em questão.

**Palavras-Chave:** Carregadeiras Toro. Manutenção preventiva. Falhas no sistema de manutenção.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01 – Evolução da manutenção a partir da II Guerra Mundial .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 02 – Relação da manutenção aplicada e seus indicadores .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 03 – Classificação da manutenção .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 04 – Divisão da manutenção corretiva .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 05 – Classificação da manutenção preventiva .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 06 – Relação de pessoal aplicada à manutenção .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 07 – Modelo de fluxograma .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 08 – Diagrama de Pareto.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 09 – Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10 – Sistema de manutenção corretiva .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 11 – Sistema de manutenção preventiva.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 12 – Sistema MAXIMO .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 13 – Lançamento de dados de indisponibilidade no sistema .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 14 – Gráficos de indisponibilidade .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 15 – Diagrama de Ishikawa das causas de falhas na aplicação de manutenção preventiva .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 16 – Organograma dos recursos humanos da manutenção .....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01 – Custos mensais com manutenção .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 02 – Custos com manutenção corretiva e manutenção preventiva .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 03 – Tempo de indisponibilidade por máquina .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 04 – Indisponibilidade por tipo de manutenção .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 05 – Diagrama de Pareto de ocorrência em função do tipo de manutenção .....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 06 – Diagrama de Pareto de corretiva em função da máquina .....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 07 – Diagrama de Pareto de corretivas em função da origem de quebra .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 08 – Relação entre tempo gasto e o tempo padrão .....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 09 – Variação entre o número de mantenedores padrão e o utilizado ..</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 10 – TMRF das máquinas 01 e 02 .....</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico 11 – TMEF das máquinas 01e 02 .....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Causas para falha na aplicação de manutenção preventiva.....	50
Quadro 02 – Proposta de melhorias para a aplicação de manutenção preventiva.....	54

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE GRÁFICOS .....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Situação Problema .....	14
1.2 Objetivos .....	15
1.2.1 Objetivo geral .....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativa.....	15
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Historia da Manutenção .....	16
2.2 Manutenção .....	18
2.3 Indicadores da Manutenção .....	19
2.3.1 Confiabilidade.....	20
2.3.2 Manutenibilidade .....	20
2.3.3 Disponibilidade.....	21
2.4 Tipos de Manutenção.....	22
2.4.1 Manutenção Corretiva.....	24
2.4.2 Manutenção Preventiva .....	26
2.5 Pessoas da Manutenção .....	27
2.6 Ferramentas da Qualidade .....	28
2.6.1 Fluxograma .....	29
2.6.2 Diagrama de Pareto.....	30
2.6.3 Diagrama de Ishikawa .....	31
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
3.1 Método.....	33
3.2 Universo e Amostra .....	33
3.3 Coleta e Tratamento de Dados .....	34
3.4 Análise de dados .....	35
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 Mapeamento dos Processos de Manutenção .....	36
4.1.1 Manutenção corretiva .....	36
4.1.2 Manutenção preventiva.....	39
4.2 Perdas da Manutenção Aplicada .....	42
4.2.1 Custos da manutenção .....	42
4.2.2 Indisponibilidade das máquinas .....	44
4.3 Análise das Causas de Falha na Aplicação de Manutenção Preventiva .....	47
4.4 Proposta de Melhoria .....	54

**5 CONCLUSÃO .....58**

**REFERÊNCIAS.....59**

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção não é uma área de atuação nova para humanidade. Na antiguidade, súditos utilizavam técnicas corretivas para consertar equipamentos de guerra e para conservar as edificações gigantescas que levantavam. Na idade média e moderna, a manutenção ganhou novo destaque. Isto porque, os artesãos começaram a desenvolver ferramentas específicas para corrigir falhas em seus produtos. Os ferreiros, principais mantenedores da época, aplicavam seus conhecimentos para fazer com que materiais em ferro voltassem a funcionar.

Contudo, foi com a Revolução Industrial que a posição da manutenção nas empresas ganhou novo destaque. O deslocamento de riquezas promoveu o aumento de consumo, exigindo, conseqüentemente, a maximização da produtividade. Entretanto, naquela época, este não era o único fator determinante do sucesso das empresas. O surgimento de diversas organizações fabris e comerciais fez crescer a concorrência entre elas.

O diferencial para a escolha da clientela passou a ser a qualidade dos produtos e serviços ofertados e este aspecto, assim como produtividade constante, só poderia ser garantido com o funcionamento contínuo e adequado dos equipamentos que formavam o processo produtivo em que estavam inseridos. Foi neste contexto, que as técnicas de manutenção preventiva começaram a ser desenvolvida.

Assim, dois aspectos novos emolduravam a manutenção desta época. Primeiro, as falhas deveriam ser prevenidas a todo custo e, segundo, os avanços tecnológicos determinavam a utilização de mão de obra qualificada para aplicação de técnicas de manutenção cabíveis.

Com o passar dos anos, a concorrência exigiu nova postura das organizações. O planejamento estratégico das ações das empresas incluía o funcionamento dos processos produtivos em todas as áreas, inclusive o de manutenção. A aplicação de técnicas preditivas evoluiu depois da globalização.

Observa-se, no entanto, que o desenvolvimento da manutenção somente é eficiente quando a técnica aplicada está associada a um modelo de gestão que possibilite o seu incremento diário. Assim, além da técnica adequada, é

imprescindível que haja a disponibilidade de recursos humanos qualificados, materiais necessários, sistemas gerenciais apropriados, entre outros aspectos influenciadores da maximização da manutenção.

### **1.1 Situação Problema**

A aplicação da técnica de manutenção adequada é uma das diretrizes básicas para o bom desenvolvimento desta área de atuação. Contudo, ela deve ser acompanhada de ações e decisões gerenciais que auxiliem na maximização de sua eficiência.

A empresa em estudo, apesar de adotar a técnica preventiva, tem registrado alto índice de ocorrências corretivas na frota de carregadeiras TORO 007, equipamentos que trabalham na produção da mina de silvinita. Tais eventos têm trazido perdas ao processo produtivo da manutenção. Os altos custos envolvidos na execução das Ordens de Serviço desta natureza se avolumam em mais de 70 % do valor correspondente ao material utilizado para a realização do plano de manutenção preventiva.

Além disso, o tempo que os equipamentos ficam indisponíveis para funcionamento representa perda para a produção não só da manutenção, porque reduz tempo para a execução do mapa de prevenção, como também da atividade fim da empresa, que é o beneficiamento da silvinita, pois, sem tais equipamentos, não tem como realizar o carregamento nos silos dos minérios em questão e demais serviços.

Ao se realizar breve estudo, identificou-se que maior parte das ocorrências corretivas registradas poderiam ser evitadas com a execução adequada do plano de manutenção preventivo já adotado pela empresa, revelando-se, assim, problemas de gestão em decisões que formam o sistema de manutenção da organização sob análise.

Neste contexto, surgem as questões que irão guiar esta pesquisa: O gerenciamento de manutenção da frota de carregadeiras TORO 007 da empresa em análise é realizado de forma adequada? Suas decisões podem levar a falhas na manutenção preventiva da empresa?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar as falhas na aplicação de manutenção preventiva na frota de Carregadeiras TORO 007 adotado pela empresa em estudo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Mapear os processos de manutenção da frota de Carregadeiras TORO 007;
- Identificar perdas da manutenção adotada pela empresa em estudo para a manutenção da frota de Carregadeiras TORO 007, no primeiro semestre de 2012;
- Analisar principais causas de falha na aplicação de manutenção preventiva, através de ferramentas da qualidade;
- Propor melhorias para o processo de manutenção em estudo, através de plano de gestão.

## **1.3 Justificativa**

Como mencionado anteriormente, a forma como a manutenção é gerida é o diferencial imperativo para a eficiência do setor. Assim, decisões gerenciais mal dirigidas, neste setor, podem levar a perdas no processo produtivo da empresa, requerendo-se, assim, ações que auxiliem na otimização de tal gerenciamento.

Deste fator nasce a justificativa para a realização desta pesquisa, pois o estudo das causas que levaram à falha na aplicação da manutenção preventiva e, conseqüentemente, ao alto índice de ocorrências corretivas, vai auxiliar empresas e profissionais da área na tomada de decisões que possam corrigir desvios desta natureza, otimizando, assim, os processos produtivos envolvidos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo é voltado à elucidação de termos, conceitos e aspectos que se relacionam com a manutenção, sua aplicabilidade e o desenvolvimento de indicadores que auxiliem no alcance da qualidade desejada por empresas em geral.

### **2.1 História da Manutenção**

Até o fenômeno da Revolução Industrial, no final do século XVIII, a manutenção não tinha a relação de importância evidenciada nas décadas posteriores. A partir de então, a civilização humana começou a crescer dimensionalmente, impulsionando a produção de bens de consumo e elevando a posição da manutenção no meio empresarial. Com a presença de equipamentos mais sofisticados e a exigência de alta produtividade e qualidade na produção, ficou evidente a necessidade de pôr os mesmos em disponibilidade (VIANA, 2006, p. 01).

Contudo, embora a manutenção já tivesse ganhado algum espaço, até 1914, as empresas não possuíam um departamento de manutenção. Na verdade, a manutenção era empregada com efeito puramente corretivo, esperando-se o surgimento da falha para que o próprio operador efetuasse a manutenção necessária. Entretanto, no período entre 1914 e 1940, que compreende a primeira e segunda guerra mundial, surgiram as primeiras ações desenvolvidas por profissionais qualificados. (SOUZA, 2009, p. 21).

A partir de então a história da manutenção pode ser dividida em três gerações, denominadas como: mecanização, industrialização e automação. A Figura 01 mostra a divisão linear da evolução temporal destas gerações. Assim, a primeira geração, conhecida como período de mecanização, surgiu após o final da segunda guerra mundial, compreendendo a década de 40. A manutenção aplicada era praticamente a corretiva até o início dos anos 50, quando surgiram as primeiras atividades planejadas (SIQUEIRA, 2009, p. 04).

De acordo com Souza (2009, p. 21), foi neste período que surgiu a engenharia de manutenção à nível departamental, subordinada a gerência de

manutenção e possuindo mesmo nível de órgão de execução. Ressalta-se aí que foram os primeiros procedimentos e técnicas de controle relacionados com os trabalhos já executados.

**Figura 01 – Evolução da manutenção a partir da II Guerra Mundial**



Fonte: Siqueira (2009)

De acordo com Siqueira (2009, p. 05), na segunda geração, compreendida do início da década de 1950 até 1975, é caracterizada pela industrialização, que acompanhou a disseminação das linhas de produção contínua das montadoras de veículos. Com a implementação destes equipamentos mais avançados (automação), a mão de obra especializada em manutenção ficou mais escassa, o que acarretou em uma pequena elevação na aplicação de corretiva, deixando os equipamentos indisponíveis por mais tempo. Este fator levou à evolução da manutenção para o nível preventivo e, posteriormente ao início do desenvolvimento de técnicas preditivas (1950) e da manutenção produtiva total (1970).

Neste período a manutenção passa a ter status de departamento, desenvolvendo seus próprios controles de manutenção e de análise de resultados. No final desta geração, a engenharia de manutenção começou a implementar processos mais sofisticados de controle, utilizando computadores para formação de históricos e estoque de peças (SOUZA, 2009, p. 21).

A terceira geração se inicia no final da década de 70 e vai até os dias atuais, sendo caracterizada pela automatização dos processos produtivos das

empresas. Neste período, o crescimento industrial, social e econômico foi tão grande que gerou certa dependência dos produtos e serviços industrializados, aumentando as exigências a respeito da produtividade e qualidade dos mesmos. Já não se exigia somente maior disponibilidade, confiabilidade e vida útil, mas também a garantia de desempenho dos produtos (SIQUEIRA, 2009, p. 06).

Segundo Viana (2006, p. 03), com a globalização, a manutenção ganhou destaque mundial, em razão da abertura do comércio a nível global. A competição do mercado ficou ainda mais acirrada e as empresas ao aperfeiçoar seus instrumentos de produção deram à manutenção status de estratégia de produção, levando ao surgimento da manutenção centrada na confiabilidade.

## **2.2 Manutenção**

Para a gestão da manutenção o que importa é disponibilidade e confiabilidade dos ativos, tendo como foco os resultados do processo produtivo em que está inserido. Na verdade, atualmente, a manutenção tem sido considerada como uma função estratégica da empresa e, não mais como o salva vidas de equipamentos no final de vida útil (NASCIF e DORIGO, 2009, p. 27).

Com efeito, tanto status quanto o conceito de manutenção sofreu grande evolução no decorrer dos anos, principalmente após a segunda guerra mundial. De acordo com Souza (2009, p. 20), a manutenção é “ a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Isto significa dizer que manutenção não se limita ao conserto de equipamentos, mas também a todas as técnicas aplicadas para mantê-lo disponível, incluindo, aí, ações gerenciais. Esta definição traz a tona à moderna missão da manutenção é:

Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados (KARDEC, NASCIF BARONI, 2002, p. 23).

Esta missão reflete a amplitude que a manutenção passou a ter nos

últimos anos. Observa-se que a mesma deve: imprimir confiança dos equipamentos; promover a segurança do processo, dos operadores e mantenedores; realizar suas atividades preservando o meio ambiente; e, reduzir custos e perdas para processo produtivo.

Fundamentado no conceito dado à manutenção e a sua missão, é possível se estabelecer os objetivos da mesma. De acordo com Souza (2009, p. 22), os objetivos básicos da manutenção tem relação com a produção e operação. Assim, pode-se mencionar como objetivo central: manter os equipamentos, instalações e instrumentos operando. Contudo, outros objetivos podem ser mencionados: promover melhorias e modificações tecnológicas que atendam às necessidades da produção; reduzir o tempo de parada do equipamentos; manter a segurança industrial e pessoal para a realização das atividades a ela inerentes; garantir a máxima utilização e aproveitamento dos recursos disponíveis, entre outros.

Fica evidente que tais objetivos levam à formulação de indicadores da manutenção, entre os quais os mais importantes são a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos, ambos tratados na seção a seguir.

### **2.3 Indicadores da Manutenção**

Os indicadores têm como principais características as relações numéricas que resultam de medidas quantitativas e que caracterizam o estado de um processo ou seu resultado, sendo, geralmente, associado, aos objetivos estabelecidos pela empresa (SAMPAIO, 2008, p. 99).

Embora os dados relacionados com os indicadores sejam coletados no decorrer da execução da manutenção, segundo Nascif e Dorigo (2009, p. 19), os indicadores devem ser a representação do controle dos processos que, de alguma forma, realmente criam impacto aos resultados esperados pela empresa.

Assim, uma forma da empresa analisar o desenvolvimento de aplicação da manutenção e, conseqüentemente, de aperfeiçoar o processo em si, é avaliar os indicadores como confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade de seus equipamentos.

### 2.3.1 Confiabilidade

A confiabilidade tem relação direta com o equipamento, sendo ela uma das várias dimensões da qualidade. De acordo com Nascif e Dorigo (2009, p. 32), a confiabilidade é “a probabilidade que um item pode desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso”.

Pode-se perceber, pelo conceito apresentado, a existência de pelo menos quadro elementos formadores da confiabilidade. O primeiro deles é a probabilidade, que é o número de vezes que um elemento pode ocorrer em relação ao total de tentativas (MENEZES et al, 2002, p. 139).

