



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

DAIENY PATRÍCIA CARDOSO JESUÍNO

**PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA
EM UMA EMPRESA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA**

**Aracaju - Se
2011.2**

DAIENY PATRÍCIA CARDOSO JESUÍNO

**PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA
EM UMA EMPRESA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA**

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 2011.2.

Orientador: Prof. Dr. Andrés Villafuerte

Coordenador: Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas

**Aracaju – SE
2011.2**

DAIENY PATRÍCIA CARDOSO JESUÍNO

**PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA
EM UMA EMPRESA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA**

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 2011.2.

**Prof. Dr. Andrés Villafuerte
Orientador**

**Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas
Examinador**

**Prof. MSc. Helenice Leite Garcia
Examinadora**

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2011.

**Dedico de coração aos meus pais
Dona Ivania e Sr. Jesuíno (in
memorian).**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao Nosso Pai criador de todas as coisas, pois sem Ele não seria possível a minha existência e conseqüentemente a elaboração deste trabalho. Muito obrigada Senhor!

À minha mãe Ivania, por toda educação, incentivo e apoio em todos os momentos. Ao meu pai, Jesuíno (*in memoriam*) pelos ensinamentos deixados principalmente na infância. Ao meu irmão, Alonso Neto pela amizade e companheirismo. À minha avó Marina, pela confiança e dedicação e ao meu avô, Alonso (*in memoriam*) por ter ajudado na formação do meu caráter. Vocês souberam respeitar minhas decisões e sempre foram meus suportes na busca das realizações dos meus sonhos. Amo vocês! Vocês fazem parte dessa conquista!

Ao meu namorado João Paulo, uma pessoa que não mediu esforços para ajudar nessa concretização. Muito obrigada por todo incentivo e compreensão dos meus momentos ausentes.

Agradeço também aos amigos construídos durante estes cinco anos por serem meus companheiros de tristezas e alegria.

Ao coordenador do curso Jeferson Arllen e aos professores Marcos Aguiar, Helenice Garcia, Mario Celso, Bento, Kleber e aos demais que contribuíram em minha formação, muito obrigada.

Ao Orientador Andrés, pela atenção e determinação para a elaboração deste trabalho.

“Se o dinheiro for sua única esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste em uma reserva de sabedoria, de experiência e de competência”.

Henry Ford

RESUMO

Com o advento da Revolução Industrial, surgiram avanços tecnológicos que levaram as empresas a investir mais intensamente em técnicas de manutenção eficientes no aumento de disponibilidade dos equipamentos e, conseqüente, aumento da produção. Ocorre que, mesmo hoje, com a globalização e o acirramento da competição do mercado consumidor, existem empresas que aplicam manutenções corretivas corriqueiramente em seus equipamentos, o que representa diversas perdas para seu processo produtivo. A empresa em estudo, embora adote política de manutenção preventiva, registrou alto índice de manutenções corretivas em uma de suas filiais. Diante disto, esta pesquisa tem objetivo de otimizar a manutenção preventiva empregada em Pás Carregadeiras da empresa em análise. Para tanto, aplicou metodologia descritiva, explicativa e explanatória que descreveu o processo de manutenção aplicada à empresa, tanto corretiva quanto preventiva, identificando e analisando as causas de sua ocorrência. Como resultado foi observada a necessidade de elaboração de um novo plano de manutenção preventiva, assim como de outras medidas, a fim de que se reduzisse a incidência das manutenções corretivas em tais equipamentos. Este plano foi elaborado, cobrindo todo o equipamento analisado e otimizando o plano de manutenção preventiva existente, que se restringia a substituição de filtros e troca de óleo.

Palavras-chaves: Manutenção Corretiva. Pás Carregadeiras. Plano de Manutenção Preventiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Tipos de manutenção	20
Figura 02 – Modelo de árvore de estratificação.....	27
Figura 03 – Modelo de gráfico de Pareto	28
Figura 04 – Modelo de Diagrama de Causa e Efeito.....	29
Figura 05 – Procedimentos da manutenção corretiva da empresa em estudo	34
Figura 06 – Procedimentos da manutenção preventiva da empresa em Estudo	36
Figura 07 – Plano de manutenção preventivo adotado pela empresa.....	37
Figura 08 – Árvore de estratificação das manutenções corretivas em 2010	38
Figura 09 – Diagrama de causa e efeito das causas raízes das determinantes de manutenção corretiva.....	42
Figura 10 – Organograma atual da empresa.....	49
Figura 11 – Organograma proposto pela pesquisa.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Diagrama de Pareto em função das causas de manutenção corretiva	39
Gráfico 02 – Diagrama de Pareto em função do turno	40
Gráfico 03 – Diagrama de Pareto em função das causas raízes determinantes das manutenções corretivas.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Evolução da manutenção.....	19
Quadro 02 – Dimensões da qualidade e como afetam as pessoas do processo produtivo	25
Quadro 03 – Causas raízes das determinantes de manutenção corretiva apontadas pelos participantes.....	41
Quadro 04 – Classificação das causas raízes conforme sistema 6M.....	41
Quadro 05 – Causas determinantes de manutenções corretivas fora do plano de manutenção da empresa em estudo	44
Quadro 06 – Elementos que devem ser mantidos a cada 250 horas trabalhadas pelo equipamento	46
Quadro 07 – Elementos que devem ser mantidos a cada 500 horas trabalhadas pelo equipamento	47
Quadro 08 – Elementos que devem ser mantidos a cada 1000 horas trabalhadas pelo equipamento	47
Quadro 09 – Elementos que devem ser mantidos a cada 2000 horas trabalhadas pelo equipamento	48

SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS.....	
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Caracterização da Empresa.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 História da Manutenção	17
2.2 Manutenção: Disponibilidade e Produtividade	19
2.3 Tipos de Manutenção.....	20
2.3.1 Manutenção corretiva	20
2.3.2 Manutenção preventiva.....	21
2.3.2.1 plano de manutenção.....	22
2.3.3 Manutenção preditiva.....	23
2.3.4 Manutenção detectiva e manutenção autônoma	23
2.3.5 Engenharia de manutenção.....	24
2.4 Qualidade	25
2.5 Ferramentas da Qualidade	26
2.5.1 Estratificação	26
2.5.2 Gráfico de Pareto	27
2.5.3 Diagrama de Causa e Efeito	28
3 METODOLOGIA	31
3.1 Método.....	31
3.2 Universo e Amostra	32
3.3 Coleta de Dados	32
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1 Análise de Procedimentos de Manutenção Atuais da Empresa	33
4.1.1 Manutenção corretiva	33
4.1.2 Manutenção preventiva.....	35
4.2 Identificação de Causas de Manutenção Corretiva nas Pás Carregadeiras	38
4.3 Análise das Causas Raízes das Determinantes de Manutenções nas Pás Carregadeiras.....	40

4.4 Elaboração de Novo Plano de Manutenção Preventiva para Pás Carregadeiras	45
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE	54
APÊNDICE A	55

1 INTRODUÇÃO

A manutenção sempre esteve presente na vida do ser humano. Ainda na era primitiva, os homens precisavam consertar seus instrumentos de caça e pesca. Com o passar dos anos, aumentou-se a necessidade de aperfeiçoar as manutenções a fim de dar maior conforto e comodidade ao ser humano.

Após os avanços tecnológicos promovidos pela Revolução Industrial, as empresas passaram a investir mais intensamente nas formas de manter seus equipamentos, com o intuito de deixá-los com maior disponibilidade, aumentando a produção e reduzindo os gastos.

É possível perceber, que não importam quais destas modalidades sejam adotadas, a manutenção deixou de ser, nos últimos anos, simples atividade corretiva, assumindo a posição de elemento estratégico para sobrevivência da organização no mercado competitivo globalizado.

No intuito de atender às expectativas de produtividade da empresa, os equipamentos estão cada vez mais sofisticados, o que exige mão de obra qualificada tanto para a sua operação quanto para sua manutenção. A fim de facilitar a realização das manutenções necessárias para ampliar a vida útil de seus equipamentos, os fabricantes passaram a descrever aspectos gerais de manutenção preventivas que devem ser aplicadas, em seus manuais.

Entretanto, nem sempre as empresas levam em consideração as determinações do fabricante, não realizando as manutenções conforme determinações dos manuais de fabricação, permitindo-se, muitas vezes, que estes equipamentos quebrem, aplicando-se sobre eles manutenção corretiva, o que reduz a disponibilidade dos mesmos, assim como a produtividade da empresa, a exemplo do que ocorreu no estudo de caso desta pesquisa.

Diante destas situações, nasce a questão que vai nortear este estudo: o que pode ser feito para que sejam reduzidas as ocorrências de manutenção corretiva em empresas que possuem política voltada para manutenção preventiva?

Ressalta-se que o planejamento e controle da manutenção, mesmo quando não realizado por setor específico, deve ser tratado estrategicamente. As ações preventivas devem ser executadas de forma a disponibilizar os equipamentos por mais tempo para o processo produtivo da empresa, o que promove a qualidade dos produtos e serviços ofertados pelas mesmas.

A qualidade é outro elemento essencial para a sobrevivência da empresa no mercado competitivo. Para que sejam alcançadas, além de metodologias de gestão, existem ferramentas que auxiliam na identificação e análise de causas dos problemas que afligem empresas em geral, podendo ser citadas como tal: diagrama de Pareto e o diagrama de causa e efeito.

Desta forma, no que se refere a manutenções, as ferramentas da qualidade promovem estudos mais detalhados sobre suas ocorrências, auxiliando na otimização do processo de manutenção adotado.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Otimizar o plano de manutenção preventiva empregada em Pás Carregadeiras da Rodofenix Serviços e Transportes Ltda.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os procedimentos de manutenção atuais adotados pela empresa em estudo;
- Analisar as causas raízes determinantes de manutenção corretivas nas Pás Carregadeiras da empresa, em 2010;
- Propor novo plano de manutenção preventiva para Pás Carregadeiras da empresa.

1.2 Justificativa

Com a abertura do mercado mundial, em razão da globalização, as empresas perceberam que o simples corte de gastos ou redução das margens de lucro eram ações que não assegurariam sua sobrevivência. Diante disso, foi observada a necessidade de adoção de métodos estratégicos de gestão para todos os setores que compõe uma organização, incluindo, as áreas de manutenção.

Esta atuação estratégica não permite a aplicação recorrente de manutenções corretivas em equipamento essenciais ao processo de produção da empresa, justificando-se a elaboração de plano de manutenção preventiva que atue sobre todos os elementos do equipamento.

A justificativa para a realização desta pesquisa emerge na contribuição pratica que trará para outras organizações que se encontrem na mesma situação da empresa em estudo, viabilizando a otimização da manutenção preventiva por elas adotadas. Além disso, este estudo encontra justificativa na contribuição que o estudo do tema trará a profissionais e acadêmicos das áreas de atuação envolvidas.

1.3 Caracterização da Empresa

A Rodofenix Serviços e Transportes Ltda, situada na estrada do Porto Km 22, Povoado Jatobá, município da Barra dos Coqueiros, Estado de Sergipe, atua no ramo de transporte rodoviário de carga e está habilitada para operar em todo território nacional. Atualmente, tem duas sedes em Sergipe: Uma no município de Rosário do Catete, onde tem cerca de 40 funcionários e a outra, ambiente deste estudo, no Porto, no município de Barra dos Coqueiros, onde tem cerca de 20 colaboradores. Sua principal cliente é a empresa VALE. Para efetivação de suas atividades ela possui caminhões, pás carregadeiras e escavadeiras.

A RODOFENIX, nome fantasia da empresa em estudo, mantém infraestrutura necessária para alcançar a conformidade com os requisitos do serviço, incluindo: área de trabalho e instalações associadas; equipamentos, hardware e software utilizados no processo e serviços de apoio (suporte).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão tratados os termos e conceitos relacionados aos processos de produção e seu mapeamento, manutenção e as ferramentas da qualidade utilizadas neste estudo de caso.