O segundo elemento tem relação com o intervalo de tempo, onde se define uma variável que melhor represente as alterações físicas que levam à falha do equipamento. O terceiro elemento guarda afinidade com o exercício da função para que o equipamento foi projetado para realizar. O quarto e último elemento são as condições especificadas que representam as condições operacionais a que o equipamento está submetido (SOUZA, 2009, p 112).

Segundo Menezes et al (2002, p. 187), a confiabilidade de um equipamento pode ser dada pelo tempo médio entre falhas (TMEF), que é a média aritmética dos tempos entre falhas sucessivas de um item reparável, dada pela Equação 01.

$$TMEF = \frac{1}{FRr} \quad (01)$$

Segundo Lafraia (2006, p. 20), uma variação similar deste indicador é o TMPF (Tempo Médio para Falhas) utilizados para componentes que não podem ser reparados, sendo aplicável a componentes em que a vida útil se finalizou na primeira falha.

### 2.3.2 Manutenibilidade

A manutenibilidade tem como objetivo a otimização dos tempos e custos da manutenção, a estimação de tempo para manutenção em função da disponibilidade, assim como a disponibilidade e os recursos requeridos (LAFRAIA,

2006, p. 162).

Segundo Menezes et al (2002), manutenibilidade é

Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar as suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Este conceito apresenta os mesmo elementos da confiabilidade não precisando ser novamente explicitados nesta pesquisa. Para avaliar a manutenibilidade pode ser utilizado o indicador denominado TMRP (Tempo Médio para Reparar Falhas) é a média aritmética dos tempos de reparo de um item, calculado pela Equação 02 e que pode ser obtido de uma amostra nas mesmas condições de uso do componente (LAFRAIA, 2006, p. 20).

$$\mu = \frac{1}{TMRP} \quad (2)$$

Onde:

$\mu$  = Nº de reparos efetuados

TMRP = Tempo Médio para Reparar Falhas

De acordo com Tavares (2005, p. 25), este indicador pode apresentar uma variação quando da aplicação da manutenção preventiva que é o TMPP (Tempo Médio Para Preventiva). Ambos indicadores representam a busca de melhoria da manutenibilidade, verificando-se, assim, a ação que proporcionem redução do tempo necessário para a realização da manutenção.

Vale ressaltar que a manutenibilidade tem influência direta na disponibilidade dos equipamentos, pois o tempo gasto para realizar a manutenção retira o sistema (equipamento) do estado disponível.

### 2.3.3 Disponibilidade

A disponibilidade é um bom indicador do desenvolvimento da manutenção aplicada por uma empresa, sendo caracterizada pelo tempo em que o equipamento

está disponível para operação, relacionando-se com a confiabilidade, a manutenibilidade, a própria manutenção e a logística, ou seja, recurso e meios de execução (MENEZES et al, 2002, p. 142).

A disponibilidade do equipamento pode ser conceituado como “ é o tempo em que o equipamento, sistema, instalação está disponível para operar (ou ser utilizado), em condições de produzir ou de permitir a prestação de um serviço” (NASCIF e DORIGO, 2009, p. 32).

Como pode se observar o seu conceito tem relação com o equipamento em operação, podendo ser calculado pela razão entre o Tempo Médio entre Falhas e a soma deste com o tempo médio entre reparos, como mostra a Equação 03.

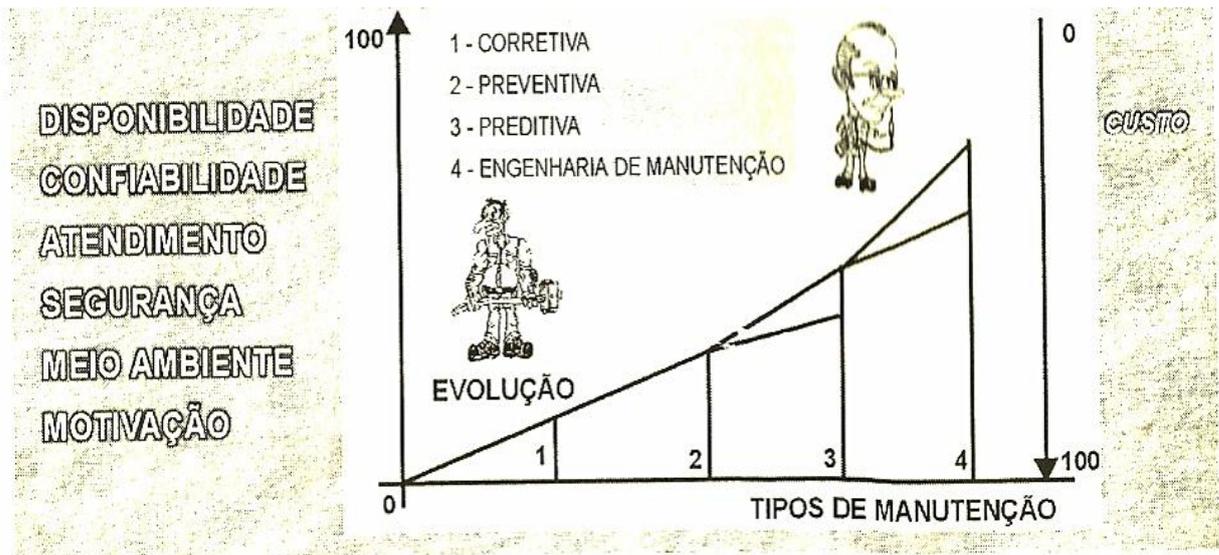
$$Disponibilidade = \frac{TMEF}{TMEF+TMER} \quad (03)$$

Segundo Tavares (2005, p. 25), o TMEF e o TMER podem ser obtidos pela análise de ações que permitam que os equipamentos e sistemas continuem a operar sem que seja necessário intervir. É importante mencionar, que a maximização da disponibilidade pode ser obtida através de mudanças na máquina ou nos métodos de manutenção aplicados a mesma.

## 2.4 Tipos de Manutenção

São muitos as técnicas de manutenção existentes no mercado. Ocorre que, a empresa, ao adotar uma técnica, tem avaliar se os fatores impressos pela missão da manutenção correspondem a sua expectativa. Como mostra a Figura 02, o aumento da disponibilidade, confiabilidade, segurança, entre outros fatores é inversamente proporcional aos custos aplicados. Assim, as técnicas corretivas são as que apresentam os menores valores dos indicadores apontados anteriormente e maiores custos.

Figura 02 – Relação da manutenção aplicada e seus indicadores



Fonte: Kardec, Nascif e Baroni (2002)

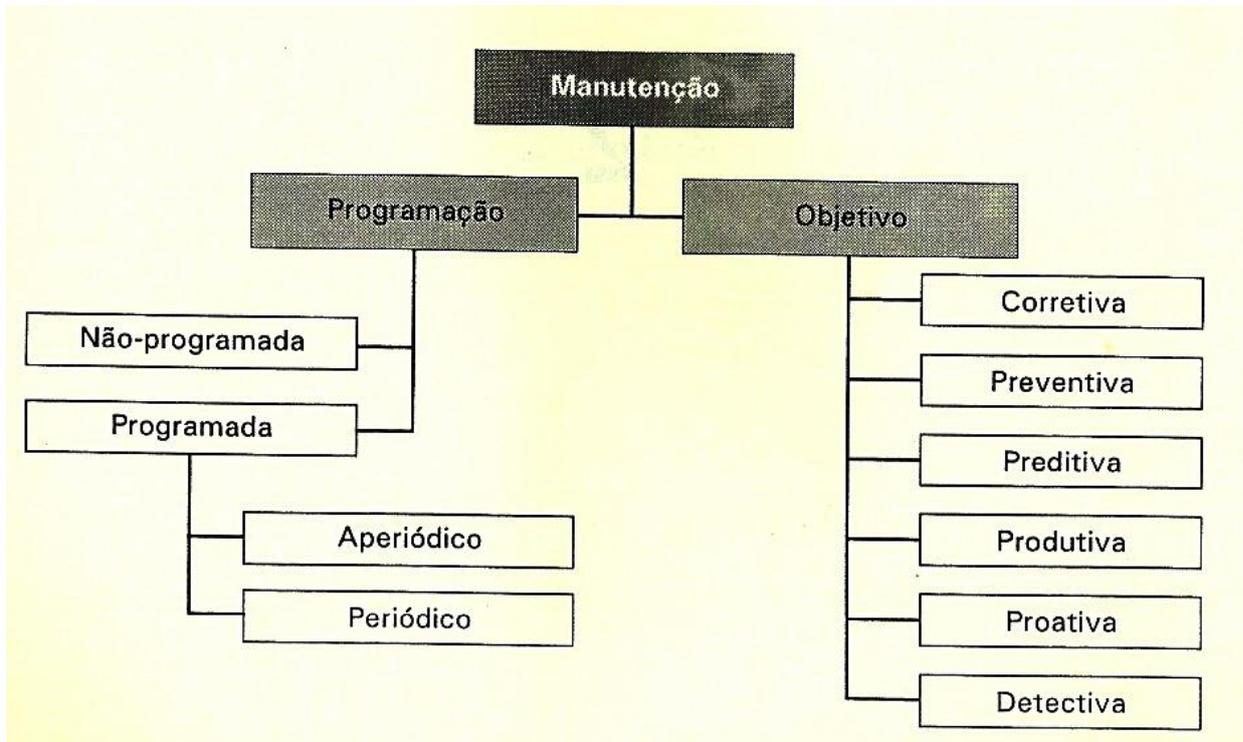
Mas quais os fatores que definem as estratégias de manutenção a ser aplicada? De acordo com Viana (2006), as empresas devem levar em consideração pelo menos quatro fatores: recomendações dos fabricantes, que menciona como conservar e manter o equipamento; segurança do trabalho e do meio ambiente, em razão de exigências legais e do alcance da qualidade total do processo; características do equipamento, como o tempo médio de falhas ou de reparos; e, fator econômico, pois a aplicação da manutenção envolvem custos com recursos humanos, com material e perdas do processo.

É evidente que a atenção a estes fatores deve vir associada ao conhecimento real da técnica escolhida. Segundo Siqueira (2009, p. 12), a manutenção pode ser classificada quanto a programação e quanto aos objetivos, como mostra a Figura 03. Assim, no que se refere a programação, a manutenção pode ser: programada, dividida em periódicas (realizadas em intervalos fixos de tempo) e aperiódicas (quando realizadas em intervalos de tempo variáveis); e não programadas quando realizadas conforme a necessidade.

Já no que se refere aos objetivos, a manutenção pode ser: corretiva, para corrigir falhas que já ocorreram; preventiva, que previne e evita as consequência das falhas; preditiva, que realiza a previsão condicional da falhas; detectiva, que aponta falhas que já ocorreram, mas não foram percebidos; produtiva, que tenta garantir a maior produtividade dos equipamentos; e, proativa, que procura otimizar o processo

com atitudes de melhoria contínua (SIQUEIRA, 2009, p. 12).

**Figura 03 – Classificação da manutenção**



Fonte: Siqueira (2009)

Embora sejam muitas as classificações existentes, como pode se perceber até agora, esta pesquisa vai restringir seu estudo a manutenção corretiva e preventiva utilizadas no estudo de caso pela empresa em estudo.

### 2.4.1 Manutenção Corretiva

Na existência de uma falha, o equipamento perde total ou parcialmente sua capacidade operacional, devendo ela ser imediatamente corrigida para retornar à sua condição original. A esta correção após falha dar-se o nome de manutenção corretiva. Esta técnica deve gerar as informações necessárias para que a empresa realize a análise de desempenho, repetitividade de falha, entre outros elementos que caracterizam o equipamento (SOUZA, 2009, p. 23).

Nascif e Dorig (2009, p. 141) dizem que a manutenção corretiva é “a atuação para correção da falha ou do desempenho menos que o esperado”. Para se ter a completa ideia do que seja a manutenção corretiva deve se diferenciar a falha

de desempenho a menor.

De acordo com Lafraia (2006, p. 15), esta manutenção ocorre quando houver falha no equipamento de forma que este não consegue cumprir sua função da forma requerida. Já o desempenho a menor significa que o equipamento está conseguindo exercer sua função mas com eficiência inferior da que a fabricada.

Com efeito, esta manutenção deve ser uma intervenção necessária para se evitar consequências mais graves para o sistema produtivo e para o próprio equipamento, para a segurança do operador e do meio ambiente (VIANA, 2002, p. 10).

Como mostra a Figura 04, a manutenção corretiva pode ser dividida em: não planejada e planejada. A primeira advém de situação que não possibilita a preparação antecipada, porque ocorreu falha que acarretou em ação emergencial (SOUZA, 2009, p. 141).

**Figura 04 – Divisão da manutenção corretiva**



**Fonte: Adaptado de Souza (2009, p. 17)**

A manutenção corretiva planejada, no entanto, decorre de um desempenho menor do equipamento, que pode ser detectado por outras técnicas de manutenção, como detectiva ou preditivo (NASCIF e DORIGO, 2009, p. 142).

### 2.4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem a função de reduzir a probabilidade de falhas de equipamento, observando-se que ela sempre deve ser planejada e prevista, bem como baseada em planos de manutenção definidos de forma antecipada (MENEZES et al, 2002, p. 24).

Pode se dizer, assim, que, nesta técnica, não existe a possibilidade de imprevisão. Na verdade este aspecto está expresso em seu conceito. A manutenção preventiva é:

A atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo, quilometragem, ciclo de produção, números de batidas, etc, ou conhecimento da vida esperada do equipamento ou instalação (NASCIF e DORIGO, 2009, p. 142).

Ocorre que Souza (2009, p. 19) contradiz um pouco este conceito ao classificar, como mostra a Figura 05, a manutenção preventiva em: não periódica e sistemática. No primeiro caso, a preventiva ocorre em razão da identificação da degeneração do equipamento, mais que ainda não apresentou falha. Este conceito rejeita o aspecto elementar dado anteriormente, chegando mesmo a confundir-se com a definição de manutenção corretiva planejada.

**Figura 05 – Classificação da manutenção preventiva**



Fonte: Adaptado de Souza (2009, p. 19)

Contudo, a maioria dos autores somente menciona a manutenção preventiva sistemática, que Souza (2009, p. 19), define como a aplicada segundo ações rotineiras e previamente planejada, ratificando, assim o conceito dado por esta pesquisa.

Esta técnica pode ser aplicada em cinco partes: inspeções, responsável por manter as condições operacionais dos equipamentos, identificando prematuramente os defeitos ou falhas para correção futura; lubrificação dos equipamentos e componentes, realizados conforme planos de lubrificação; calibração, aferições, verificações e regulagens dos componentes que formam os subconjuntos do equipamento; limpeza; e, troca periódica dos componentes, realizado com base em dados técnicos (SOUZA, 2009, p. 29-32).

Ressalta-se que, independente do tipo de manutenção adotado, existem um grupo de pessoas responsáveis pelas ações da manutenção, como se verá adiante.

## 2.5 Pessoas da Manutenção

Como mostra a Figura 06, inúmeras pessoas formam o quadro de funcionários do setor de manutenção, sendo os principais: Engenheiro de Manutenção, Supervisor de manutenção, planejador, mantenedor e inspetor.

**Figura 06 – Relação de pessoal aplicada à manutenção**



Fonte: Adaptado de Menezes et al (2002, p. 86)

De acordo com Menezes et al (2002, p. 84), o engenheiro de manutenção é responsável: pela definição das diretrizes que serão aplicadas pela gerência, coordenando a execução das atividades de manutenção e avaliando os índices de gestão e indicadores de desempenho; pela atualização tecnológica do setor; aprovação de pedidos; e, planejamento estratégico da manutenção em si.

O supervisor é o responsável pela coordenação das demais pessoas da manutenção. Ele assegura: a identificação das potencialidades de qualificação de seu pessoal; realiza treinamentos de pessoal; autoriza a aquisição de materiais (SOUZA, 2009, p. 27).

O planejador dimensiona os recursos para execução dos serviços, acompanhando relatórios diários e checando pendências. Além disso, ele define as ferramentas e equipamentos auxiliares para execução da manutenção, participando das revisões os planos e participando da elaboração de plano mestre de manutenção (MENEZES et al, 2002 p. 85).

Segundo Souza (2009, p. 27), o mantenedor executa o plano de manutenção, podendo também executar o plano de inspeção. Ele deve estar apto a realizar desmontagens dos equipamentos, assim como avaliação de componentes em geral.

O inspetor é responsável por executar o plano diário de inspeção, levantando informações para emissões de ordem de serviços. Além disso, participa da análise de falhas e faz a revisão dos planos de inspeções e de manutenção (MENEZES et al, 2002, p. 87).

Explanadas as pessoas que participam do processo de manutenção, passa-se o estudo das ferramentas da qualidade aplicadas ao estudo de caso desta pesquisa.

## **2.6 Ferramentas da Qualidade**

O conceito de qualidade sofreu grande evolução no decorrer dos anos, sendo variado atualmente. No entanto, a definição mais adequada é dada por Campos (2004, p. 02) é “produto ou serviço que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

Assim, a fim de se alcançar a qualidade desejada, as empresas empregam ferramentas que possibilitam a identificação e análise de aspectos negativos do processo produtivo fundamentando decisões gerenciais. São as ferramentas da qualidade.

Paladini (1997, p. 66) define tais ferramentas como: “dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total”.

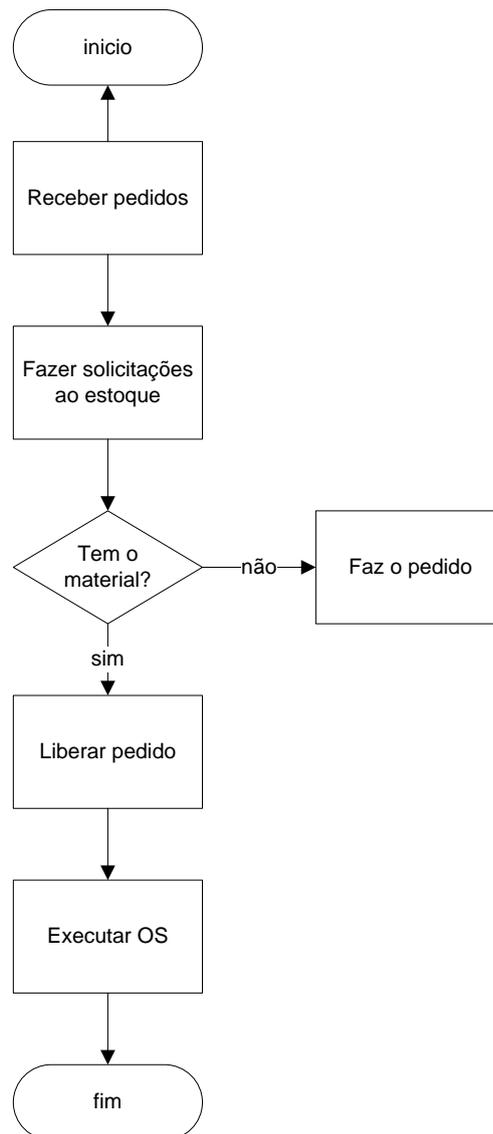
Desta forma, tais ferramentas viabilizam a satisfação das expectativas dos clientes. De acordo com Werkema (2002, p. 183), entre tais dispositivos se encontram: o fluxograma, o diagrama de Pareto e o diagrama de Ishikawa, todos estudados detalhadamente a seguir.

### **2.6.1 Fluxograma**

Os fluxogramas, de modo geral, possuem dois objetivos: auxiliar no aumento da produtividade e garantir a qualidade através da padronização dos processos (CAMPOS, 2004 b, p. 52).

Segundo Paladini (1997, p. 72), os fluxogramas são a representação gráfica das etapas do processo, ordenando-se as ações, facilitando, assim, o entendimento de determinado processo.

De forma geral, estes dispositivos (Figura 07) utilizam símbolos para representar ações ou status de cada etapa do processo. O retângulo representa uma ação, devendo se registrar no mesmo a operação e quem a executa. O losango indica uma decisão que precisa ser tomada para se dar seguimento as demais operações e a elipse, indica o início e o fim do processo (SLACK, CHAMBERS E JONHSTON, 2009, p. 102).

**Figura 07 – Modelo de fluxograma**

Fonte: Adaptado Slack, Chambers e Jonhston (2009)

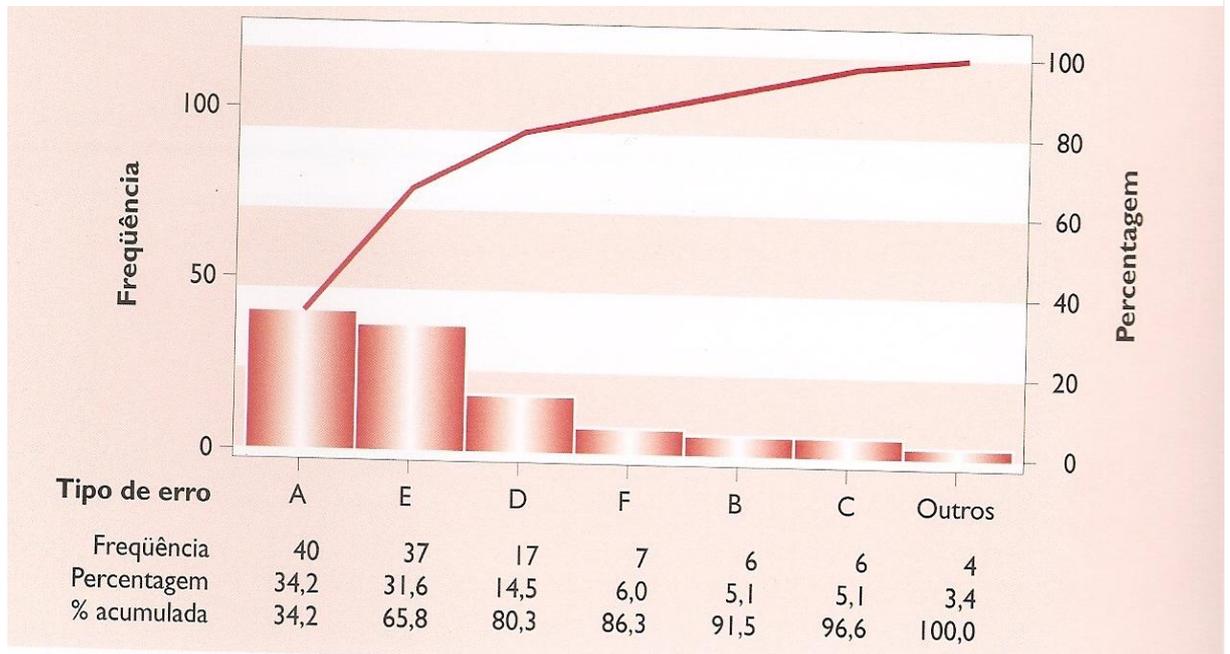
### 2.6.2 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico construído a partir de dados estratificados, tanto dados qualitativos quanto quantitativos, sempre observando a frequência com os quais tais fatores ocorrem (CAMPOS, 2004 b, p. 231).

Paladini (1997, p. 67) define estes dispositivos como “gráficos utilizados para classificar causas que atuam em um dado processo”. Assim, como mostra a Figura 08, as barras verticais são colocadas em ordem decrescentes de ocorrências do fenômeno, auxiliando na determinação dos aspectos a serem priorizados na

tomada de decisões.

**Figura 08 – Modelo de diagrama de Pareto**



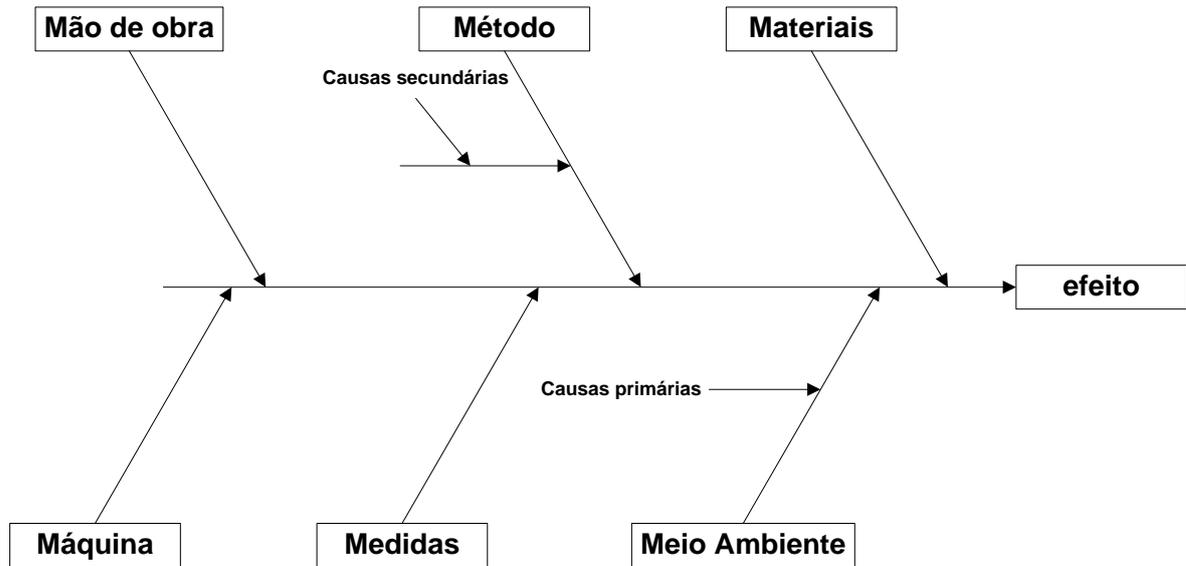
Fonte: Werkema (2002)

Assim, o diagrama de Pareto tem a finalidade de expor as informações de forma a permitir que se observe visualmente o volume de ocorrência de um fenômeno, permitindo a tomada de decisões gerenciais priorizadas e o estabelecimento de metas para o processo (WERKEMA, 2002, p. 184).

### 2.6.3 Diagrama de Ishikawa

Este dispositivo também pode ser chamado de diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe. De acordo com Slack, Chambers e Jonhston (2009, p. 585), através desta ferramenta é possível visualizar as causas primárias e secundárias que levam a um efeito, sendo, geralmente, classificadas em categorização que cubra as mesmas. Uma visão ultrapassada é a classificação conforme sistema 6M: método, máquina, meio ambiente, materiais, mão de obra e medida, como mostra a Figura 09.

Figura 09 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado Slack, Chambers e Jonhston (2002)

De acordo com Paladini (1997, p. 68), o diagrama de Ishikawa exige envolvimento dos profissionais relacionado com o problema identificado. Este grupo se reúne e apontam causas prováveis para o problema (efeito), fazendo, assim, a relação causa-efeito.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Método**

De acordo com Batista (2012, p. 10), o método ou caracterização da pesquisa pode ser classificado em relação aos meios, objetivos e abordagem da mesma. No primeiro caso, ela pode ser bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso. No segundo, o estudo pode ser descritivo, explicativo e exploratório. E, no terceiro, pode ser qualitativo e quantitativo.

Esta pesquisa, no que se refere aos meios, é bibliográfica, pois encontra fundamento em diversas publicações que tratam da manutenção e dos seus indicadores de desenvolvimento; documental, porque o levantamento de dados foi realizado junto ao sistema de gestão da empresa em estudo e de documentos internos da mesma; de campo, porque sua descrição foi realizada a partir da observação direta do desenvolvimento do processo de manutenção; e, estudo de caso, por que procura explicar um fenômeno específico, que é o elevado índice de ocorrências corretivas em razão de falhas na aplicação da manutenção preventiva.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é descritiva, pois delinea o processo de funcionamento da manutenção aplicada nas carregadeiras TORO 007 da empresa em estudo. Além disso, o estudo é explicativo, pois faz esclarecimentos relativos às causas de falha na aplicação de manutenção preventiva em tais equipamentos.

No que se refere a abordagem, esta pesquisa pode ser classificada como quantiqualitativa, pois a partir de dados estatísticos foi possível identificar o problema e analisar suas causas, chegando-se ao desenvolvimento analítico de proposta de ações que podem mitigar a falha na aplicação de manutenção preventiva estudada.

### **3.2 Universo e Amostra**

O universo desta pesquisa é toda a frota de equipamentos móveis

operantes na mina da empresa em estudo. A amostra, no entanto, é a frota de carregadeiras TORO 007, formado por dois equipamentos (máquinas).

### **3.3 Coleta e Tratamento de Dados**

O levantamento de dados desta pesquisa foi realizado entre agosto de 2012 e outubro do mesmo ano, correspondendo a dados relativos ao primeiro semestre de 2012, sendo realizado em seis etapas

Primeiro foi realizada a observação direta a cerca do funcionamento do processo de manutenção preventiva da empresa em estudo. Dados relativos a setores, fluência de informações e métodos aplicados foram anotados e transformados em um relatório descritivo escrito.

Na segunda etapa, foi realizado o levantamento de dados junto ao sistema PERFORMACE<sup>1</sup>, sobre o índice de ocorrências corretivas, assim como de tempo de parada, custos e outras perdas. Estes dados foram lançados em planilha Excel para posterior análise.

Na terceira etapa foi realizada observação direta a cerca do funcionamento da manutenção corretiva, sendo posteriormente transcritos em relatório de descrição detalhada, retendo-se, no entanto, somente informações relativas ao tema da pesquisa e não ao método empregado para a execução das OS.

Na quarta etapa, foram levantados dados, junto à supervisão, relativos a programação semanal da preventiva e a necessidade de deslocamento de mão de obra desta técnica para a execução de atividades corretivas.

Na quinta etapa, os dados levantados foram relativos ao plano de manutenção preventiva utilizada e as possíveis causas de falha na aplicação da manutenção adotada, junto ao grupo de supervisores e chefes de equipes de manutenção. Para tanto foi realizada uma brainstorming, onde os dados foram lançados em quadros.

---

<sup>1</sup> Sistema informatizado para controle parada dos equipamentos da empresa em estudo.

Na sexta e última etapa, foram coletados dados relativos a confirmação das causas apontadas, sendo as mesmas registradas de forma manual e, posteriormente, digitadas e analisadas.

### **3.4 Análise de dados**

Os dados relativos à primeira etapa e a terceira, foram transformados em fluxogramas, sendo explicados passo a passo do processo de manutenção, não se atendo, no entanto, a execução de ordens de serviço e sim ao funcionamento do sistema de manutenção adotado.