2.1 História da Manutenção

A evolução da manutenção através dos anos está relacionada à produção. Assim quanto mais evoluído o sistema de produção mais avançada é a técnica de manutenção empregada (BRANCO FILHO, 2008).

De acordo com Pinto e Xavier (2010), a história da manutenção pode ser dividida em quatro gerações, como pode ser visualizada no Quadro 01. A primeira geração, situada no período anterior a Segunda Guerra Mundial, não possuía manutenção muito evoluída. Afinal, as máquinas eram superdimensionadas e a indústria pouco mecanizada.

A segunda Geração, iniciada na década de 50 e estendendo-se até 1975 inicia processo de evolução mais acentuada. A industrialização otimizou as linhas de produção e as constantes falhas dos equipamentos revelavam altos custos de manutenção corretiva e perdas na produção (SIQUEIRA, 2009).

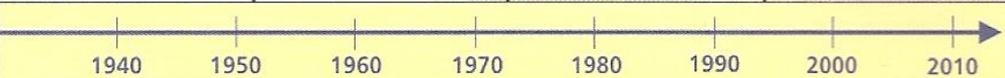
Como forma de trazer maior disponibilidade aos equipamentos, aperfeiçou-se a manutenção preventiva. Esta geração pode ser caracterizada pelo surgimento de grupos de manutenção, que, embora não apresentasse grande qualificação, realizavam o serviço de limpeza e lubrificação das máquinas (BRANCO FILHO, 2008).

Na terceira geração, iniciada na década de 70, houve imensa evolução das técnicas de manutenção, principalmente por causa das exigências de fábricas automobilísticas. Nesta geração, além do elemento disponibilidade, os aspectos relacionados com confiabilidade e vida útil do equipamento passaram a ser observados, fazendo surgir as primeiras técnicas de manutenção preditiva (SIQUEIRA, 2009).

Segundo Pinto e Xavier (2010), a quarta geração, que se verifica até os dias atuais, além da maior confiabilidade e disponibilidade, procura preservar o meio ambiente e influir nos resultados do processo produtivo.

De acordo com Branco Filho (2008), as máquinas sofisticadas, padrões otimizados e normas de controle mais rígidas fizeram as empresas contratar mão de obra mais especializada, fazendo surgir a figura do Engenheiro de Manutenção.

Quadro 01 – Evolução da manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos
Visão quanto à falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5
Mudança nas técnicas de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição • Manutenção Preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição • Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada • Análise de Falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de Manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida. • Contratação por resultados

Fonte: Pinto e Xavier (2010).

2.2 Manutenção: Disponibilidade e Produtividade

A manutenção tem relação estreita com a disponibilidade dos equipamentos e a produtividade da empresa, sendo necessários maiores esclarecimentos a cerca destes aspectos.

De acordo com Pinto e Xavier (2010), a disponibilidade tem relação com a capacidade do equipamento em realizar as atividades para que fossem fabricados durante intervalo de tempo determinado. A disponibilidade pode ser: inerente, técnica e operacional. A primeira leva em consideração somente o tempo de reparo; a segunda, também denominada de disponibilidade obtida ou encontrada, não considera os tempos adicionais da logística, esperas, atrasos, etc; e, a terceira representa o tempo real em que o equipamento permanece disponível para o processo produtivo.

Quanto a produtividade, Xenos (2004) menciona que pode ser definida como a capacidade que a organização tem de agregar valor, leva-se, para tanto, em consideração, a relação entre os insumos e os bens e serviços produzidos pela empresa.

Entendendo estes dois aspectos, o conceito e a missão da manutenção tem sua compreensão facilitada. De acordo com Souza (2009, p. 20), a manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Assim, a visão de que a manutenção se fundamenta somente em reparos já não pode mais ser considerada. Compartilhando deste pensamento, Pinto e Xavier (2010) dizem que missão da manutenção é garantir a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, atendendo às expectativas do processo produtivo em que estão inseridos, observando, ainda, a preservação do meio ambiente, os custos e a segurança operacional dos equipamentos.

Ressaltando tais aspectos, Souza (2009) menciona que os objetivos da manutenção estão relacionados com a promoção de melhoria na produção, redução dos tempos de parada, garantia de segurança na operação, maximização da vida útil do equipamento, entre outros.

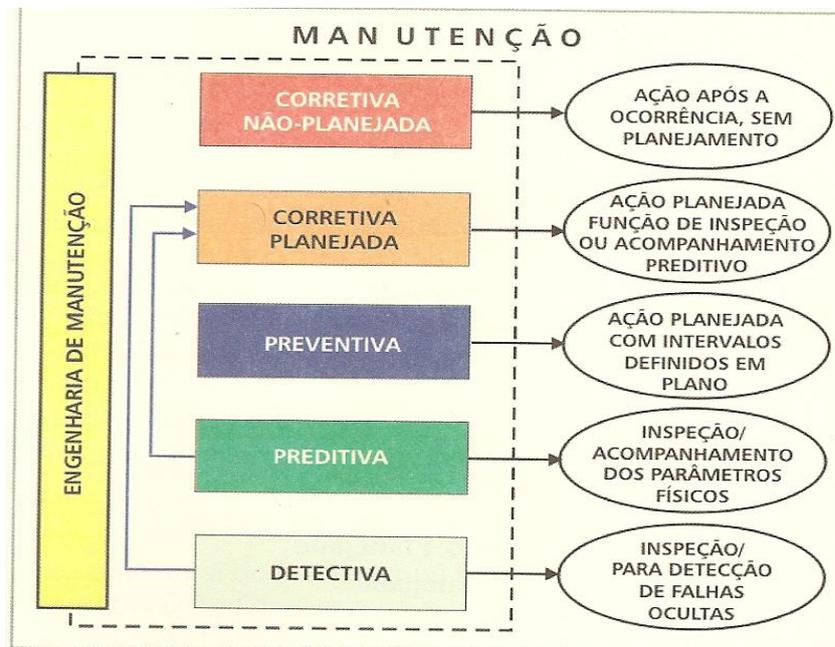
Siqueira (2009, p. 122) é mais conciso, apontando como objetivos da manutenção “prevenir modos de falhas; reduzir a taxa de deterioração; detectar a

evolução de falhas; descobrir falhas ocultas; suprir necessidades e consumíveis do processo; e, reparar o item após a falha”.

Assim, as atividades da manutenção abrangem mais aspectos do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos, realizando atividades relacionadas a melhorias do processo produtivo das empresas.

2.3 Tipos de Manutenção

Os principais tipos de manutenção são: corretiva, preventiva, preditiva, detectiva, como mostra a Figura 01.



Fonte: Pinto e Xavier (2010).

Figura 01 - Tipos de manutenção

Todos estes tipos de manutenção serão explicados nas seções subsequentes, observando-se, no entanto, a existência de um quinto tipo de manutenção: a autônoma.

2.3.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é caracterizada por sua ocorrência após a

existência de falha no equipamento. Este tipo de manutenção pode ser subdividida em: planejada ou não planejada.

De acordo com Pinto e Xavier (2010, p. 38 – 40), a manutenção é:

A atuação da correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. (...) não planejada é a correção da falha de maneira aleatória. (...) planejada é a correção de desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial.

É importante mencionar que esta técnica de manutenção gera informações necessárias para análise de desempenho e da repetição da falha. Embora a maior parte dos danos possa ser corrigida por simples intervenções, as correções mais complexas exigem mão de obra e ferramentas qualificadas para a sua execução (SOUZA, 2009).

A aplicação da manutenção corretiva como única opção de manutenção para a empresa pode levar a redução da vida útil dos equipamentos que a compõe, além de riscos operacionais, perdas na produção e elevação dos custos com manutenção a longo prazo (BRANCO FILHO, 2008).

Segundo Xenos (2004), embora a manutenção corretiva pareça vantajosa em relação a custos, no que se refere a produção, esta técnica se revela altamente prejudicial ao processo produtivo.

2.3.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva tem como objetivo prevenir a ocorrência de falha ou parada do equipamento, caracterizando-se por aplicação de periódica, podendo ou não interromper a produção, de forma planejada e programada (SOUZA, 2009).

Assim, segundo Xavier e Pinto (2010, p. 42), manutenção preventiva é “ a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

É importante mencionar que esta técnica deve avaliar previamente a vida útil de todos os componentes do equipamento, não devendo ser relegada a simples lubrificação dos componentes como era no passado. Na verdade, a implantação de

manutenção preventiva corresponde a atender expectativas relacionadas com a redução do envelhecimento ou degeneração dos equipamentos, melhorar a segurança operacional do mesmo, eliminar ou reduzir riscos de quebra, assim com o tempo de indisponibilidade dos equipamentos, entre outros (SOUZA, 2009).

Assim, de acordo ainda com Souza (2009), a manutenção preventiva abrange: inspeções periódicas, que podem ter por base as denominadas folhas de inspeção (planilha onde deve ser anotadas os resultados da inspeção); lubrificação de todos os seus componentes; calibração, aferições, verificações, regulagens e ajustes; limpeza; e, substituição periódica dos seus componentes.

Segundo Branco Filho (2008), a principal consequência da aplicação única desta técnica é financeira, porque ela pode ser muito cara. Entretanto, é facilitada pelos fabricantes que já inclui em seus manuais, a forma como a manutenção deve ser realizada.

Assim, a manutenção preventiva deve ser planejada e prevista, devendo ser baseada em planos definidos, denominados planos de manutenção.

2.3.2.1 plano de manutenção

Para que um plano de manutenção seja elaborado de forma adequado, deve-se buscar todas as informações disponíveis sobre o equipamento, observando-se que os atuais manuais dos equipamentos mais sofisticadas já apresentam dados referentes a manutenção de seus componentes (PEREIRA, 2009).

Ressalta-se que pode ser considerada uma atividade simples, quando as tarefas relativas a inspeções , reforma e troca do equipamento já são conhecidas, devendo se apresentar da forma mais detalhada possível (XENOS, 2004).

Para isso, uma ótima fonte de informação, além dos manuais acima mencionados, é o histórico de manutenções da empresa, no qual ficam registradas as últimas manutenções corretivas e preventivas nos equipamentos, bem como o mantenedor responsável por sua execução (PEREIRA, 2009).

De acordo com Nunes (2011, p. 21), as funções do Plano de Manutenção são:

- Pré-definir frequências de intervenções periódicas de manutenção e inspeção;

- Padronizar as tarefas em tais intervenções;
- Indicar necessidades de recursos de Mão-de-obra, materiais e equipamentos auxiliares para estas operações;
- Criar automaticamente Notas ou Ordens de Manutenção para as intervenções de acordo com parâmetros de programação previamente determinados.

Assim, independente do formato que adote, o aspecto fundamental a ser considerado é a necessidade de revisão periódica do plano de manutenção.

2.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva surgiu na década de 70, como evolução da manutenção preventiva. Entretanto, ela pode ser visualizada como a que indica as condições reais de funcionamento do equipamento, prevendo-se com grande antecedência a necessidade de substituição das mesmas.

Confirmando este pensamento, Pinto e Xavier (2010, p. 44 – 45) conceituam manutenção preditiva como:

A atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. (...) Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.

São muitas as técnicas empregadas para a execução de manutenção preditiva, tais como: ultrassom, análise de viabilidade, termografia e análise de óleos (PINTO E XAVIER, 2010).

Vale ressaltar que as vantagens de aplicação destas técnicas preditivas estão relacionadas com o aumento de disponibilidade dos equipamentos, redução de paradas e custos, aplicação da manutenção com o equipamento em funcionamento, otimização da confiabilidade e produtividade, entre outros (SOUZA, 2009).

2.3.4 Manutenção detectiva e manutenção autônoma

De acordo com Branco Filho (2008), a manutenção detectiva surgiu na

década de 90, sendo caracterizada pela permissão de detecção e correção das falhas, mantendo o sistema em operação. Além disso, Pinto e Xavier (2010, p. 47) a conceituam como “a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Já a manutenção autônoma é caracterizada pelo fato de os próprios operadores realizar as manutenções nos seus equipamentos, assumindo atribuições tanto de manutenção preventiva como de corretiva (PEREIRA, 2009).

Souza (2009) menciona que o objetivo da manutenção autônoma é eliminar as grandes perdas e elevar a eficácia dos equipamentos, promovendo o conhecimento necessário e técnico para que o operador do mesmo realize as manutenções necessárias. Essas manutenções devem ser baseadas nos manuais dos equipamentos e os próprios operadores desenvolvem *check list* de operações, lubrificações, apertos, limpezas, etc.

Diante de tudo que foi exposto, é possível perceber a grande evolução das técnicas de manutenção existentes no mercado. Observa-se, no entanto, que o desenvolvimento natural das mesmas é a engenharia de manutenção.

2.3.5 Engenharia de manutenção

Segundo Branco Filho (2008), a engenharia de manutenção surgiu entre as décadas de 50 e 60, com a necessidade de contratação de mão de obra altamente especializada, com nível superior, dando maior confiabilidade às ações e medidas tomadas na gestão da manutenção.

Pinto e Xavier (2010) classificam a engenharia de manutenção como uma quebra de paradigmas nesta área de atuação, sendo, na verdade o suporte técnico da manutenção que vai consolidar rotinas e implantar melhorias. O engenheiro de manutenção deve, assim, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, e segurança do equipamento, dando suporte a execução das manutenções e gerindo materiais.

Assim, pode-se constatar as inovações inerentes à Engenharia de Manutenção, tais como qualificação adequada para a tomada de decisões e planejamento de manutenções.

2.4 Qualidade

De acordo com Xenos (2004), o conceito de qualidade, do ponto de vista do cliente, leva em consideração três dimensões: qualidade intrínseca, custo e entrega. Do ponto de vista da empresa, as dimensões custo, moral e segurança são mais relevantes. Contudo, para a concretização da qualidade total, as cinco dimensões devem ser observadas, pois todas estas afetam as diversas pessoas que interagem no processo produtivo, como mostra o Quadro 02.

Quadro 02 – Dimensões da qualidade e como afetam as pessoas do processo produtivo.

PESSOAS ATINGIDAS	Cliente	Acionistas	Empregados
DIMENSÕES DA QUALIDADE			
Qualidade do produto ou serviço	Produtos confiáveis, duráveis, de boa qualidade, bom acabamento, fácil operação	—	—
Custo/Preço	Preço satisfatório que permite obter o máximo valor pelo dinheiro	Maior produtividade e lucro, viabilizando o negócio da empresa	Melhor remuneração e mais empregos
Entrega	Produtos ou serviços disponíveis, entregues no prazo, na quantidade e no local certo.	Desenvolvimento de novos produtos e estoques adequados	—
Moral	—	—	Remuneração adequada, oportunidades de crescimento, bom ambiente de trabalho.
Segurança	Produtos ou serviços seguros e que não causem acidentes	—	Ambiente de trabalho seguro

Fonte: Xenos (2004)

Diante disso, para alcançar a qualidade total, as empresas devem atender a dois planos: plano interno e plano externo. O primeiro se refere a adequação dos elementos que compõe o processo produtivo para se oferecer aos colaboradores as melhores condições de operação. O segundo está relacionado a proteção do meio ambiente, o compromisso social e atendimento às expectativas dos clientes (PALADINI, 1997).

Diante do exposto, é possível se concluir que qualidade é o conjunto de ações que visam atender perfeitamente às necessidades da clientela, respeitando-se as normas protetivas do meio ambiente, segurança do trabalho e às normas morais da comunidade onde a empresa está inserida.

2.5 Ferramentas da Qualidade

Existem ferramentas que podem auxiliar para a implantação da qualidade total na empresa. De acordo com Paladini (1997, p. 66), as ferramentas da qualidade são “dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da qualidade total”.

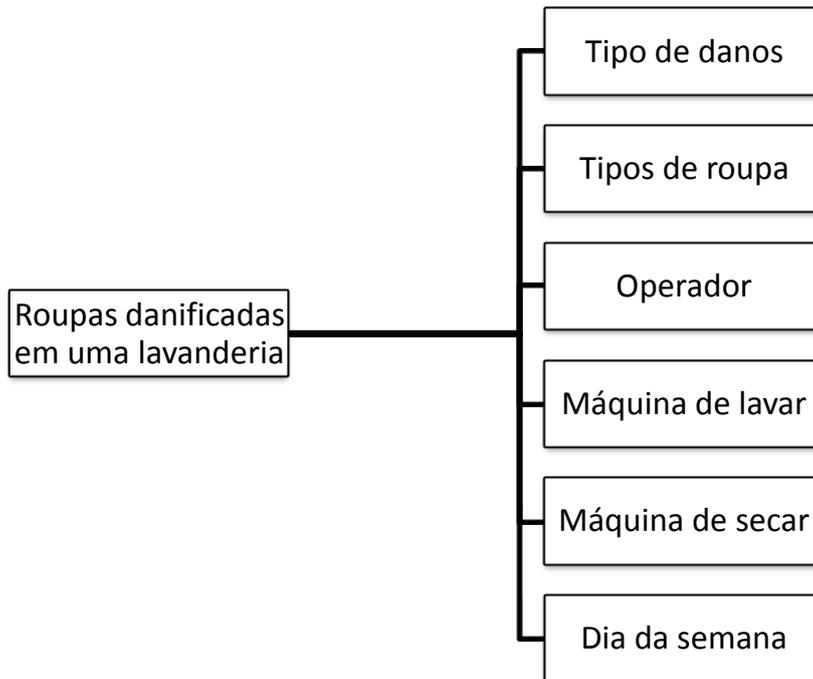
Segundo Xenos (2004), são sete as ferramentas da qualidade: Estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, diagrama de dispersão e gráficos de controle. Entretanto, para essa pesquisa interessa somente o estudo mais detalhado de algumas delas.

2.5.1 Estratificação

A estratificação é a divisão de um problema em camadas, analisando-se, para tanto, o processo em que o mesmo está inserido. Segundo Wekema (1995, p. 42), a estratificação “consiste no agrupamento de informações (dados) sob vários pontos de vista, de modo a focalizar a ação”.

Vários fatores podem ser considerados para efeito de estratificação. O exemplo visualizado na Figura 02, mostra um modelo de estratificação no qual o problema de roupas danificadas em uma lavanderia pode ser dividido em razão dos tipos de danos, tipos de roupas, operador, máquina de lavar, máquina de secar e dia da semana. Observa-se, assim, que o problema pode ser dividido de diversas formas.

Figura 02 – modelo de árvore de estratificação



Fonte: Werkema (1995)

Campos (2004 a) menciona que a estratificação deve ser realizada de forma participativa, ou seja, deve conter informações de fontes importantes, tais como sistemas, colaboradores, etc.

2.5.2 Gráfico de Pareto

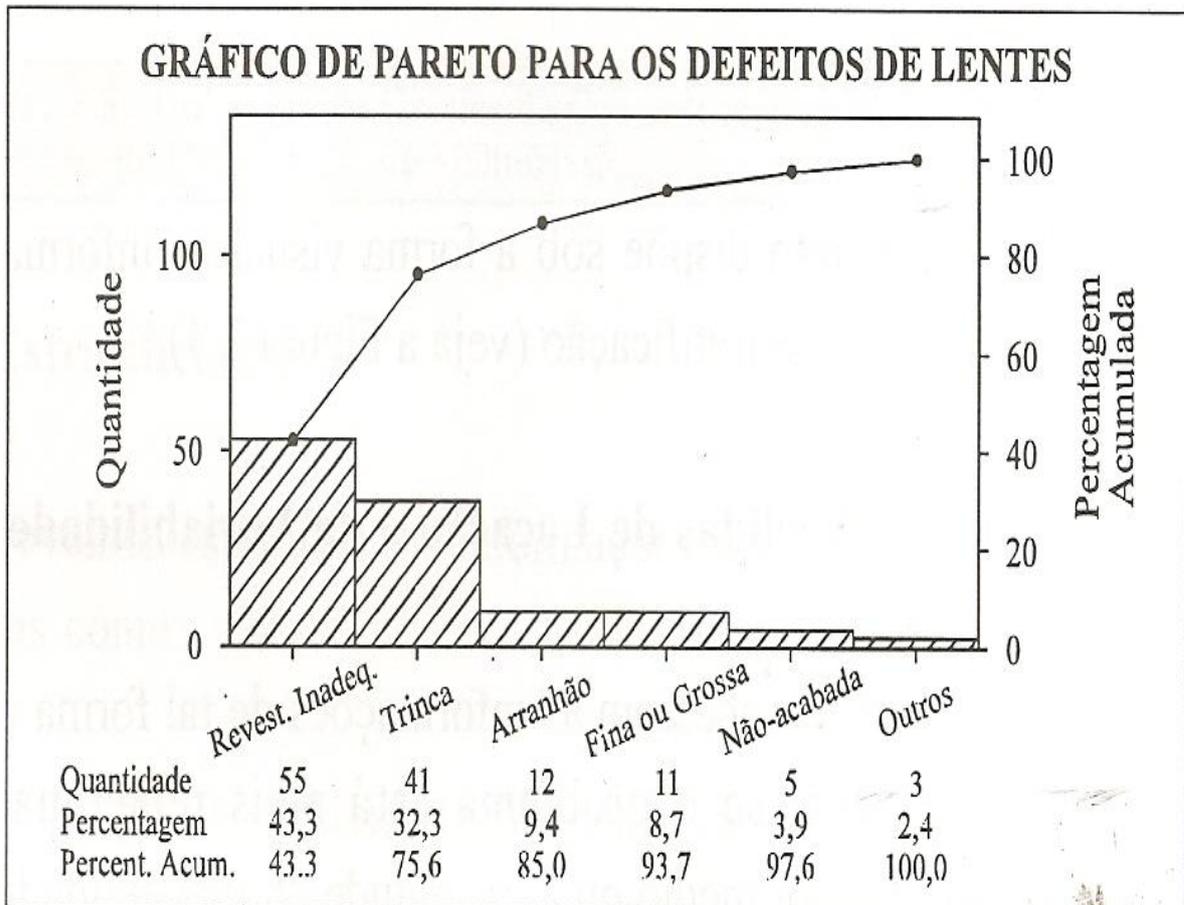
O gráfico de Pareto é, na verdade, uma representação gráfica da estratificação, que seguida da coleta de dados permitem priorizar quantitativamente as causas do problema mais importantes (CAMPOS, 2004 a).

Segundo Werkema (1995, p. 63), o gráfico de Pareto é

Um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornas evidente e visual a priorização dos temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas.

A construção de uma Gráfico de Pareto compreende a classificação das informações disponíveis, expondo-as em um gráfico conforme escala de medida em ordem decrescente de prioridade, como mostra a Figura 03.

Figura 03 – Modelo de gráfico de Pareto



Fonte: Werkema (1995)

2.5.3 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, criado em 1943 por Ishikawa, também é conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Espinha de peixe, tratando-se de instrumento voltado para análise dos processos produtivos, conforme sistema 6M: meio ambiente, máquina, método, matéria prima, mão de obra e medidas (PALADINI, 1997).