Depois, os dados relativos a segunda etapa de coleta de dados, foram transformados em gráficos das perdas ocorridas no primeiro semestre de 2012, sendo trabalhados e explicados de forma a demonstrar a ocorrência de tais perdas.

Os dados relativos a quarta, quinta e sexta etapa auxiliaram a elaboração de diagramas de Pareto e de Ishikawa que permitiram identificar o problema que era a falha na aplicação de manutenção preventiva, assim como suas causas. Além disso, auxiliaram na análise das causas apontados, facilitando a formulação de proposta de melhoria apresentada na última seção de análise de resultados.

Ademais, os dados levantados na segunda etapa possibilitaram a visualização prática do uso de indicadores como TMEF (Tempo Médio Entre Falhas) e TMRF (Tempo Médio para Reparar Falhas) como auxiliares na otimização da manutenção aplicada na empresa.

## **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

No final do primeiro semestre de 2012, a empresa em estudo identificou um elevado índice de ocorrências de manutenção corretiva nas duas carregadeiras TORO 007 operantes na mina, mesmo sendo adotada a manutenção preventiva nos mesmos. Diante disto, foi realizado estudo para avaliar o processo de manutenção, visando identificar perdas e propor melhorias capazes de reduzir a aplicação de corretivas, otimizando, assim, a aplicação de manutenção preventiva. Antes, contudo, será realizado o mapeamento de ambos processos: corretiva e preventiva.

### **4.1 Mapeamento dos Processos de Manutenção**

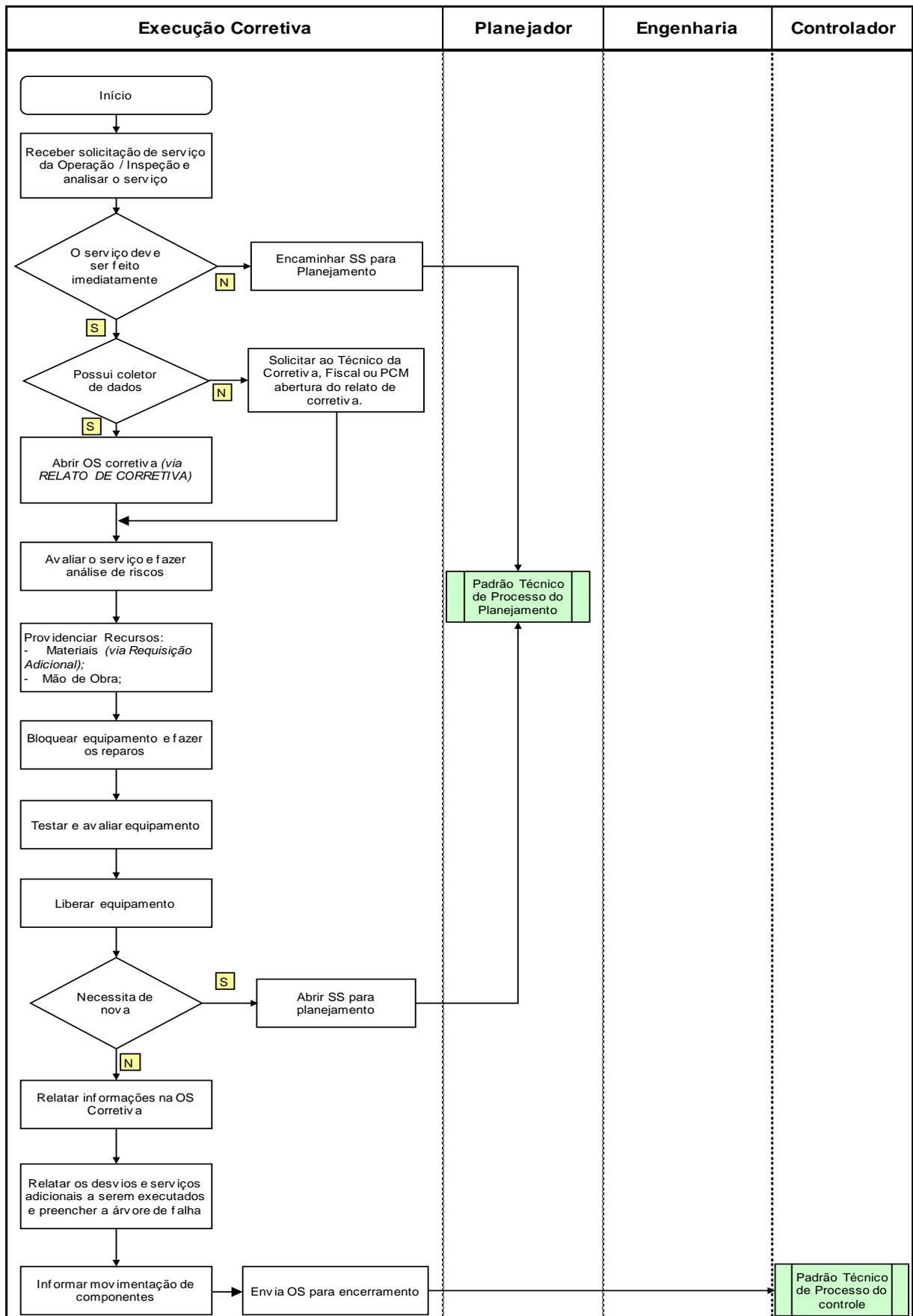
As atividades de manutenção da empresa são realizadas conforme modelos padrões pré-estabelecidos, observando-se uma matriz de suporte tanto de manutenção corretiva quanto de manutenção preventiva.

Ressalta-se que ambos os processos são realizados no interior da mina. Para tanto, a empresa dispõe de uma oficina totalmente equipada para suportar a manutenção da frota, possuindo, ainda, infraestrutura com iluminação, equipamentos de apoio, ferramentas, sala da supervisão, sala de treinamentos, sala de elétrica e de materiais, borracharia, diques de lavagem e lubrificação. Observa-se, ainda, que toda a comunicação do interior da mina é realizada através de rádio e telefone.

#### **4.1.1 Manutenção corretiva**

Quando a falha do equipamento é imprevista, a manutenção aplicada é a corretiva. Como mostra a Figura 10, a manutenção corretiva é acionada pelo pessoal da operação ou inspeção, que vai relatar a falha no equipamento. É avaliado, então, se o atendimento é ou não necessário imediatamente. Caso a necessidade não seja imediata, a solicitação de serviço (SS) é encaminhada ao planejamento para que a intervenção corretiva seja programada.

Figura 10 – Sistema de manutenção corretiva



Fonte: Autor da Pesquisa

Observa-se que o planejador vai realizar tal planejamento/programação conforme padrão técnico estabelecido pela empresa. Caso a avaliação seja positiva, ou seja, o atendimento deve ser imediato, o executante abre a ordem de serviço direto no PALM TOP (coletor de dados). Esta ordem de serviço (OS) é aberta como relato de corretiva, caso o executante tenha o coletor de dados. Caso não tenha, este deve solicitar ao técnico da corretiva do turno ou responsável para que este abra a OS em questão.

De posse da OS, o mantenedor deve avaliar a corretiva a ser aplicada, analisando os riscos à segurança envolvidos. Depois, o material e os recursos humanos necessários para a execução do serviço devem ser providenciados, através de solicitações para o estoque de materiais, ferramentas, etc.

Enquanto se espera tais materiais, o executante deve bloquear o equipamento, antes de se realizar a OS, para que não haja o funcionamento acidental. Chegadas os materiais, ferramentas, etc, solicitados, realiza-se todos os serviços necessários. Testa-se o equipamento e se realiza uma avaliação do mesmo, determinando-se se ele está ou não em condições de se operar sob condições seguras.

Libera-se, então, o equipamento para operação, observando-se se ficou alguma pendência. No caso de existir pendências, é aberta uma solicitação de serviço que é enviada ao planejador para a devida programação de manutenção corretiva, a fim de que a falha seja tratada e gerada pendências de correção (BACKLOG).

Caso não existam pendências, é elaborado um relatório da manutenção corretiva. Neste relatório deve se detalhar todo o cumprimento da OS, relatando os desvios e serviços adicionais executados e preencher a árvore de falhas. Deve-se, ainda, informar se houve movimentação de materiais e componentes, ou seja, informar se houve a troca de peças e subconjuntos para a realização das manutenções executadas.

É verificado, pelo programador, se o preenchimento de tal relatório está correto. Caso não esteja, volta para o executante para que finalize o preenchimento. Caso esteja, há o encerramento da OS, sendo esta enviada ao controlador para que seja cumprido o padrão técnico de processo do controle, com o objetivo de se dar baixa no sistema.

#### 4.1.2 Manutenção preventiva

O processo de manutenção preventiva se inicia com seu planejamento, quando é elaborado um mapa geral de manutenção anual, com 52 semanas. A partir de então, são realizadas programações de execução de serviços e utilização de mão de obra. Através deste mapa, são gerados planos periódicos de manutenção dos equipamentos, assim como inspeções visuais de verificação das condições dos mesmos, realizando-se, nesta oportunidade, análises críticas de item que comparam seu estado com o padrão estabelecido. Estas informações são anexadas aos planos, na forma de manutenção programada.

A manutenção preventiva é realizada em máquinas que não estejam em falhas, estando em condições operacionais. Podem, no entanto, apresentar estado de defeito, ou seja, ainda em operação mais em estado de quase falha.

Como mostra a Figura 11, são abertas OS para as máquinas a serem atendidas na programação semanal. Estas OS são entregues ao supervisor de manutenção toda sexta feira. Observa-se que o supervisor recebe a programação semanal e as orientações do planejamento sobre os serviços e prioridades de atendimento a ser seguida, recebendo, para tanto, um coletor de dados (PALM TOP) com todas as OS's baixadas na memória.

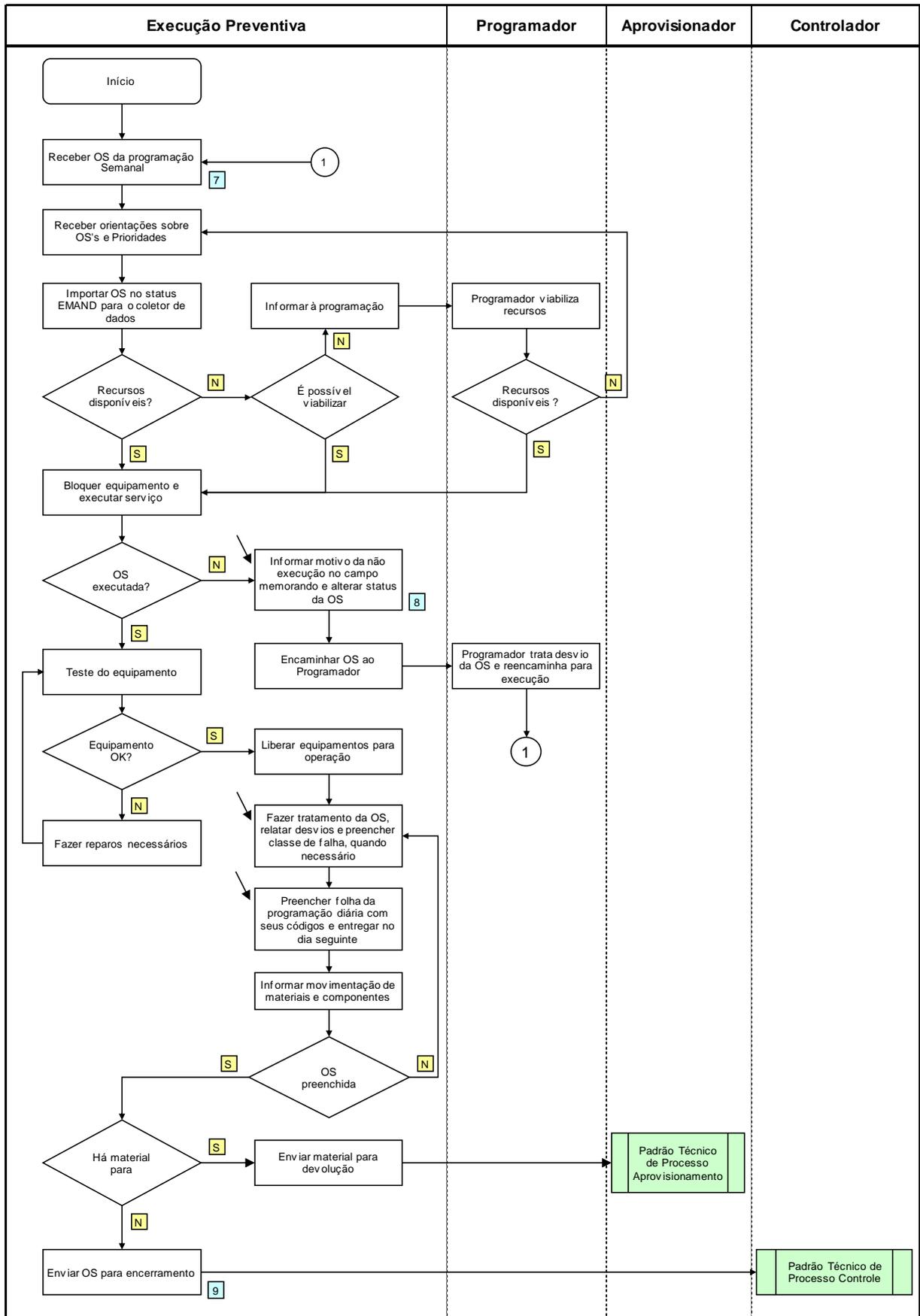
Este supervisor vai, ainda, importar a OS no status<sup>2</sup> EMAND (Serviço em Andamento), para o mencionado PALM TOP. Observa-se, então, se existem recursos disponíveis para a execução da OS. Se não existem, verifica-se se é possível viabilizar, caso não seja vai se informar à programação para que o programador viabilize os recursos. Nesta oportunidade, o programador verifica se existem recursos disponíveis, se não tiver, volta para o supervisor para que estabeleça prioridades.

Caso haja recursos disponíveis, ou seja o executante bloqueia o equipamento para que não haja funcionamento acidental e executa o serviço como determina a OS. Verifica-se se ela foi executada totalmente, se não foi, deve ser informado o motivo da não execução no campo memorando e alterar o status da OS para AGPROG (aguardando programação), razão pela qual esta é encaminhada para o programador que vai tratar o desvio.

---

<sup>2</sup> Condição que a ordem de serviço se encontra, por exemplo: em andamento (EMAND), aguardando programação (AGPRG), concluída (CONCL), etc.

**Figura 11 – Sistema de manutenção preventiva**



Fonte: Autor da pesquisa

Depois de tratado o desvio, a OS é reencaminhada para a execução. Caso a OS seja executada, é realizado teste no equipamento, se ele não estiver em condições de operar, faz-se os reparos necessários e volta a fase de teste.

Caso o equipamento esteja em condições de operar, libera-se o equipamento, fazendo-se o tratamento da OS, relatando desvios e preenchendo o relatório de falhas. Preenche-se, então, a folha da programação diária com os códigos de apropriação. Caso haja movimentação de materiais e de componentes, deve ser informado.

É verificado pelo programador, então, se a OS foi preenchida corretamente. Caso não, volta para tratamento e preenchimento de desvios. Caso esteja, verifica-se se tem material para ser devolvido. Se houver, deve-se enviar o material para devolução. Se não tiver, envia-se a OS para o encerramento, com status de concluída, para que o controlador dê baixo no sistema.