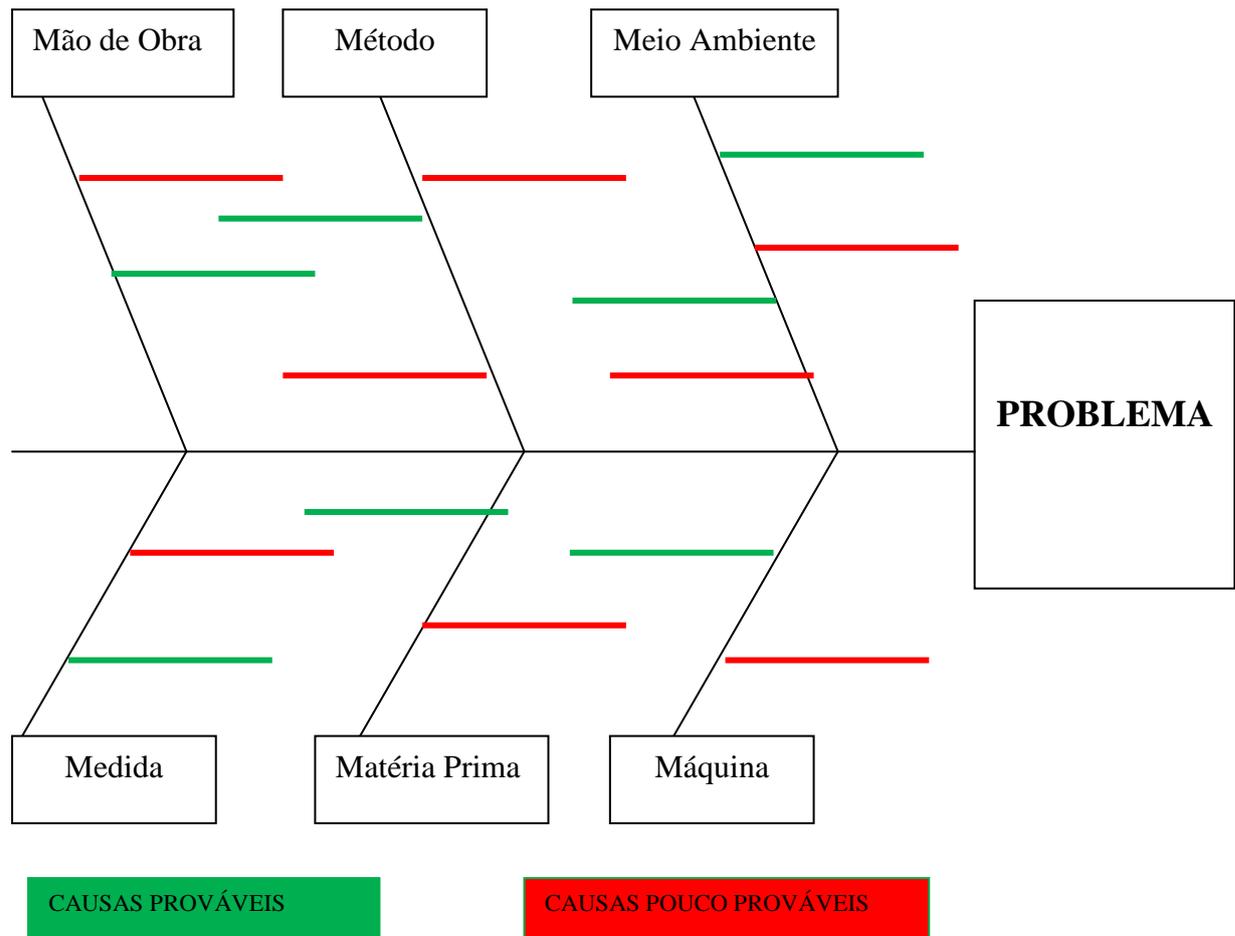
De acordo com Werkema (1995, p. 63), o diagrama de causa e efeito é:

Utilizado para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. É empregado nas sessões de brainstorming realizadas nos trabalhos em grupo.

Campos (2004 a) define brainstorming (tempestade de idéias) como uma

reunião de pessoas que, envolvidas no processo, apontam causas prováveis ou não do problema e indicam ações que possam bloqueá-las.

Segundo Campos (2004 b), durante a elaboração do diagrama de causa e efeito deve se registrar o maior volume de dados relacionados às causas, estabelecendo-se a relação entre a causa e o efeito. Posteriormente, estas causas devem ser classificadas como: prováveis ou pouco prováveis, como mostra a Figura 04.



Fonte: Werkema (1995)

Figura 04 – Modelo de Diagrama de Causa e Efeito

Estas causas devem ser reduzidas, através do julgamento de cada uma delas e eliminando as que não forem comprovadas. Esta análise pode ser realizada de diversas formas, tais como: registros do sistema, visualização direta, aplicação de questionários, etc (CAMPOS, 2004 a).

Este diagrama, além de expor as causas conforme seus efeitos (sistema 6M), auxilia na análise das mesmas.

Diante das informações expostas ao longo deste capítulo, fica evidente que as técnicas de manutenção devem ser adotadas conforme o processo produtivo em que os equipamentos estão inseridos. Quando a técnica empregada apresenta problema, as ferramentas da qualidade vão auxiliar na descoberta das causas de sua ocorrência, facilitando a percepção das ações bloqueadoras que devem ser executadas para a otimização do processo estudado.

3 METODOLOGIA

3.1 Método

De acordo com Lakatos e Marconi (2006, p. 83), método “é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros –, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Batista (2010, p. 10) diz que o método aplicado à realização de uma pesquisa pode ser classificado: quanto aos meios (bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso), quanto aos objetivos (explanatória, explicativa e descritiva) e quanto a abordagem (qualitativa, quantitativa ou qualiquantitativa).

Diante disto, esta pesquisa pode ser classificada:

- Quanto aos meios: bibliográfica, pois é embasada em diversos livros, artigos e outras publicações que tratam da manutenção, processos e qualidade; documental, porque parte dos dados coletados tem origem em documentos da empresa em análise; de campo, porque a análise de muitos dados somente foi possível através de observações diretas a cerca dos processos de manutenção corretiva e preventivas adotadas pela empresa.

- Quanto aos objetivos: Explanatória, pois objetiva tornar explícita as causas das manutenções corretivas ocorridas em 2010, analisando-as e apresentando soluções executáveis; Descritiva, porque descreve os processos de manutenção corretiva e preventiva da empresa; e, explicativa, pois busca identificar os fatores que levaram a ocorrência dos altos índices de manutenções corretivas ocorridas em 2010.

- Quanto a abordagem é qualiquantitativa, pois se fundamenta em dados mensuráveis como o número de ocorrências, interpretando-os e compreendendo-os através de outros dados levantados e da comparação com fundamentação teórica apresentada.

3.2 Ambiente de Estudo

O universo do estudo é todo o complexo de manutenção da empresa em estudo, entretanto, a amostra se limita às manutenções realizadas no Terminal Marítimo Inácio Barbosa, no município de Barra dos Coqueiros, em Sergipe.

3.3 Coleta de Dados

Os dados foram coletados nas ordens de serviço e relatórios técnicos emitidos pelo mantenedor da empresa e a partir da observação direta de todo o processo de manutenção realizado na mesma e da realização de brainstorming entre mantenedor, pesquisadora e operadores de máquina do turno 01.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A empresa em estudo realiza transporte de cargas para Vale, tanto na cidade de Rosário do Catete como no Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB), denominado Porto de Sergipe, situado no município de Barra dos Coqueiros. Em 2010, nesta última filial, foi identificado um alto índice de parada de produção em razão de quebras de maquinário denominado Pás Carregadeiras.

Diante deste elevado número de ocorrências de quebra, este estudo vai analisar os procedimentos operacionais de manutenção corretiva e preventiva adotados pela empresa, para depois identificar e analisar as causas de manutenção corretiva e, ao fim, propor novo plano de manutenção preventiva para tal equipamento.

4.1 Avaliação dos Procedimentos de Manutenção Atuais da Empresa

A empresa em análise não possui setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), sendo todo o processo de manutenção, inclusive controle de estoque de peças, realizada pelo mantenedor. No TMIB, existe um único mecânico, que é responsável pela manutenção de 05 Pás Carregadeiras e 02 Escavadeiras.

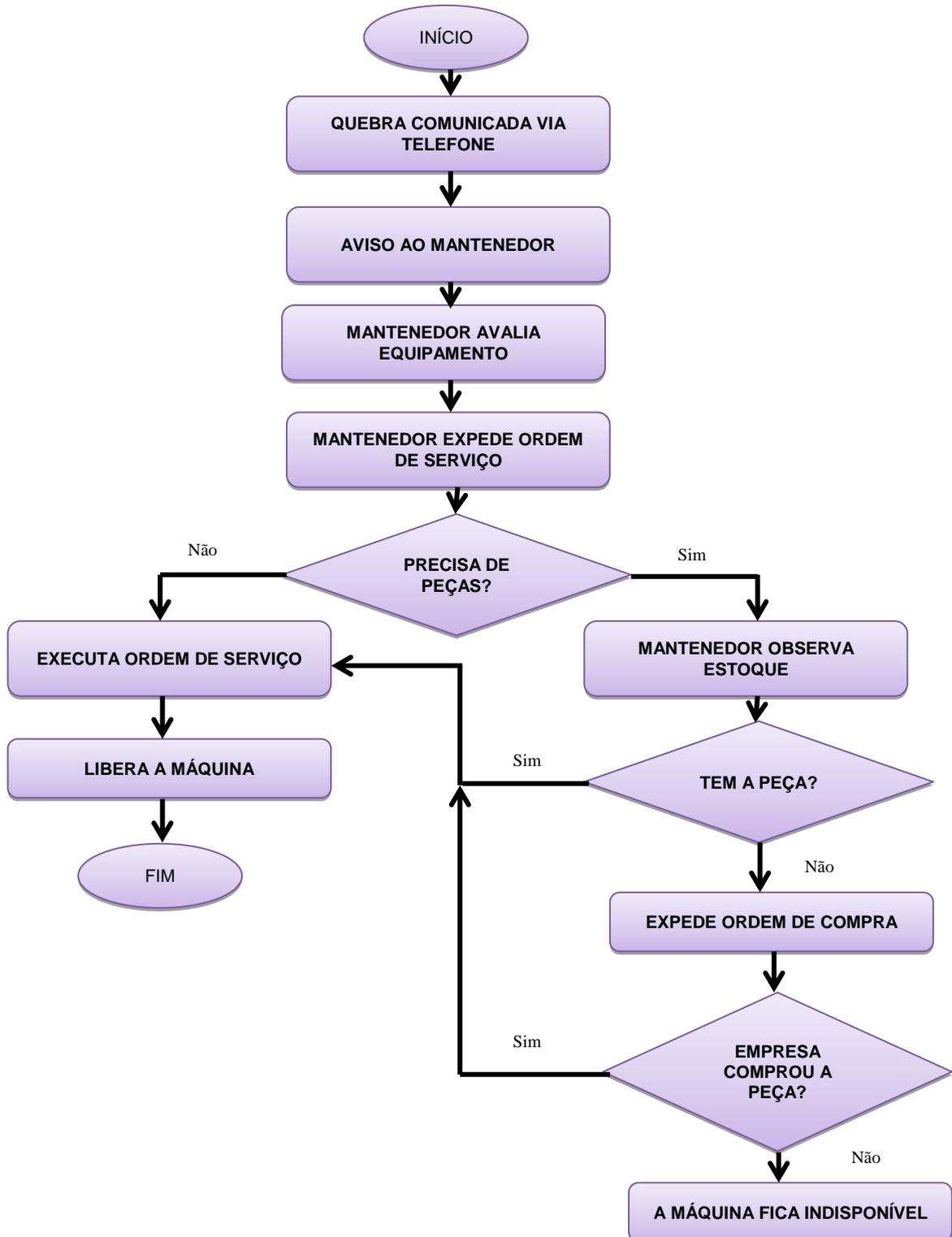
Embora a política da empresa determine a aplicação de manutenção preventiva, o elevado número de manutenções corretivas observadas em 2010, implica na evidente percepção de adoção da empresa por este tipo de manutenção, cabendo, assim, a descrição dos procedimentos inerentes a este processo corretivo.

4.1.1 Manutenção corretiva

Os procedimentos de manutenção corretiva da empresa em estudo podem ser observados na Figura 05. Ocorrendo a quebra do equipamento, o operador do mesmo, via telefone, informa ao mantenedor da ocorrência. Este se dirige ao local onde o equipamento se encontra, realizando avaliação do mesmo.