Embora os dois processos sejam diferentes, existem diversos pontos em comum. A primeira delas é que a empresa possui um programa informatizado de manutenção, o sistema MAXIMO, visualizado na Figura 12.

Figura 12 – Sistema MAXIMO

Ordem de Serviço	Descrição	Posição	Ativo	Tipo de Serviço	Descrição do PT
2010-22851149	ADAPTAR SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO P...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	CP	
2010-25947360	INSTALAR ALARME DE RÉ	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	CP	
2011-13148997	(MELHORIA) INSTALAR TEMPORIZADOR PA...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	CP	
2011-14153605	TROCA DO ALTERNADOR	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-15237658	VAZAMENTO DE OLEO HIDRAULICO .	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-17701815	CONFECIONAR MANGUEIRAS	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	PC	
2011-17701816	SUBSTITUIR FILTRO LUBRIFICANTE .	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-17701816	SUBSTITUIR OLEO DO MOTOR .	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-17962135	EQUIPAMENTO DESARMANDO	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-18913170	SEM PEGAR NA PARTIDA .	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-19518992	SUBSTITUIR 02 BATERIAS	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	PC	
2011-19584095	INSTALAR BLUETEC	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	PC	
2011-19642631	VARETA DE NIVEL DO OLEO DO MOTOR GU...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-20663502	EQUIPAMENTO DESARMANDO .	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-22154943	MANUTENÇÃO PREVENTIVA ELETRICAMEC...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MP	
2011-22154945	MANUTENÇÃO PREVENTIVA ELETRICAMEC...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MP	MANUTENÇÃO PREVENTIVA ELETRICAMEC...
2011-22883718	VERIFICAR FILTRO DE AR QUANTO A OBST...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	PC	
2011-23415224	NÃO PEGA NA PARTIDA	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	MC	
2011-24002619	SUBSTITUIR SENSORES (NÍVEL ÁGUA, ENT...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	PC	
2011-24442506	MOTOR DIESEL COM BAIXA PRESSÃO DE Ó...	PTTV-MIN-OFS-EQINF	14CR17	RR	

Fonte: Empresa em estudo (2012)

Este sistema tem interface com sistema da empresa ERP (Enterprise Resource Planning), onde são registradas todas as ordens de serviços (OS) de corretivas e preventivas, requisições de materiais necessários a manutenção, criação de TAG (identificação do equipamento no sistema informatizado) para os ativos, controle de movimentação de subconjuntos, controle de abastecimento e outros itens relativos à manutenção.

Realizado o mapeamento e feitas as considerações necessária para o entendimento do processo de manutenção da empresa, vai se passar para a identificação de perdas a manutenção aplicada.

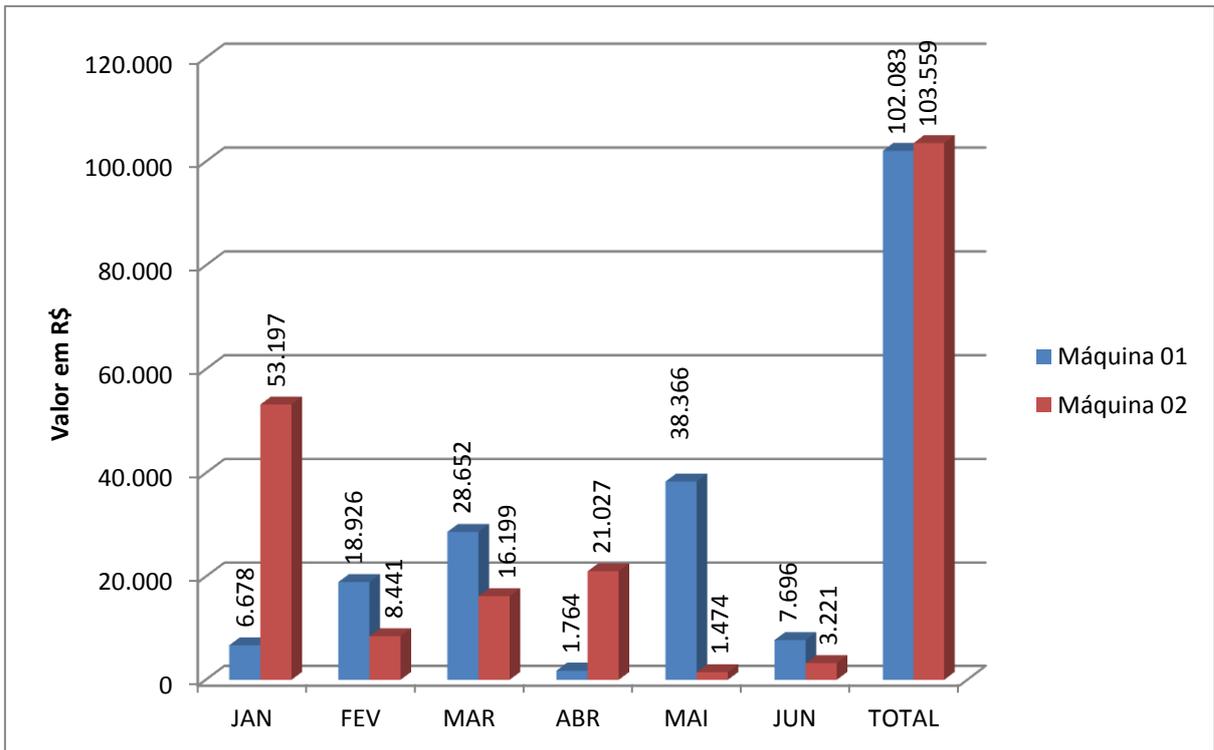
## **4.2 Perdas da Manutenção Aplicada**

Foram identificadas duas grandes perdas com o processo de manutenção adotado: custos da manutenção aplicada e elevado tempo de máquina parada, gerando a indisponibilidade das mesmas.

### **4.2.1 Custos da manutenção**

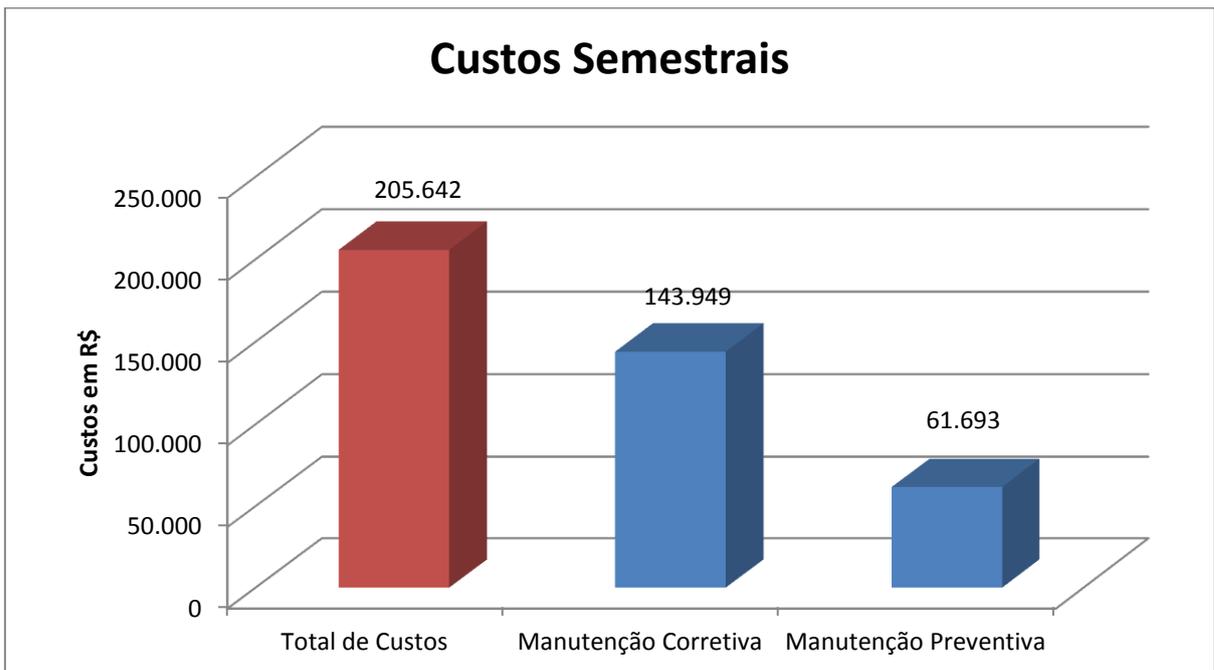
A frota de carregadeiras estudada é formada por duas máquinas, aqui nomeadas: Máquina 01 e Máquina 02. Como pode ser visualizada no Gráfico 01, os custos com a manutenção destas máquinas, ao longo do primeiro semestre de 2012 foi muito alto, apresentaram picos de mais de R\$ 53.000 (Cinquenta e três mil reais) na máquina 02 e de mais de R\$ 38.000 (trinta e oito mil reais).

Observa-se ainda, que a máquina 01, apresenta o valor total de gastos na ordem de mais de R\$ 102.000,00 (cento e dois mil reais) e a máquina 02, no valor de mais de R\$ 103.000,00 (cento e três mil reais). Ressalta-se que estes custos são relativos somente com a aquisição de peças e materiais para a execução de manutenções corretivas e preventivas, sendo excluído o custo com mão de obra, por ser comum em ambas manutenções.

**Gráfico 01 – Custos mensais com manutenção**

Fonte: Autor da pesquisa

Neste contexto, é importante mencionar que as despesas com manutenção preventiva são muito mais baixas do que com a manutenção corretiva, como mostra o Gráfico 02.

**Gráfico 02 – Custos com manutenção corretiva e manutenção preventiva**

Fonte: Autor da pesquisa

Assim, o valor total gasto com manutenção, levando-se em consideração somente com materiais empregados, foi de R\$ 205.642,00 (Duzentos e cinco mil, seiscentos e quarenta e dois reais), sendo que quase R\$ 144.000,00 (Cento e quarenta e quatro mil reais) foi com manutenção corretiva e mais de R\$ 61.000,00 (sessenta e hum mil reais) com manutenção preventiva.

Diante destes dados, fica evidente a discrepância entre os custos com a manutenção corretiva e a preventiva, que giram em torno de 30% da segunda em relação a primeira. Estas diferenças surgem porque quando um equipamento apresenta falha, as peças de reposição são muito mais caras do que se as mesmas fossem prevenidas.

Estes valores representam perdas para a produção, elevando custos que influenciam negativamente no balanço da produtividade. Outra perda identificada foi o alto tempo de parada das máquinas gerando indisponibilidade dos equipamentos, tratada na próxima seção.

#### 4.2.2 Indisponibilidade das máquinas

O sistema PERFORMACE, visualizado na Figura 13, também permite o levantamento de dados de horas indisponíveis dos equipamentos que são lançados na planilha de disponibilidade física.

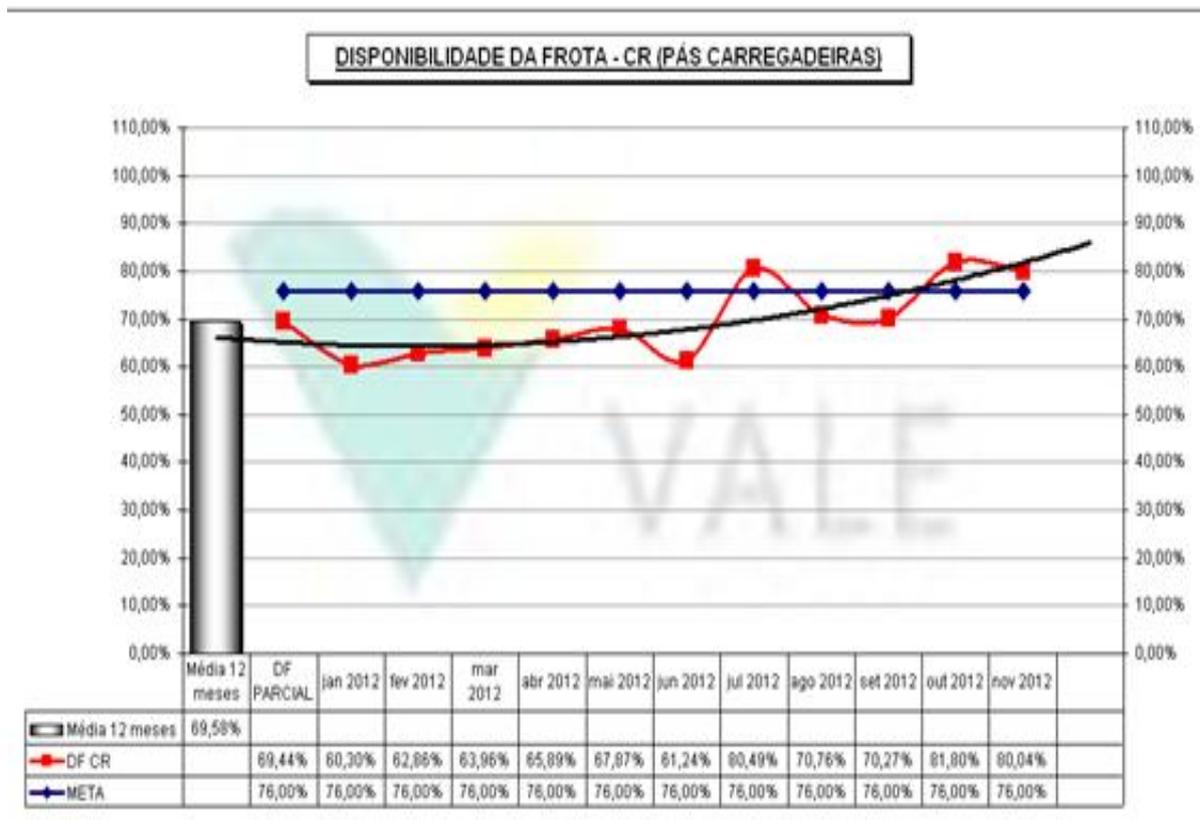
Figura 13 – Lançamento de dados de indisponibilidade no sistema

ID	Doc.	Tag Eqpto	Supervisão	Frete	Gerência	R.P.F.	Situação	DownTime	Nº Registros
17554		14CR13				CR	M E	04/01/12 - 04:00	500
17563		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 05:10	
17581		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 04:00	
17581		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 04:10	
17599		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 05:15	
17605		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 05:53	
17606		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17609		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17637		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17640		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17659		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17669		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17682		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17683	2012-1339485	14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17698		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17714	2012-2320815	14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17988		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
17996		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	
18023		14CR13				GAFIW	CR	04/01/12 - 06:00	

Fonte: Empresa em estudo (2012)

Estes dados são segmentados, gerando gráficos, como mostra a Figura 14, e quadros de horas indisponíveis, bem como gráficos de resultados diários e mensais.

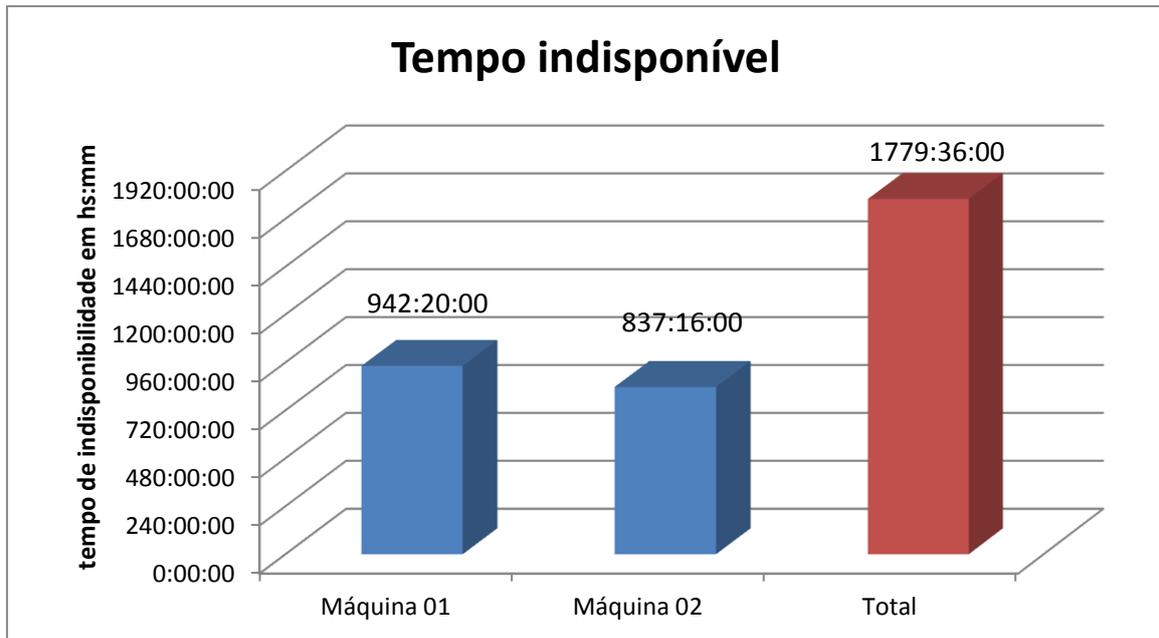
Figura 14 – Gráficos de indisponibilidade



Fonte: Empresa em estudo (2012 b)

Desta forma, pode-se levantar o total de horas em que máquina ficou indisponível. Como mostra o Gráfico 03, a Máquina 01 ficou, durante o primeiro semestre de 2012, o total de 942 horas e 20 minutos em indisponibilidade, e a Máquina 02 cerca de 837 horas e 16 minutos, dando um total de 1779 horas e 36 minutos em que a frota sob análise ficou indisponível para operação durante o período em estudo. Este período representa perda, pois é o tempo em que a máquina deveria estar produzindo e não está, refletindo negativamente na produtividade da empresa.

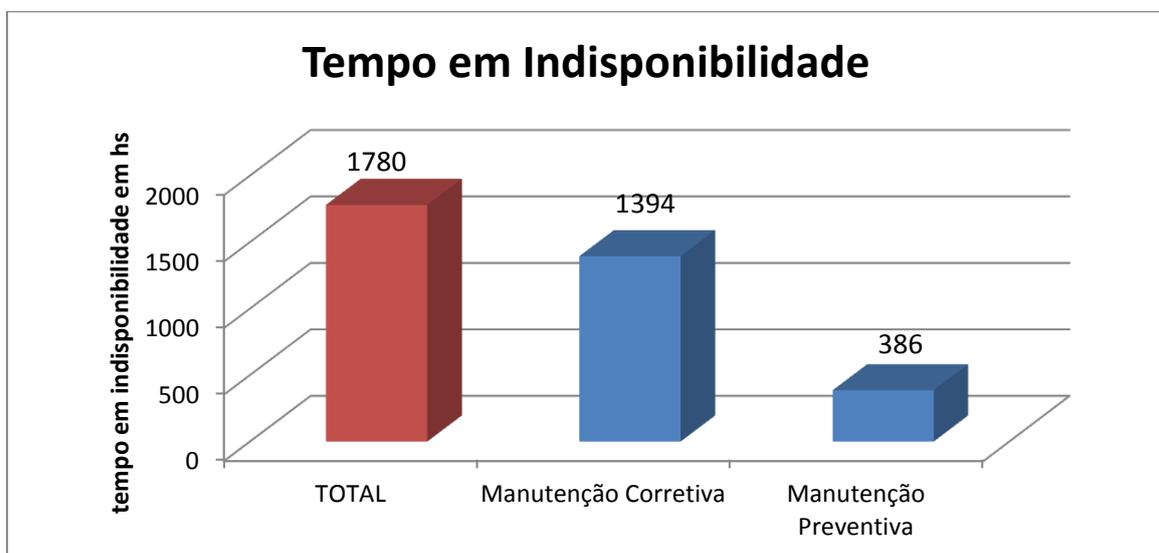
Gráfico 03 – Tempo de indisponibilidade por máquina



Fonte: Autor da pesquisa

Utilizando o sistema PERFORMACE, este tempo de indisponibilidade pode ser estratificado conforme tipo de manutenção, visualizando-se melhor a incidência de eventos que poderiam ser evitados com a aplicação de manutenção preventiva. Como mostra o Gráfico 04, do total de quase 1780 horas em que a frota em estudo ficou indisponível, cerca de 1394 horas foi para a realização de manutenção corretiva e aproximadamente 386 horas com a execução de manutenção preventiva.

Gráfico 04 – Indisponibilidade por tipo de manutenção.



Fonte: Autor da pesquisa

Estes valores representam perdas para a produção, pois o tempo em que o equipamento está indisponível, não está produzindo, o que se reflete negativamente na produção de potássio da mina da empresa em estudo.

Realizado estudo junto ao sistema PERFORMACE foi possível identificar que cerca de 70% das ocorrências classificadas como corretiva poderiam ser evitadas caso a manutenção preventiva fosse adequadamente realizada. A princípio, pensa-se que este fenômeno ocorre por falta de imperícia dos mantenedores. Entretanto, ao se identificar as causas relacionadas com a gestão da manutenção para a alta incidência das corretivas, observa-se que esta é um efeito de uma série de decisões gerenciais que precisam ser aperfeiçoadas, incluso nível de cuidado pelos ativos e operadores.

Em razão disto, esta pesquisa não vai estudar as causas de quebra que levaram à ocorrências corretivas, e sim, as causas que determinaram sua aplicação em detrimento da manutenção preventiva, técnica adotada pela empresa.

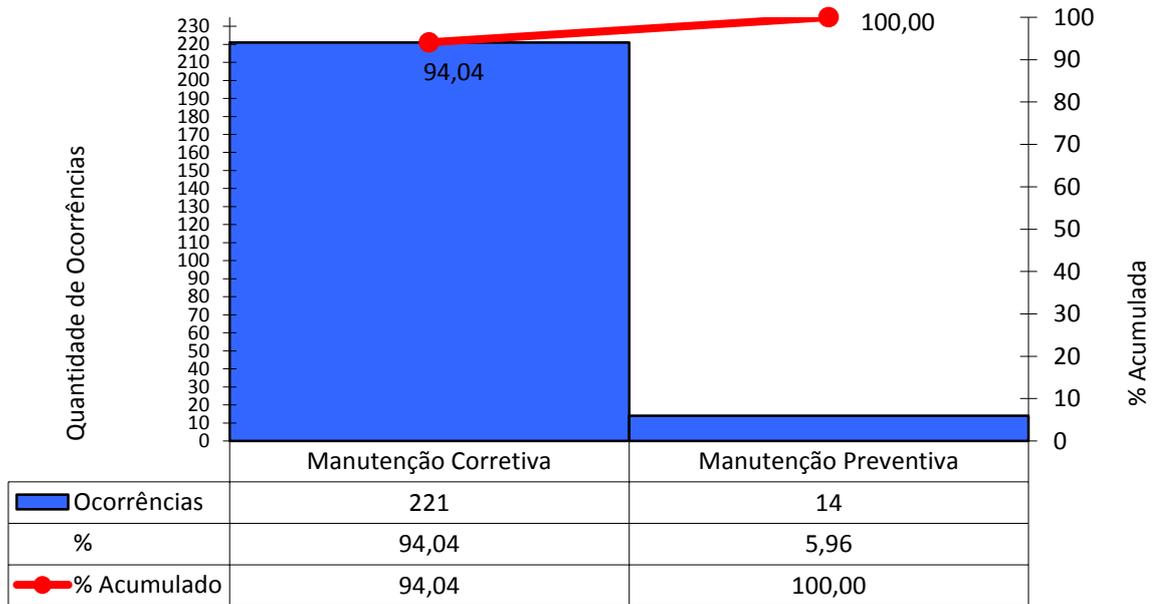
#### **4.3 Análise das Causas de Falha na Aplicação de Manutenção Preventiva**

O sistema PERFORMACE permite o controle de paradas, que é efetuado por programadores em regime de turno. Estes alimentam os dados das paradas no sistema. Nesta planilha todas as ocorrências de manutenção são registradas e acompanhadas por todos os interessados. Nela são inseridas informações das anomalias, descrição da quebra, definição do pessoal do atendimento, horário da quebra e informação sobre o defeito apresentado, assim como dados básicos dos equipamentos.

A partir destas informações foi possível gerar relatórios classificando-se por: tipos de falhas, de tempos de execução, já utilizados na identificação de perdas da manutenção, e .de tipos de manutenção, interessante ao desenvolvimento desta seção.

Assim, no 1º semestre de 2012, como mostra o Gráfico 05, foram registradas 235 ocorrências de manutenção na frota de carregadeiras TORO 007, em estudo. Destas ocorrências, 221 (94%) de manutenção corretiva e 14 (6%) de manutenção preventiva, confirmando a alta incidência de corretivas, mesmo sendo a manutenção preventiva a técnica adotada pela empresa.

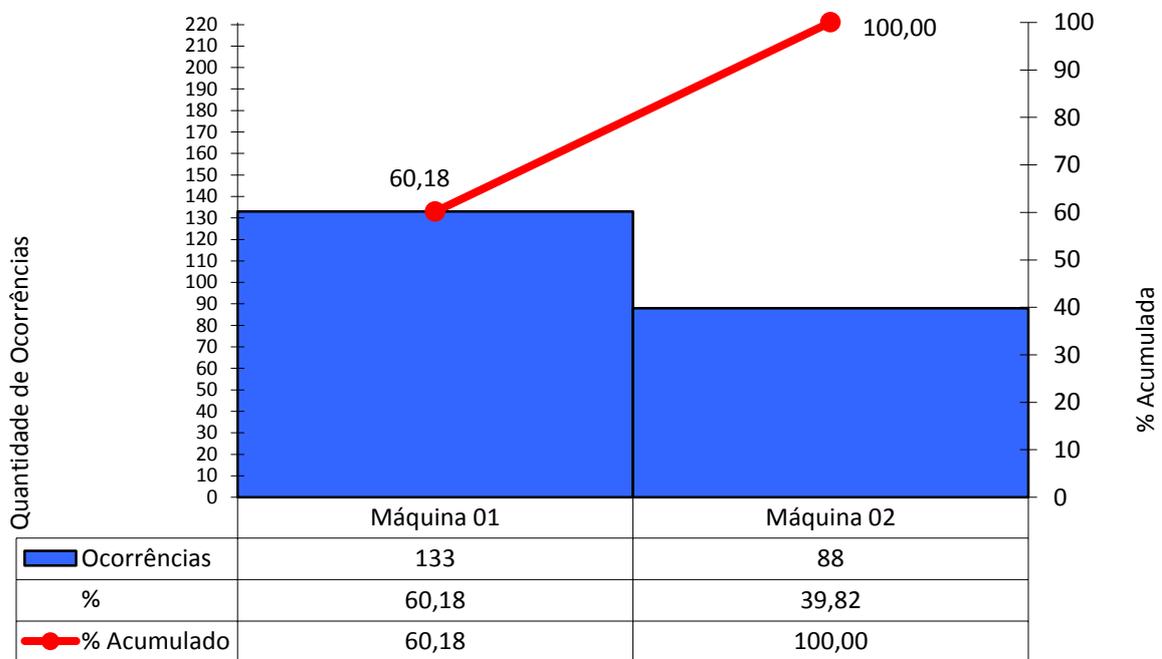
**Gráfico 05 – Diagrama de Pareto de ocorrência em função do tipo de manutenção**



Fonte: Autor da pesquisa

Foi observado as ocorrências de manutenção corretiva, foi possível observar que das 221 ocorrências, 133 (60,18%) se deram na Máquina 01 e 88 (39,82%) na Máquina 02, como mostra o Gráfico 06.

**Gráfico 06 – Diagrama de Pareto de corretivas em função da máquina**

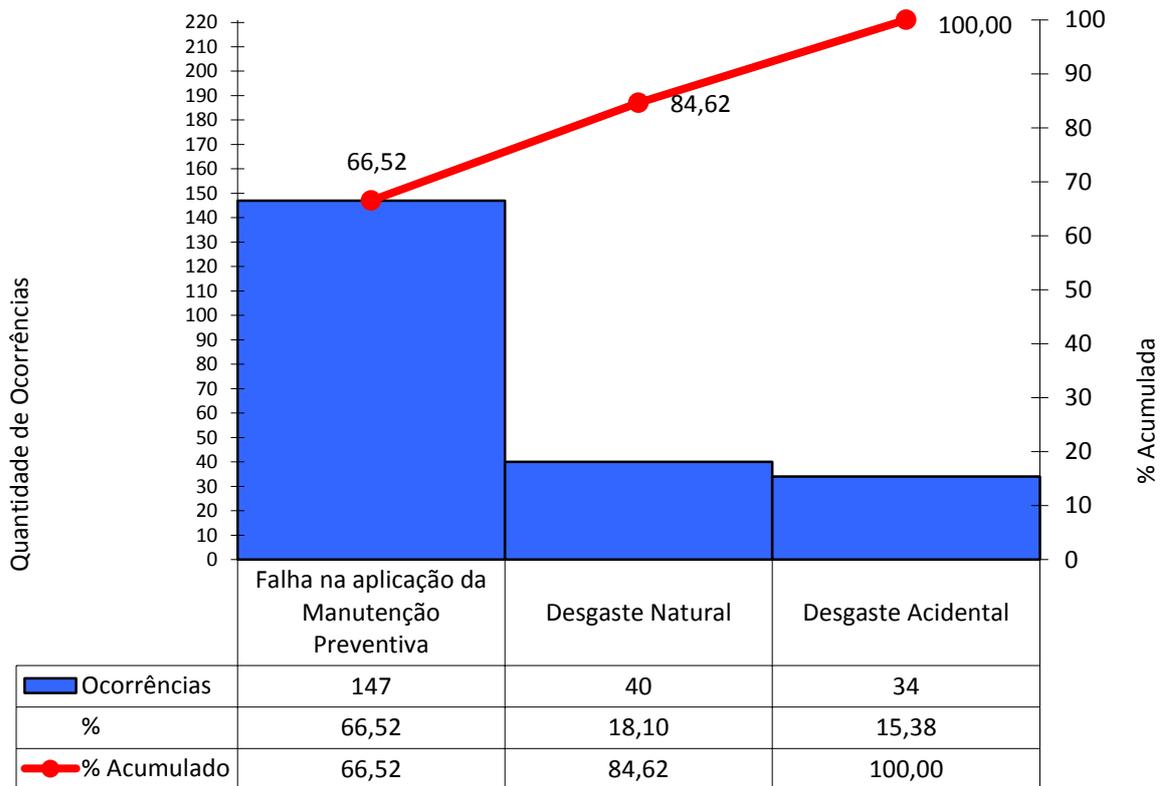


Fonte: Autor da Pesquisa

Assim, a Máquina 01 apresenta cerca de 20% de aplicação de manutenções corretivas a mais do que a Máquina 02. Em pesquisa realizada no

sistema PERFORMACE e brainstorming junto ao supervisor e mantenedores chefes das equipes da manutenção da empresa, sobre as causas registradas de quebra, foi verificado que das 221 ocorrências de corretivas registradas, 147 (66,52%) poderiam ser evitadas com a aplicação de manutenção preventiva adequada (falhas na aplicação da manutenção preventiva) e 74 tem causas inerente a máquina ou ao ambiente, ou seja, desgaste natural (18,1%) e desgaste acidental (15,38%), como mostra o Gráfico 07.