Feita esta avaliação, o mantenedor expede Ordem de Serviço (OS) que deve conter o motivo da quebra, as peças necessárias para a realização da manutenção e tempo em que o equipamento deve ficar indisponível para corretiva.

Figura 05 – Procedimentos da manutenção corretiva da empresa em estudo



Se não houver necessidade de peças, a ordem de serviço é imediatamente executada, liberando-se o equipamento. Caso haja necessidade de peças, o próprio mantenedor vai ao estoque verificar sua existência ou não. Caso tenha a mesma no estoque, ele retira a peça e executa a ordem de serviço, liberando o equipamento.

Caso não haja a peça no estoque, o próprio mantenedor expede ordem de compra. Enquanto isso, o equipamento fica indisponível. Se a empresa comprar a peça, executa-se a ordem de serviço, liberando o equipamento, caso contrário, o equipamento permanece indisponível até que a ordem de compra se efetive.

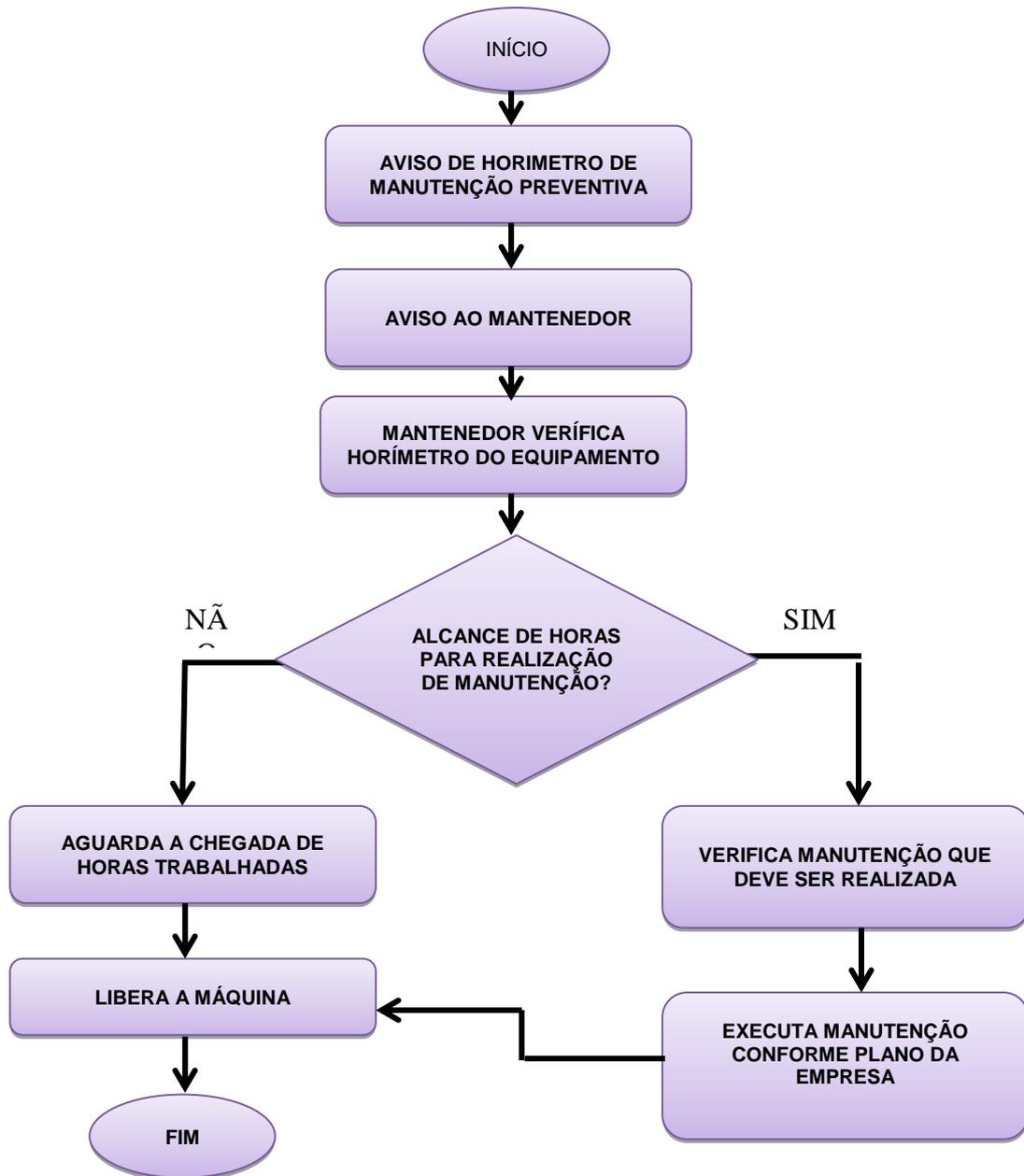
Ressalta-se que todas as ordens de serviços são manuais e somente o mantenedor tem acesso ao controle que ele faz. Além disso, não existe gestor de manutenção, deixando-se toda a parte de planejamento e execução da manutenção sob a responsabilidade de um único mantenedor.

Observa-se, ainda, que o próprio mantenedor é que realiza as atividades de almoxarife de peças de reposição, acarretando em sobrecarga das funções do mantenedor.

4.1.2 Manutenção preventiva

Os procedimentos de manutenção preventiva da empresa em estudo podem ser observados na Figura 4.2. Ressalta-se que a manutenção preventiva dos equipamentos em análise é realizada conforme horas de trabalho, observando-se para isso, o horímetro do equipamento. Este horímetro é o equipamento que mede as horas que a máquina trabalha.

Figura 06 – Procedimentos da manutenção preventiva da empresa em estudo



Fonte: Empresa em estudo (2008)

Assim, o operador do equipamento, ao observar no adesivo colocado no mesmo que as horas de manutenção preventiva foram atingidas, liga para o mantenedor, avisando-o. O mantenedor vai ao equipamento e verifica o alcance de horas para a realização de manutenção.

Se houve alcance de horas determinadas no plano de manutenção, o mantenedor verifica que manutenção deve ser realizada, executando-a e liberando a máquina. Caso não tenha sido atingidas as horas programadas, libera-se a máquina

e aguarda a chegada no horímetro.

Como pode ser visualizada no plano de manutenção, representado na Figura 07, a manutenção preventiva desta empresa se limita a lubrificação do equipamento, lavagem, calibragem do pneu e troca de filtros.

Figura 07 – Plano de manutenção preventivo adotado pela empresa.

		PLANO DE MANUTENÇÃO																			
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100px;">TAG:</td> <td>PC 01 a 05</td> </tr> <tr> <td>MODELO:</td> <td>WA 200 - KOMATSU</td> </tr> </table>																TAG:	PC 01 a 05	MODELO:	WA 200 - KOMATSU
TAG:	PC 01 a 05																				
MODELO:	WA 200 - KOMATSU																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100px;">DATA:</td> <td>11/01/10</td> </tr> <tr> <td>FOLHA:</td> <td>01/01</td> </tr> </table>																DATA:	11/01/10	FOLHA:	01/01
DATA:	11/01/10																				
FOLHA:	01/01																				
ITENS	HORAS	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250			
	Trocar o pré-filtro de combustível		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Trocar o filtro de combustível		x	x		x		x		x		x		x		x		x				
Trocar o filtros de óleo do motor			x		x		x		x		x		x		x		x				
Calibragem de pneu		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Lavagem		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Lubrificar geral (23 pontos)			x		x		x		x		x		x		x		x				
Trocar o filtro de respiro do sistema hidráulico					x				x				x				x				
Troca o filtro do torque					x				x				x				x				
Troca o filtro de água									x								x				

Fonte: Empresa em estudo (2011)

Desta forma, a lubrificação, lavagem e calibragem dos pneus deveriam ser realizadas a cada 250 horas de trabalho do equipamento. No que se refere a lubrificação, esta é realizada em 23 pontos. Quanto à substituição de filtros, os de combustível são trocados a cada 250 horas, os filtros hidráulicos a cada 500 horas, os filtros do torque a cada 1000 horas e os filtros de água a cada 2000 horas de trabalho do equipamento.

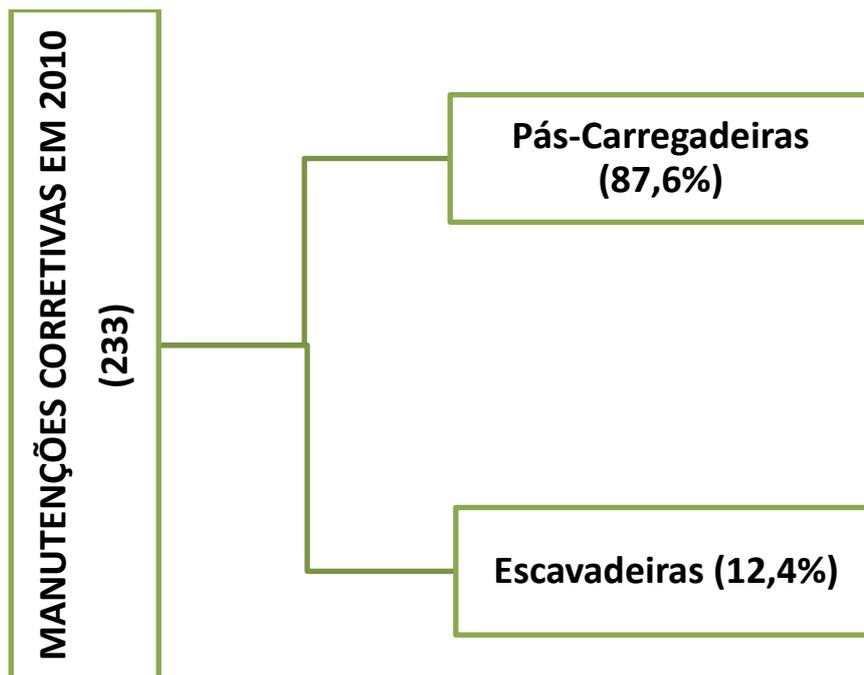
Foi observado, ainda, que o controle da manutenção preventiva não é realizado adequadamente. O mantenedor delega o controle do horímetro aos operadores das máquinas, entretanto, estes não são treinados para o correto acompanhamento da manutenção. Desta forma, muitas vezes, quando o operador lembra-se de avisar a chegada do momento da manutenção preventiva, a quantidade de horas planejadas já haviam sido ultrapassadas.

4.2 Identificação de Causas de Manutenção Corretiva nas Pás-Carregadeiras

Como mencionado anteriormente, em 2010, houve um alto índice de ocorrências de manutenções corretivas nos equipamentos da empresa em estudo que trabalham no TMIB, verificando-se um registro mais nas Pás Carregadeiras, como mostra a estratificação, representada na Figura 08.

Assim, das 233 manutenções corretivas ocorridas em 2010 nas máquinas que trabalham no TMIB, 204 ocorreram em Pás- Carregadeiras, representando 87,4% dos registros e somente 29 nas Escavadeiras, o que representa 12,4% dos registros de manutenções corretivas. Como o índice de corretivas em pás carregadeiras foi muito maior que o de escavadeiras, foi realizado estudo somente sobre as ocorrências de quebra nestes equipamentos.