**Gráfico 07 – Diagrama de Pareto de corretivas em função da origem de quebra**



**Fonte: Autor de pesquisa**

Diante de tais dados, foi possível verificar o alto índice de ocorrências corretivas em razão de falhas na aplicação da manutenção preventiva, motivo pelo qual este será o alvo do estudo desta seção.

Esta pesquisa vai , então, identificar as causas que levaram à falha na aplicação da manutenção preventiva da empresa em estudo. Em reunião realizada com o supervisor de manutenção e chefes das equipes de manutenção na empresa, foi possível apontar seis causas para que surgissem falhas na aplicação da manutenção preventiva, sendo todas classificadas como prováveis, como mostra o Quadro 01.

**Quadro 01 – Causas para falha na aplicação de manutenção preventiva**

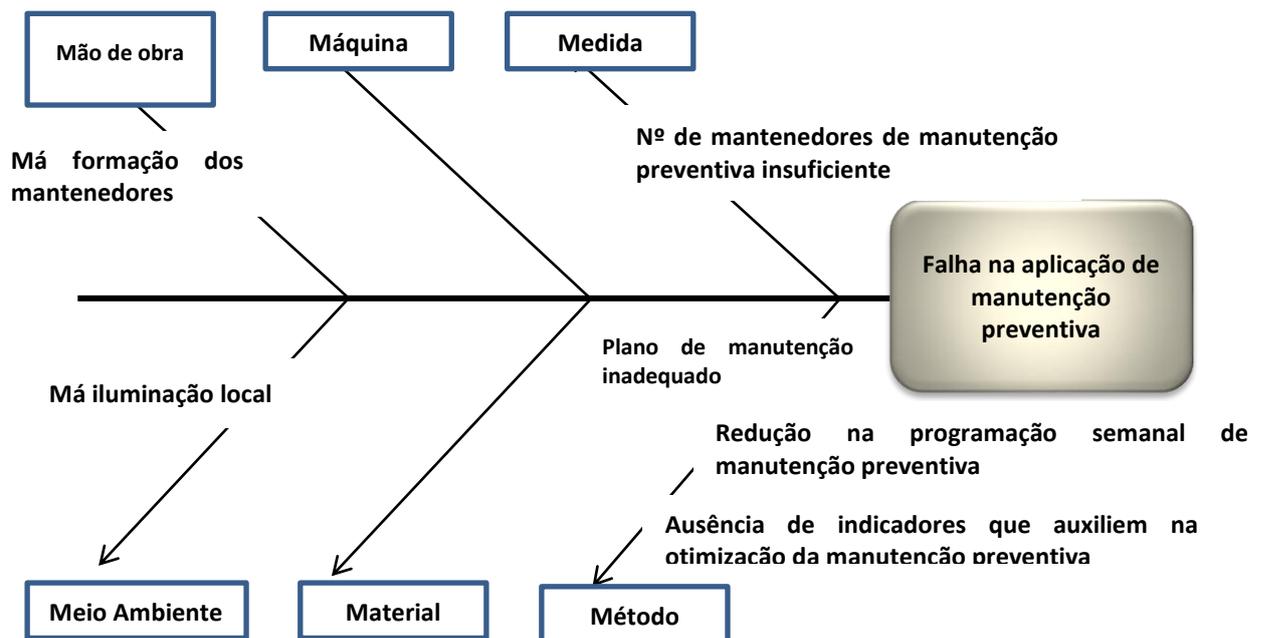
Item	Causas	Classificação
01	Má formação dos mantenedores (MO)	Provável
02	Má iluminação do Ambiente (MA)	Provável
03	Redução na programação semanal de manutenção preventiva (ME)	Provável
04	Número de mantenedores de manutenção preventiva insuficiente (MD)	Provável
05	Plano de Manutenção Inadequado (ME)	Provável
06	Ausência de indicadores que auxiliem na otimização da manutenção preventiva (ME)	Provável

**LEGENDA: Mão de Obra (MO); Meio ambiente (MA); Método (ME); Máquina (MA); Medida (MD); e, Material (M)**

Fonte: Autor da pesquisa

Estas causas foram lançadas em um diagrama de Ishikawa, visualizado na Figura 15, a fim de facilitar a análise de cada uma delas.

**Figura 15 – Diagrama de Ishikawa das Causas de falhas na aplicação de manutenção preventiva**



Fonte: Autor da pesquisa

Pode-se perceber que a maioria das causas estão alocadas na seção nomeada como método do diagrama de Ishikawa, possuindo, ainda, causas relacionadas com mão de obra, medida e meio ambiente. A fim de confirmar tais causas, o grupo reunido discutiu sobre cada uma delas.

No que se refere à má formação dos mantenedores, foi identificado que,

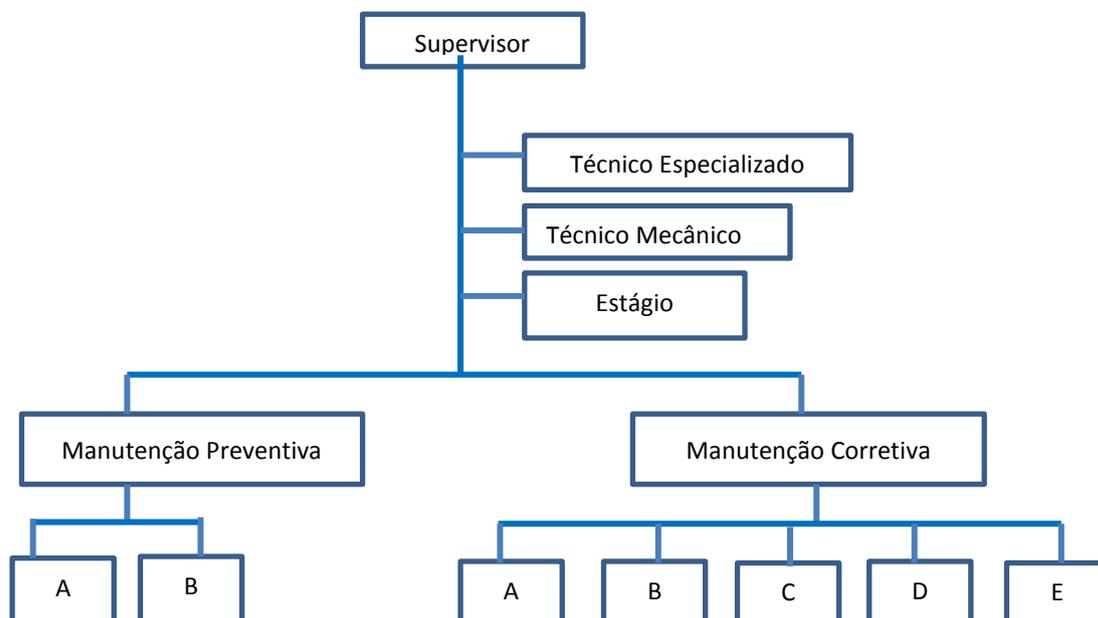
embora todos tenham formação na área, a maioria não possuía conhecimento específico sobre o funcionamento e a manutenção dos equipamentos em estudo (Carregadeiras TORO 007). Este fator é determinante para a realização de manutenção preventiva adequada.

Observa-se, ainda, que esta falta de conhecimento específico amplia o tempo de execução da Ordem de Serviços (OS), aumentando o tempo em que a máquina fica indisponível para manutenção preventiva.

Quanto à má iluminação, foi observado que é uma causa comprovada. A realização da manutenção preventiva ou corretiva é dificultada quando realizada em local com má iluminação do ambiente. Isto porque dificulta as manobras e posições de execução da manutenção, assim como a visualização do equipamento.

O insuficiente número de colaboradores voltados para a manutenção preventiva, sem dúvida influencia na aplicação de manutenção preventiva. Como mostra a Figura 16, os recursos humanos do setor é formado por um supervisor geral, um técnico especializado, um técnico mecânico e um estagiário, assim como por duas equipes de manutenção preventiva e cinco de manutenção corretiva.

**Figura 16 - Organograma dos recursos humanos da manutenção**



**Fonte: Autor da pesquisa**

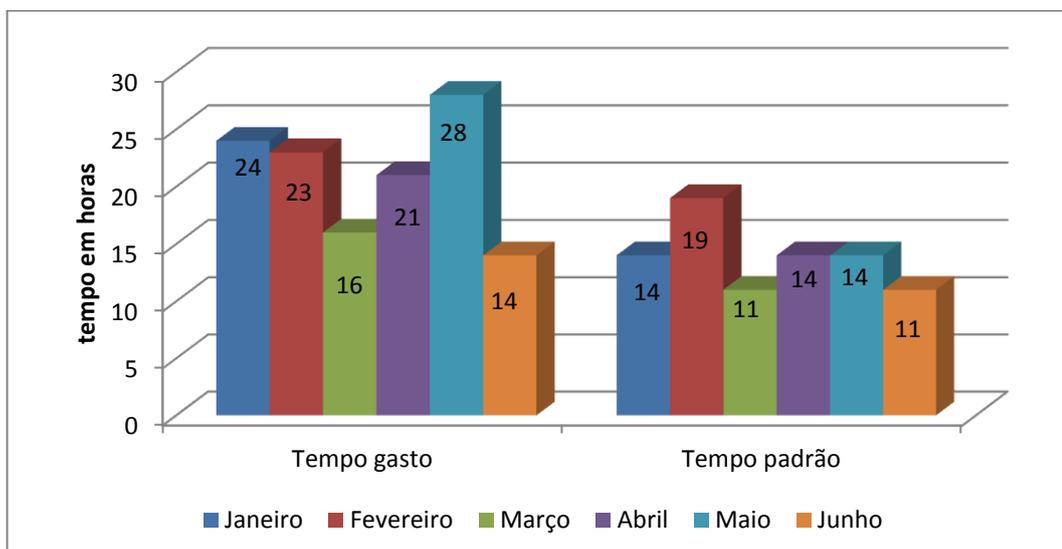
Embora o número de equipes de manutenção corretiva seja maior, elas são formadas somente por um mecânico, um eletricista e um ferramenteiro, trabalhando por turnos de 6 horas, 24 horas por dia. Ressalta-se que, enquanto

quatro trabalham, uma equipe fica de folga. O volume de ocorrências corretivas não é totalmente coberto por tais equipes, obrigando a empresa a deslocar mantenedores das equipes de manutenção preventiva para execução de corretivas, reduzindo o tempo programado para a realização das técnicas preventivas. Ocorre que esse deslocamento cria um ciclo negativo, pois não sendo realizada adequadamente a preventiva, a probabilidade de quebra ou falha do equipamento é aumentada demandando mais corretivas. Assim, a contratação de mais mão de obra para manutenção preventiva cobriria melhor o plano de manutenção adotado pela empresa.

Esse deslocamento leva a análise da causa relativa a do programa semanal de manutenção preventiva da empresa, estabelecido no mapa de 52 semanas. A empresa, ao perceber o deslocamento constante de mão de obra preventiva para corretiva a fim de atender demanda previsível, faz a redução do programa semanal de manutenção, reduzindo a prática preventiva em detrimento das corretivas.

As manutenções preventivas planejadas na frota de Carregadeiras Toro 007 é realizada com lapso temporal mensal. Entretanto, como mostra o Gráfico 08, existem discrepâncias entre o tempo realmente gasto para a realização da manutenção preventiva e o tempo padrão determinado para a realização da mesma. Assim, o tempo padronizado no mês de janeiro para a realização da manutenção preventiva da máquina 01 seria de 14 horas. No entanto, foram utilizadas 24 horas, deixando-se o equipamento indisponível por este tempo.

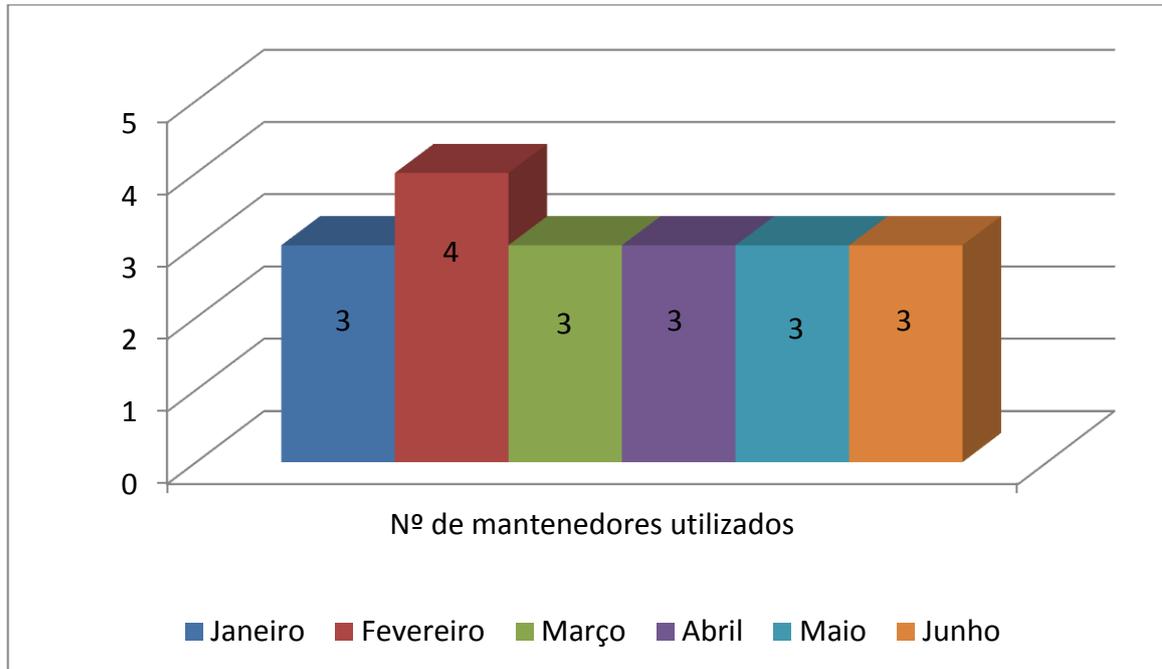
**Gráfico 08 - Relação entre o tempo gasto e o tempo padrão**



Fonte: Autor da pesquisa

Este aumento no tempo de realização da manutenção preventiva se deve à redução não programada da mão de obra empregada para sua realização em decorrência de seu deslocamento para a aplicação de manutenção corretiva, como mostra o Gráfico 09. Assim, estava determinado que o padrão para realização da atividade são cinco mantenedores, entretanto, no decorrer dos meses estudados, houve variação nestes números.