Figura 08 – Árvore de estratificação das manutenções corretivas em 2010

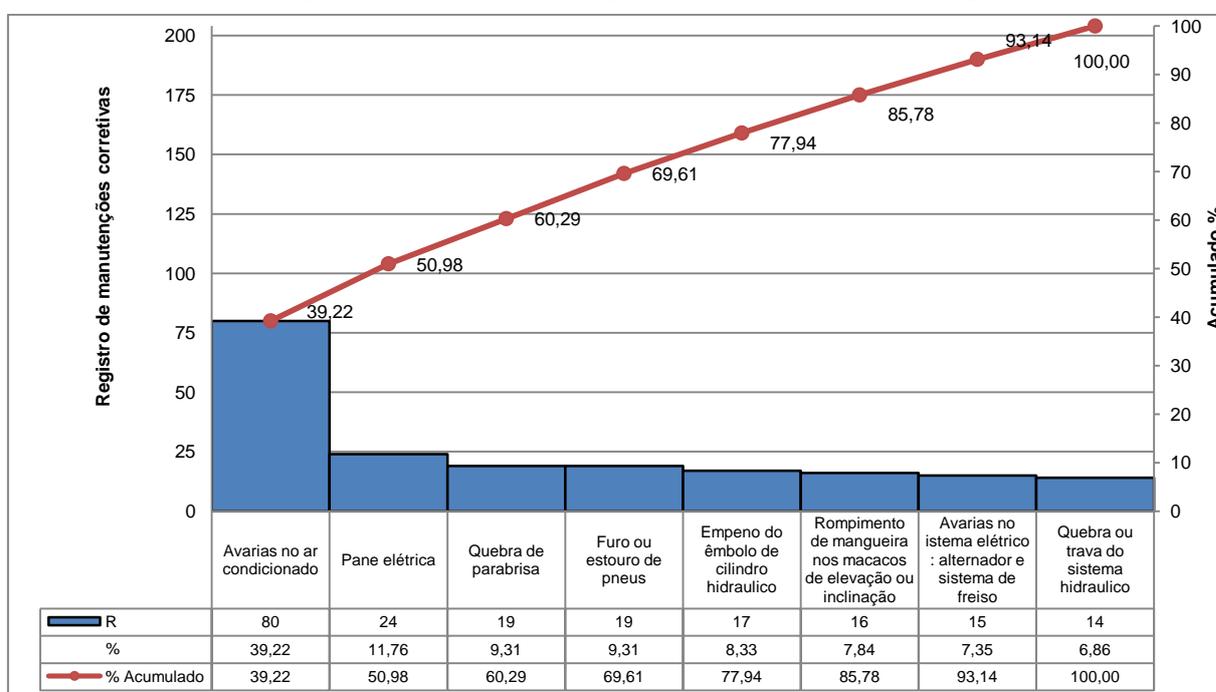


Fonte: Autor da Pesquisa

O primeiro passo para a identificação das causas determinantes de manutenções corretivas nas pás carregadeiras foi a análise das ordens de serviço executadas em 2010. Feita esta análise, foram elaborados Diagramas de Pareto em função do tipo de quebras e do turno em que ocorreram, a fim de que, posteriormente, priorizassem-se tais causas na elaboração de ações de bloqueio.

Assim, como mostra o Gráfico 01, existem sete causas determinantes de manutenção registradas nas mencionadas ordens de serviço. Como pode se perceber o maior índice de corretivas concentra-se em avarias no ar condicionado (39,22%), seguindo-se de pane elétrica (11,76%), quebra de parabrisa (9,31%), furo ou estouro de pneus (9,31%), empeno de êmbolo do cilindro hidráulico (8,33%), rompimento de mangueira nos macacos de elevação ou inclinação (7,84%), avarias no sistema elétrico: alternador e sistema de freios (7,35%) e quebra ou trava do sistema hidráulico (6,86%). Estas ocorrências provavelmente tem razão na falta de manutenção adequada no equipamento todo.

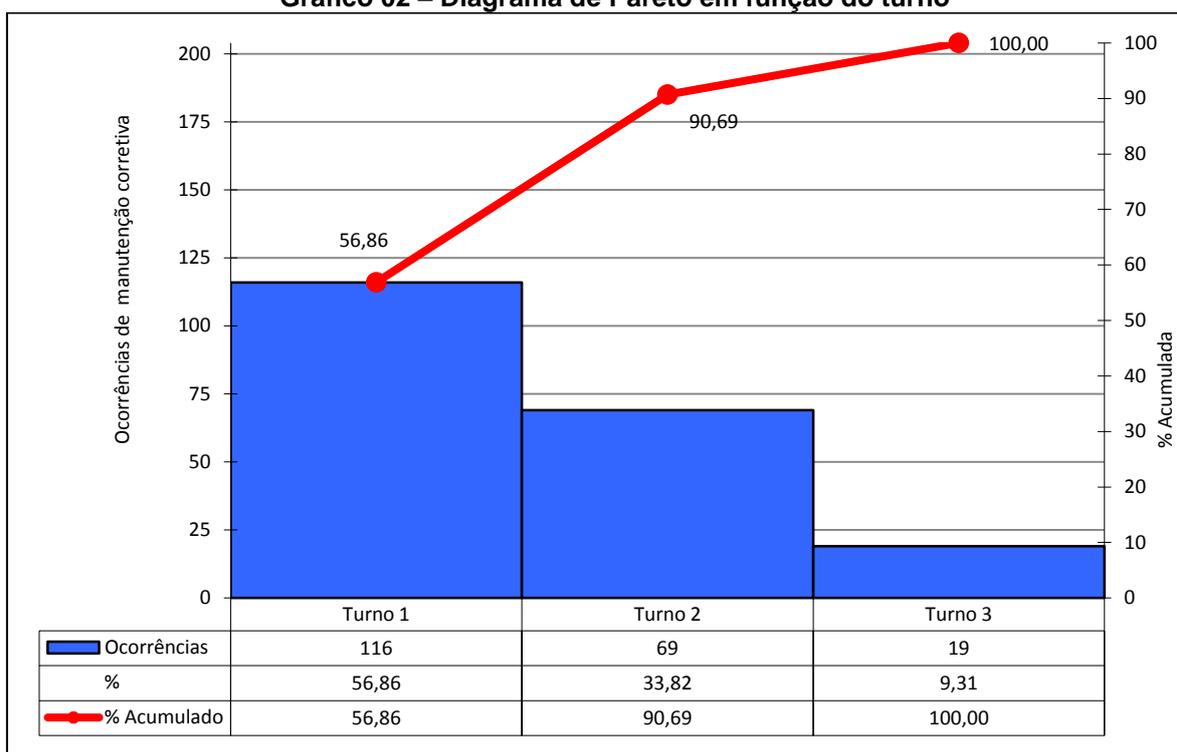
Gráfico 01 – Diagrama de Pareto em função das causas de manutenção corretiva



Fonte: Autor da Pesquisa

Realizada a quantificação quanto a causa de manutenção corretiva, passou-se a observação da mesma em função do turno em que foram realizadas. Deve ser mencionado, ainda, que a empresa funciona em três turnos: o turno 1 compreende o período entre 7:00 h as 15:00 h; Turno 2 funciona entre as 15:00 hs e as 23:00 h; e, o Turno 3 que trabalho das 23:00 h às 7:00 h. Assim, como mostra o Gráfico 02, as quebras que provocaram as manutenções corretivas registradas em 2010, ocorreram mais no turno 1 (56,86%), seguida do turno 2 (33,82%) e do turno 3 (9,31%).

Gráfico 02 – Diagrama de Pareto em função do turno



Fonte: Autor da Pesquisa

É importante mencionar que este índice de quebras é maior no turno 1, provavelmente em razão de ser o período de maior movimentação portuária, ou seja, o horário em que as atividades da empresa em análise são realizadas mais intensamente.

Diante destas observações é possível se determinar que no lançamento de ações que bloqueiem as causas de corretivas, devem ser priorizadas causas raízes das avarias de ar condicionado e as causas de quebras que ocorrem no turno 01. Considera-se causas raízes as que as determinantes das manutenções corretivas em 2010.

4.3 Análise de Causas Raízes Determinantes das Manutenções nas Pás Carregadeiras

Como foram evidenciadas oito causas de manutenção corretivas em Pás Carregadeiras, para facilitar a análise de suas causas raízes. Nesta etapa do estudo foi realizada em subseções, conforme causa de corretiva apresentada

anteriormente. Em segunda fase de análise, todas as causas serão expostas em um diagrama de causa e efeito, observando-se, assim, que ações devem ser executadas para bloqueio das mesmas.

Ressalte-se que, para esta identificação das prováveis causas raízes foi realizada com auxílio do mantenedor e dos operadores dos equipamentos, que, em *brainstorming*, apontaram seis causas raízes para as determinantes de manutenção corretivas de 2010, todas apresentadas no Quadro 03.

Quadro 03 – Causas raízes das determinantes de manutenção corretiva apontadas pelos participantes

ITEM	Causas
01	Falta de manutenção preventiva que abranja todo o equipamento
02	Peças de reposição similares e não originais
03	Mau uso por parte do operador
04	Equipamentos velhos
05	Falta de procedimento padrão para a realização das manutenções
06	Passou da época de fazer a manutenção preventiva programada

Fonte: Autor da pesquisa

Estas causas foram classificadas em prováveis e pouco prováveis, sendo expostas no Quadro 04, onde foram consideradas conforme sistema 6M.

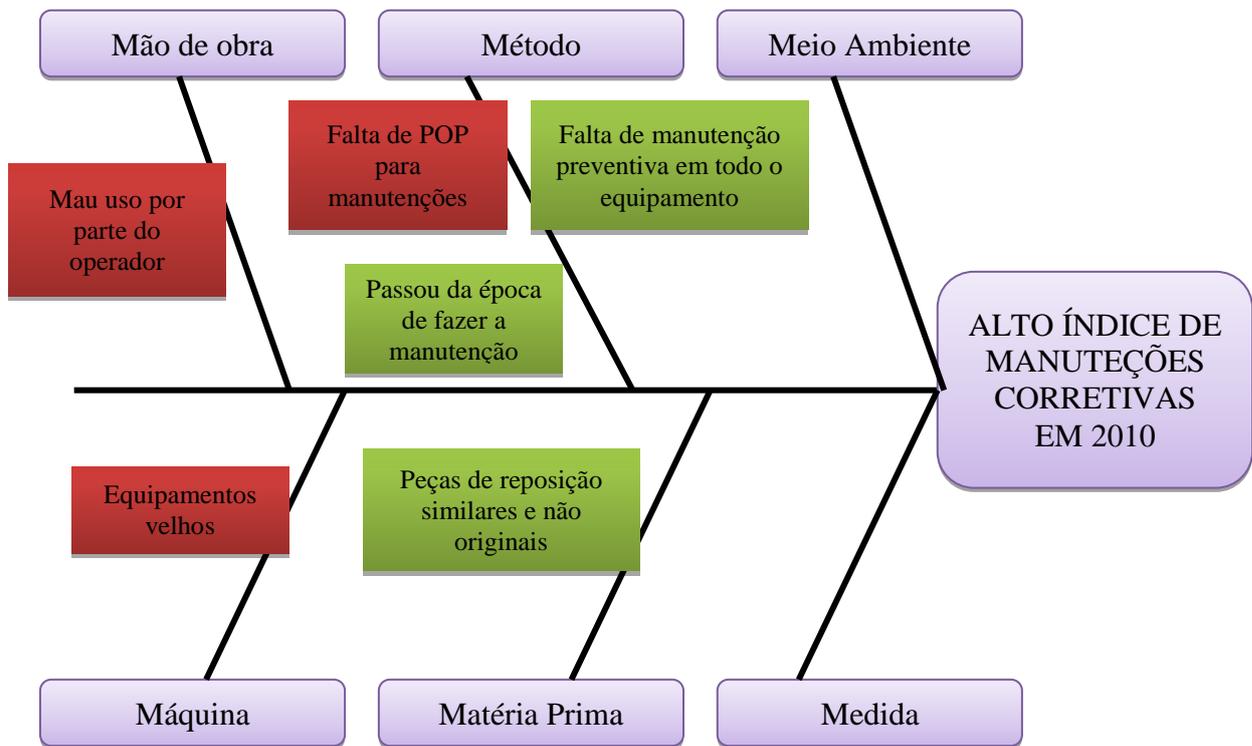
Quadro 04 – Classificação das causas raízes conforme sistema 6M

ITEM	Causas	Classificação
01	Falta de manutenção preventiva que abranja todo o equipamento (MT)	Provável
02	Peças de reposição similares e não originais (MP)	Provável
03	Mau uso por parte do operador (MO)	Pouco Provável
04	Equipamentos velhos (MQ)	Pouco Provável
05	Falta de procedimento padrão para a realização das manutenções (MT)	Pouco Provável
06	Passou da época de fazer a manutenção preventiva programada, por falta de método de controle (MT)	Provável
LEGENDA: MO (mão de obra); MT (Método); MA (Meio Ambiente); MP (Matéria Prima); MD (Medida); MQ (Máquina)		

Fonte: Autor da pesquisa

Estas causas foram expostas no diagrama de causa e efeito visualizado na Figura 09, observando-se maior incidência de causas classificadas como método, embora apresente-se 50% de causas prováveis e 50% de não prováveis.

Figura 09 – Diagrama de causa e efeito das causas raízes das determinantes de manutenção corretiva.



Fonte: Autor da Pesquisa

As causas pouco prováveis foram desconsideradas, uma vez que os colaboradores são efetivamente treinados para o manuseio das pás carregadeiras, existe procedimento operacional de manutenção adotado pela empresa e os equipamentos têm menos de 07 anos de compra, sendo considerados relativamente novos em razão de sua vida útil.

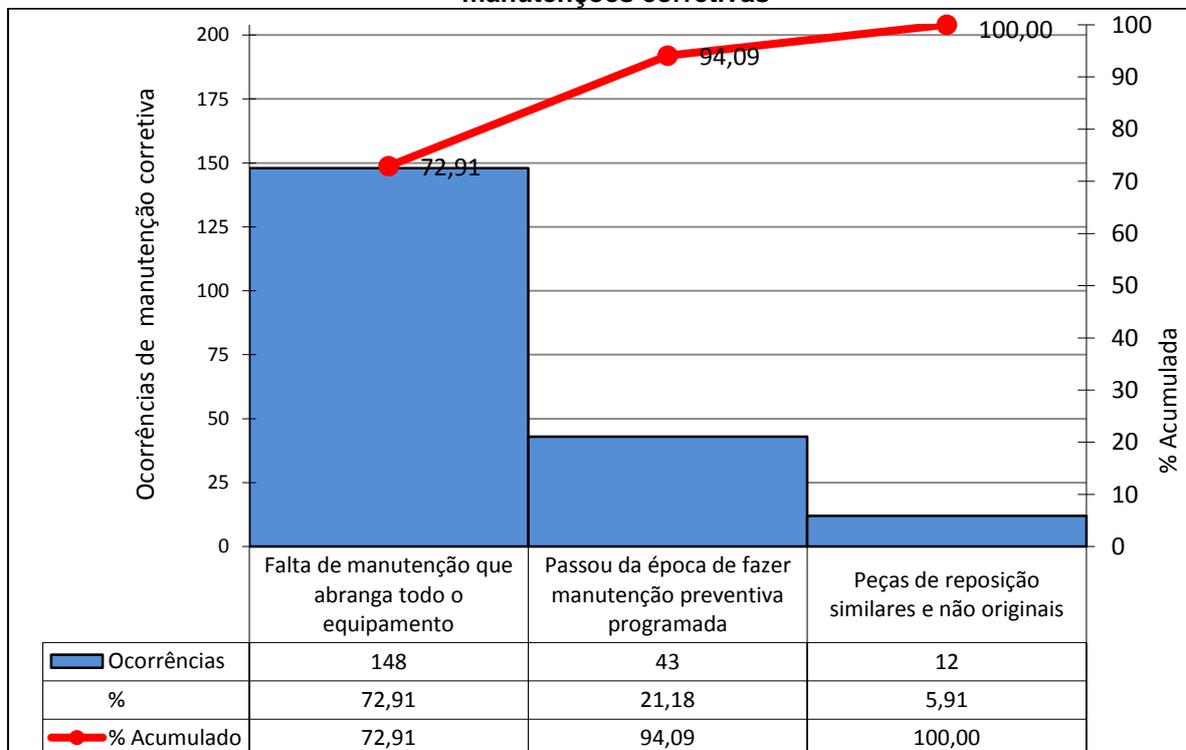
Ao serem analisados os relatórios técnicos que acompanham as Ordens de Serviço, foi possível comprovar que a manutenção preventiva da empresa em estudo somente abrange a lubrificação e lavagem das Pás Carregadeiras, assim como a calibração dos pneus e substituição de filtros. Assim, os outros componentes do equipamento permanecem sem manutenção até a ocorrência da manutenção corretiva. Além disso, foi observada a compra de peças de substituição similares e não de peças originais, o que reduz o tempo de vida das mesmas em relação ao

equipamento.

Através da observação dos procedimentos operacionais de manutenção adotados pela empresa e do trabalho de campo realizado pelo mantenedor e operadores, comprovou-se que a manutenção preventiva não é realizada conforme programado, uma vez que o controle é realizado pelo operador da máquina que avisa o mantenedor ou não sobre tempo de execução da manutenção corretiva conforme aviso de horímetro adesivado no para brisa do equipamento.

Após estas análises, as causas comprovadas foram quantificadas através de Diagramas de Pareto, como mostra o Gráfico 03, a fim de se determinar qual delas deveria ser priorizada na elaboração de ações de bloqueio. Assim, a falta de manutenção que abranja todo o equipamento é a causa que apresenta maior índice de ocorrências (72,91%), seguido tempo ultrapassado para ocorrência de manutenção preventiva (21,18%) e de peças de reposição similares e não originais (5,91%), sendo, portanto, priorizada a falta de manutenção que abranja todo o equipamento

Gráfico 03 – Diagrama de Pareto em função das causas raízes determinantes das manutenções corretivas



Fonte: Autor da Pesquisa

Ressalta-se que os registros de falta de manutenção que abranja todo o

equipamento foram alcançados através do estudo das Ordens de Serviço, nas quais se verificou que das 204 manutenções corretivas que ocorreram 148 se referiam a manutenções que não são abrangidas pelo sistema de manutenção da empresa, como mostra o Quadro 05.

Quadro 05 – Causas determinantes de manutenções corretivas fora do plano de manutenção da empresa em estudo

CAUSAS DETERMINANTES DE MANUTENÇÃO CORRETIVA	ITEM	CAUSAS RAÍZES DE QUEBRA
Avarias no Ar Condicionado	01	Vazamento de gás
	02	Desgaste da escova (hélice do ventilador)
	03	Desgaste do carvão
	04	Corrosão na fiação dos conectores da parte elétrica
	05	Parada de funcionamento do ventilador
	06	Parada do compressor
	07	Alta pressão na mangueira e a mesma estoura
	08	Furo no condensador
Pane Elétrica	09	Desgaste no impulsor de partida (bendix)
	10	Parada do solenoide
	11	Queima do rotor e estator
	12	Rompimento das escovas
Quebra de Para-brisa	13	Quebra do material
	14	Para brisa rachado
	15	Pedras que voam no caminho
Furo ou Estouro do Pneu	16	Perfuração por material pontiagudo
	17	Desgaste do pneu
	18	Pneu recauchutado
Empeno do Êmbolo do Cilindro Hidráulico	19	Pancada na concha
	20	Desgaste nos anéis do retentor
	21	Peso fora da capacidade
Rompimento da Mangueira nos Macacos de Elevação e Inclinação	22	Excesso de peso
	23	Enfraquecimento do trame de aço
	24	Rompimento do o-ring entre a castanha e a conexão
	25	Vazamento de óleo
	26	Ressecamento
Avarias no Sistema Elétrico: Alternador e Sistema de Freios	27	Rompimento da placa de diodo
	28	Rompimento do regulador de voltagem
	29	Rompimento do carregador da bateria
	30	Interrupção de corrente
	31	Desgaste da pastilha de freio
Quebra ou Trava do Sistema Elétrico	32	Desgaste da bomba
	33	Baixa pressão
	34	Alta pressão

Fonte: Empresa em Estudo (2010)

No que se refere a causa determinante de manutenção corretiva: passar o tempo de realização da manutenção preventiva, o número de ocorrências foi

identificado através da análise dos relatórios técnicos que acompanham as OS. Estes relatórios devem conter o valor apontado no horímetro no momento da quebra e sua comparação com os valores constantes na última manutenção preventiva realizada, constando-se que em 43 registros de manutenção corretivas em 2010, a manutenção preventiva já devia ter sido efetivamente aplicada e não foi.

Quanto às peças similares, foi constatado que 12 manutenção corretivas e, 2010, ocorreram porque as peças quebraram bem antes do tempo de vida útil das peças originais.

Diante destas quantificações, fica clara a necessidade a elaboração de um novo plano de manutenção, a fim de que se bloqueiem estas causas evidenciadas. Entretanto, também fica clara a necessidade de que a empresa adote novo método de controle de execução do plano de manutenção para que seja reduzidas as ocorrências de manutenção corretivas.

4.4 Elaboração de Novo Plano de Manutenção Preventiva para Pás Carregadeiras

Diante da quantificação das causas raízes de manutenção corretiva apresentadas no Gráfico 03 e das causas apontadas no Quadro 05, foi elaborado um novo plano de manutenção preventiva que abranja todos os componentes das Pás Carregadeiras. O plano de manutenção preventiva proposto por esta pesquisa pode ser visualizado integralmente no Apêndice A e abrange um total de 64 itens.

A fim de deixar mais clara as explicações acerca da proposta de plano de manutenção, este foi dividido em seções conforme quantidade de horas de trabalho dos equipamentos em que a manutenção preventiva deve ser realizada.

Assim, a cada 250 horas de trabalho das Pás Carregadeiras, devem ser realizadas as verificações e manutenções visualizadas no Quadro 06, que representa a Pá Carregadeira PC 01.

Quadro 06 – Elementos que devem ser mantidos a cada 250 horas trabalhadas pelo equipamento

TAG:	PC 01
MODELO:	WA 200 - KOMATSU
Nº	Item a ser mantido a cada 250 hs de trabalho
1	Verificar o alternador 24V e 60A
2	Verificar alarme de marcha a ré
3	Verificar luz de marcha a ré
4	Verificar o posicionador automático da caçamba
5	Verificar o ar condicionado com aquecedor/desembaçador/pressurizador
6	Verificar as luzes
7	Verificar o pára-lamas traseiros e frontrais
8	Verificar a buzina elétrica
9	Verificar os cilindros de elevação e cilindro da caçamba
10	Verificar os olhais de içamento
11	Verificar o cinto de segurança
12	Verificar o motor de partida
13	Verificar o ventilador de acionamento hidráulico articulado
14	Verificar os pneus
15	Verificar a transmissão hidrostática com seleção automática de velocidades
16	Verificar nível de óleo do sistema hidráulico
17	Drenar o separador de água do sistema de combustível
18	Verificar o nível de eletrólito da bateria
19	Verificar eventuais vazamentos
20	Lubrificar o quadro de elevação
21	Lubrificar o mancal superior da junta do chassi
22	Lubrificar os mancais dos cilindros de direção
23	Trocar o pré-filtro de combustível

Fonte: Autor da pesquisa

Ressalta-se que tais manutenções e verificações devem ser realizadas de forma cíclica, independente das demais manutenções que serão realizadas no mesmo equipamento.

Ressalta-se, ainda, que a cada 500 horas devem ser realizadas as verificações apontadas no Quadro 07.

Quadro 07 – Elementos que devem ser mantidos a cada 500 horas trabalhadas pelo equipamento

TAG:	PC 01	
MODELO:	WA 200 - KOMATSU	
Nº	Item a ser mantido a cada 500 hs de trabalho	
1	Trocar o óleo e os filtros de óleo do motor	
2	Trocar o filtro de combustível	
3	Verificar a tensão da correia (alternador, bomba alimentadora de combustível)	
4	Verificar tensão da correia (bomba de refrigerante e compressor)	
5	Verificar nível de óleo da transmissão	
6	Lubrificar os eixos cardans e o rolamento de apoio.	
7	Verificar eixos semiflutuantes com torque proporcional	
8	Verificar as baterias	
9	Verificar os diferenciais e o torque proporcional	
10	Verificar o ventilador de acionamento hidráulico articulado	
11	Verificar a máscara do radiador articulada	
12	Verificar o pré-aquecedor no coletor de admissão para auxiliar a partida	
13	Verificar o volante da direção inclinável	
14	Verificar a válvula de 2 carretéis para os controles da lança e da caçamba	

Fonte: Autor da pesquisa

A cada 1000 horas que o equipamento funcionar, devem ser realizados os seguintes procedimentos: a drenagem da borra e da água de condensação do sistema hidráulico; a troca do filtro primário de purificador de ar e de respiro de cabine; a lubrificação dos mancais inferiores da junta do chassis e das dobradiças da porta da cabine, verificação de freios e de desgastes dos discos de freios. Estes procedimentos são mostrados no Quadro 08.