**Gráfico 09 – Variação entre o número de mantenedores padrão e o utilizado**



Fonte: Autor de pesquisa

Outra causa apontada pelo grupo de análise é que o plano de manutenção destes equipamentos é básico, não abrangendo todos itens dos sistemas da máquina. A preventiva aplicada realmente deve ser otimizada para cobrir o maior número de sistemas do equipamento, prevenindo a ocorrência de falhas nos mesmos.

A última causa a ser analisada é ausência de indicadores que possibilitem a otimização do processo de manutenção, otimizando a produção. Na verdade a empresa, ao realizar suas avaliações mensais e anuais, somente fundamenta suas ações em indicadores como tempo de indisponibilidade e custos da manutenção. Ocorre que estes indicadores são muito simples para a realização de uma avaliação mais complexa a cerca do sistema de manutenção adotado. É necessário que haja

o desenvolvimento de outros indicadores que permitam a avaliação mais profunda de cada equipamento.

Realizada a análise das causas, inicia-se a formulação de propostas de ações que possam otimizar o sistema de manutenção aplicada, reduzindo-se as falhas de aplicação de manutenção preventiva que contribuem para o índice elevado de ocorrências corretivas registradas pela empresa.

#### 4.4 Propostas de Melhoria

Analisadas as causas, são lançadas as propostas de melhoria apontadas no Quadro 02.

**Quadro 02 – Propostas de melhorias para aplicação de manutenção preventiva**

O que?	Porque?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Contratação de mão de obra para preventiva	Atender à demanda de preventiva	Recursos humanos	A partir de 01/01/2013	Manutenção	Contratação após teste prático
Revisão do plano de manutenção	Cobrir mais sistemas do equipamento	Supervisão de Manutenção	A partir de 01/01/2013	Manutenção	Estudos específicos sobre os sistemas a serem cobertos pela preventiva
Melhoria na iluminação	Facilitar a execução de OS	Supervisão de Manutenção	A partir de 01/01/2013	Mina	Adoção de iluminação mais potente e em maior volume
Treinamento de manutenção assistida	Tornar os mantenedores mais aptos para manutenção preventiva e corretiva e equipamentos específicos	Supervisão de Manutenção	A partir de 01/01/2013	Manutenção	Treinamentos bimestrais sobre manutenção aplicada a equipamentos específicos.
Adoção de indicadores TMR e TMEF	Para estabelecer parâmetros melhores para o desenvolvimento do sistema de manutenção preventiva	Manutenção e Gerência	A partir de 01/01/2013	Manutenção	Uso de dados contidos no sistema Máximo relacionados a estes indicadores e utilização deles para a demonstração de necessidades específicas de melhoria
Implantação de inspeção sensível no sistema de manutenção	Alimentar sistema de manutenção - Backlog	Supervisão de manutenção	A partir de 01/01/2013	Manutenção	Estabelecendo plano de manutenção sensível e alocando recursos humanos

Fonte: Autor da Pesquisa

A contratação de mantenedores voltados para a manutenção preventiva, ampliando o número de colaboradores das equipes existentes, fará com que o plano de manutenção semanal seja atendido, levando-se a redução de ocorrências corretivas.

Com efeito, a programação semanal de manutenção não sofrerá alterações negativas, podendo, na verdade, ser aperfeiçoado para cobrir maior número de equipamentos possíveis no período determinado. Assim, bloqueando a insuficiência de recursos humanos da preventiva, será bloqueada outra falha na aplicação da manutenção preventiva, que é a redução do programa de manutenção semanal de preventiva.

A revisão do plano de manutenção de tais equipamentos vai ampliar a abrangência da intervenção preventiva, reduzindo-se as ocorrências em operação e naturais, assim como as que ocorreram por falta de manutenção preventiva mais detalhada. Esta revisão deve ser realizada por grupos de estudos responsáveis pelas equipes de manutenção preventiva da empresa, sendo auxiliada pelo supervisor e seus subordinados técnicos.

A melhoria da iluminação pode ser realizada pela aquisição dos pontos de iluminação, assim como da potência das lâmpadas utilizadas. Esta ação facilitará a execução de O.S. tanto preventivas quanto corretivas, dando maior precisão ao serviço realizado.

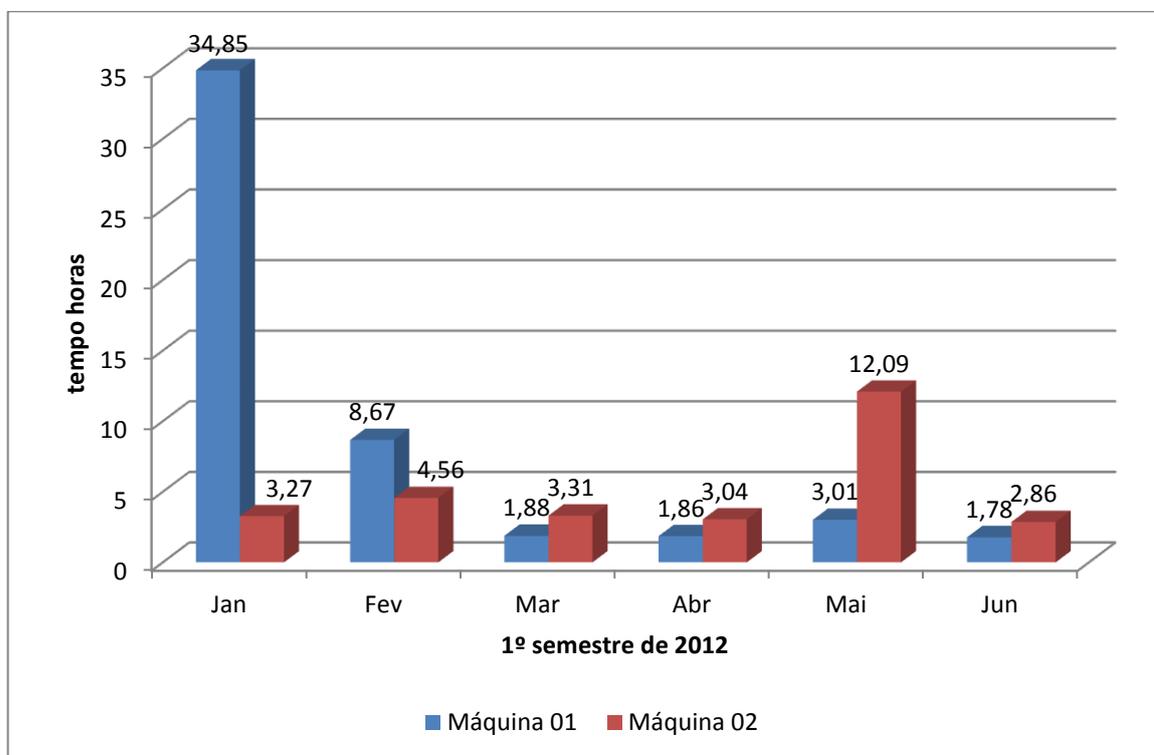
O treinamento de mantenedores vai qualificar melhor a equipe de manutenção, tanto de corretivas quanto de preventivas. Este treinamento vai fazer com que o executante tenha conhecimentos específicos dos equipamentos, facilitando a manutenção dos mesmos e reduzindo o tempo de execução das Ordens de Serviço.

A adoção de indicadores TMRP e TMEF vai facilitar a otimização do processo de manutenção preventiva adotado pela empresa, como pode ser demonstrado na aplicação prática. Ressalta-se, contudo, que todos os dados a seguir expostos já se encontram disponíveis no sistema PERFORMACE, só que não são utilizados como indicadores da manutenção.

Assim, a fim de demonstrar os benefícios destes dois indicadores à superfície desta pesquisa, serão desenvolvidos, nesta seção, o estudo de TMRP e TMEF das máquinas 01 e 02 da frota de carregadeiras TORO 007 da empresa em estudo. O TMRP (Tempo Médio para Reparar Falhas) da Máquina 01 e 02 pode ser

observado no Gráfico 10, revelando variações no tempo gasto para fazer reparos nos equipamentos em falha.

**Gráfico 10 – TMRF das Máquinas 01 e 02**



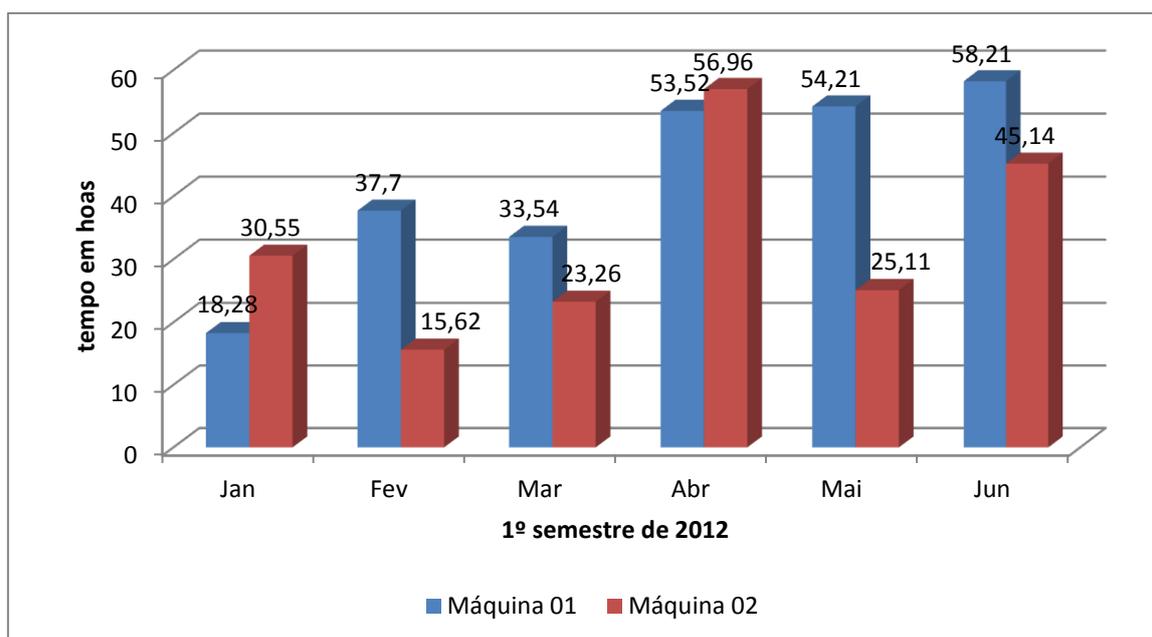
**Fonte: Autor da pesquisa**

Este indicador, dado pelo tempo total de manutenção dividido pelo número de intervenções, ajuda a mensurar a eficiência da manutenção, pois quanto menor este índice maior é a eficiência, pois indica que a manutenção atua de forma rápida ou não na intervenção. Ao se fazer uma rápida análise do gráfico acima, pode-se observar uma alta elevada no mês de janeiro. Entretanto, esta deve ser desconsiderada por representar uma variação pontual.

Estes dados revelam que os reparos estão demorando muito para serem corrigidos, indicando que inúmeros problemas que podem ter surgidos no processo, tais como: necessidade de treinamento dos mantenedores, aumento dos recursos humanos, limite de vida útil dos equipamentos, entre outros.

No que se refere ao TMEF (Tempo Médio entre Falhas) vai identificar o tempo que leva entre uma corretiva e outra nos equipamentos. O Gráfico 11 mostra os TMEF das máquinas 01 e 02, revelando uma melhora na primeira e oscilação na segunda.

Gráfico 11 – TMEF das máquinas 01 e 02



Fonte: Autor da pesquisa

Este indicador, dado pela razão entre o tempo total de equipamento disponível e o número de intervenções, ajuda a medir a confiabilidade da manutenção, assim como a programação da produção. Desta forma, quanto maior este índice melhor, pois significa dizer que a máquina tem um maior atendimento a operação sem que ele quebre. Os dados coletados indicam que existe necessidade de aumentar a confiabilidade da manutenção aplicada, pois a variação dos índices entre os equipamentos é muito discrepante. Além disso, o conjunto de todos dados coletados nesta pesquisa indica a necessidade de melhorar a programação da manutenção preventiva.

Assim, por tudo que foi exposto ao longo deste trabalho é possível identificar decisões gerenciais baseadas na produção que levaram a ocorrência de falhas na manutenção preventiva nos equipamentos estudados, levando ao registro de alto índice de corretivas no primeiro semestre e, conseqüentemente, a perdas no processo produtivo. Ressalta-se que as propostas lançadas podem mitigar tais falhas gerando a otimização necessária para a aplicação correta da técnica preventiva determinada pela empresa.

## 5 CONCLUSÃO

Nos últimos anos, as mudanças da visão empresarial deram destaque à função estratégica da manutenção dentro do processo produtivo. A gestão da manutenção, assim, assumiu um importante papel no contexto da produtividade das empresas. Quando este setor apresenta problemas, ações mitigadoras devem ser tomadas no sentido de se reduzir perdas e otimizar o processo em si.

A empresa em estudo, desde o início de 2012 tem apresentado perdas em sua produção, por não conseguir realizar as preventivas necessárias na frota de carregadeiras Toro 007 elevando, assim, o índice de corretivas nestes equipamentos.

Em razão disso, esta pesquisa realizou estudo que constatou que o problema se inicia na gestão de manutenção preventiva da empresa. A fim de esclarecer o tema, foi elaborado um fluxograma mapeando ambos processos de manutenção: corretiva e preventiva.

Este mapeamento somado a reunião com chefes de setor envolvidos com a manutenção auxiliaram na identificação das causas que levavam à má aplicação da manutenção preventiva. Analisadas tais causas, foi possível lançar proposta de melhorias capazes de bloquear as mesmas, otimizando, assim, o processo em estudo.

Sendo assim, fica evidente o alcance dos objetivos propostos pela pesquisa. Espera-se que a empresa sob análise aprove e adote as ações propostas, dando-se ênfase ao desenvolvimento dos indicadores TMEF e TMRF como forma de avaliar periodicamente o desempenho da manutenção aplicada.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, E. U. R. **Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso: relatórios, artigos e monografias.** Aracaju: FANESE, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004 a.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004b

EMPRESA EM ESTUDO. **Espelho do sistema MAXIMO.** Sergipe: Empresa em estudo, 2012 a.

EMPRESA EM ESTUDO. **Relatório de indisponibilidade da frota TORO 007 de 2012.** Sergipe: Empresa em estudo, 2012 b.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio; BARONI, Tarcísio. **Gestão estratégica e técnicas preventivas.** Rio de Janeiro: Qualityprint, 2002.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006

MENEZES ET AL, Ivan Montenegro de. **Manual da manutenção industrial.** Belo Horizonte: Vale, 2002.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção orientada para resultados.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total.** 2º edição. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SAMPAIO, Jackson Hebert. **Modelagem de um sistema de gestão.** Rio de Janeiro: SENAI, 2008.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Suart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 3º Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e gerência da manutenção: planejamento, programação e controle da manutenção**. São Paulo: All Print Editora, 2009.

TAVARES, Lourival. **Manutenção centrada no negócio**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações: 2005.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualityprint, 2006.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Seis sigma: criando a cultura seis sigma**. Volume 1. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.