Quadro 08 – Elementos que devem ser mantidos a cada 1000 horas trabalhadas pelo equipamento

TAG:	PC 01
MODELO:	WA 200 - KOMATSU
Nº	Item a ser mantido a cada 1000 hs de trabalho
1	Drenar a borra e a água de condensação do sistema hidráulico
2	Trocar o filtro primário do purificador de ar
3	Trocar o filtro de respiro da cabine (pré-filtro)
4	Lubrificar o mancal inferior da junta do chassis
5	Lubrificar as dobradiças da porta da cabine
6	Verificar o freio de serviço
7	Verificar o freio de estacionamento
8	Verificar desgastes dos discos de freio

Fonte: Autor da pesquisa

A cada 2000 horas devem ser substituídos os filtros e realizadas as trocas de óleos e demais verificações, como mostra o Quadro 09.

Quadro 09 – Elementos que devem ser mantidos a cada 2000 horas trabalhadas pelo equipamento

TAG:	PC 01
MODELO:	WA 200 - KOMATSU
Nº	Item a ser mantido a cada 2000 hs de trabalho
1	Trocar o óleo dos eixos dianteiros e traseiros
2	Trocar o óleo da transmissão e limpar a tela de sucção
3	Trocar o filtro de respiro da transmissão
4	Trocar o filtro de óleo da transmissão
5	Trocar o filtro de óleo de retorno do sistema hidráulico
6	Trocar o filtro de respiro do sistema hidráulico
7	Trocar o filtro de respiro da cabine (filtro primário)
8	Trocar o filtro secundário do purificador de ar
9	Trocar os filtros de respiro dos eixos dianteiros e traseiro
10	Trocar o filtro de respiro do sistema de combustível
11	Verificar ponto de congelamento do refrigerante
12	Verificar folga das válvula e motor
13	Trocar o filtro de ar do alternador
14	Verificar o filtro separador de água do motor
15	verificar o sistema elétrico de desligamento do motor

Fonte: Autor da pesquisa

Finalizando as explicações acerca do plano de manutenção preventiva proposto, a cada 4000 horas devem ser realizada a troca do óleo do sistema hidráulico. Vale ressaltar que a aplicação deste plano de manutenção boqueia as causas apontadas no Quadro 4.3, o que reduziria 72,9% das manutenções corretivas em relação a 2010.

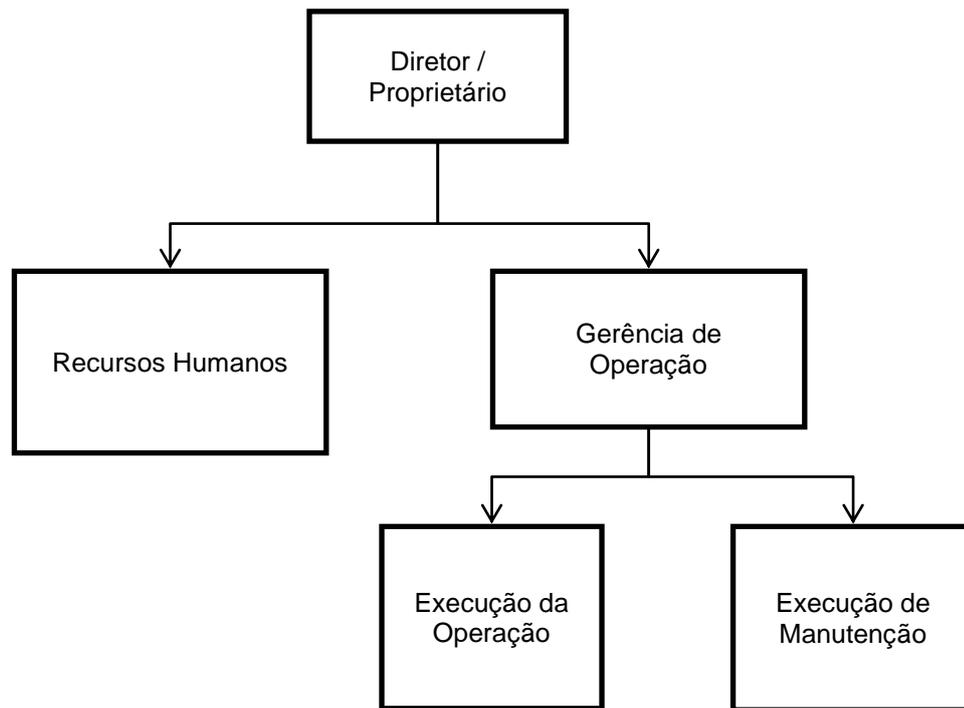
É importante mencionar, no entanto, que este plano de manutenção não apresentará os resultados almejados, caso não haja controle e acompanhamento de execução adequada. Assim, o mantenedor pessoalmente deve fazer verificações diárias das horas trabalhadas de cada equipamento sob sua responsabilidade, atualizando os dados em planilhas excel, a fim de controlar a execução das manutenções preventivas conforme plano de manutenção proposto.

Assim, conforme houver o preenchimento, a planilha acusa a chegada do tempo de execução planejada no plano de manutenção preventiva proposto. Além disso, recomenda-se que a empresa em análise compre peças originais e não similares, a fim de se aumente as garantias das manutenções realizadas conforme

determinações de fábrica.

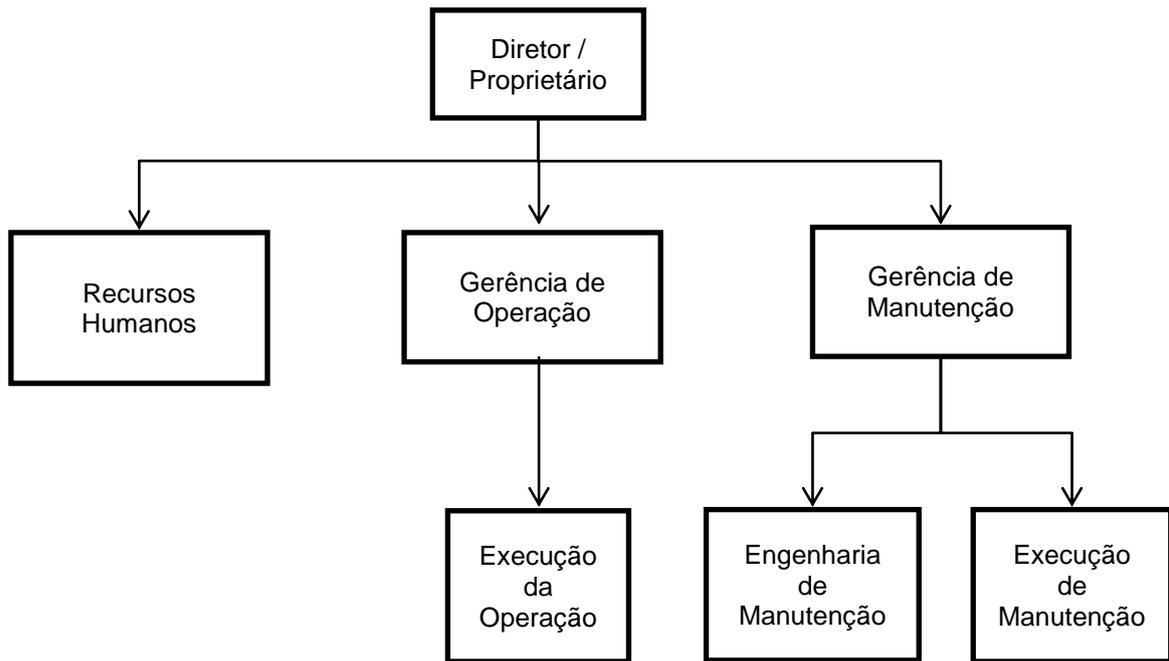
Ressalta-se, ainda, que a empresa apresenta organograma (Figura 10) que não contém um setor de manutenção apropriado.

Figura 10 – Organograma atual da empresa



Fonte: Autor da Pesquisa

Assim, foi possível identificar a ausência de uma gerência de manutenção, o que acarreta em sobrecarga de atividades sobre a gerência de operação. Dessa forma, observa-se a necessidade de reestruturação da empresa, implantando gerência para a área de manutenção, que compartilharia as decisões referentes à manutenção com o atual mantenedor, realizando, assim, o planejamento e controle de manutenção adequado. Assim, a Figura 11 mostra uma proposta para esta reestruturação.

Figura 11 – Organograma proposto pela pesquisa

Fonte: Auto da Pesquisa

Adotando-se tais medidas e aplicando-se o plano de manutenção elaborado nesta pesquisa, a empresa em estudo certamente reduzirá a incidência de manutenções corretivas em Pás Carreadeiras, disponibilizando tais equipamentos por mais tempo, o que otimiza a produção da empresa, já que a disponibilidade do equipamento e a produção estão intimamente ligados.

5 CONCLUSÃO

Embora a Rodofênix adote como política a aplicação de manutenção preventiva em seus equipamentos, em 2010, foi registrado elevado índice de manutenções corretivas em suas pás-Carregadeiras, na sua filial situada no Terminal Marítimo Inácio Barbosa.

Diante da evidente ineficiência do plano de manutenção adotado pela empresa, iniciou-se estudo cujo objetivo final era a otimização do plano de manutenção preventiva com o intuito de bloquear as principais causas das falhas registradas no ano anterior.

Para tanto, foi realizada a avaliação dos procedimentos de manutenção corretiva e preventiva, na qual se descreveu os respectivos processos de manutenção e se apontou elementos críticos que possam dificultar a gestão da manutenção na empresa.

Posteriormente, foi realizado estudo sobre as ocorrências de manutenção corretiva, anteriormente mencionadas, dirigindo a pesquisa às Pás Carregadeiras, sendo identificadas as causas determinantes daquelas manutenções corretivas, assim como suas causas raízes, para, ao fim, analisá-las, chegando-se às ações capazes de bloqueá-las, entre as quais a mais evidente foi a elaboração de um novo plano de ação.

Este plano de ação foi elaborado conforme horas trabalhadas pelo equipamento, diferindo do anterior pela manutenção de todos os componentes do equipamento, que, se aplicado, vai reduzir drasticamente a ocorrência de manutenções corretivas nestes equipamentos. Além disso, foram lançadas propostas de melhorias no controle do plano de ação e na estrutura organizacional da empresa.

Diante do exposto ao longo do trabalho, fica evidente o alcance dos objetivos propostos, observando que, através da aplicação do novo plano de manutenção, a empresa poderá otimizar as manutenções aplicadas ao equipamento estudado, deixando-o em disponibilidade por maior tempo. Espera-se que a empresa, acate a sugestões lançadas por esta pesquisa, assim como o novo plano de manutenção proposto.

REFERENCIAS

BATISTA, E. U. R. **Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso: relatórios, artigos e monografias.** Aracaju: FANESE, 2010.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total** . 7. ed. Nova Lima – MG: INDG – Tecnologia e Serviços Ltda, 2004 a.

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

EMPRESA EM ESTUDO. **Procedimentos Operacionais de Manutenção.** Sergipe: Empresa em estudo, 2008.

_____. **Relatório geral de manutenções corretivas.** Sergipe: Empresa em estudo, 2010.

_____. **Plano de manutenção preventiva.** Sergipe: Empresa em estudo, 2011.

LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI, Mariana de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas. 2004.

NUNES. Iran Leandro. **Plano de Manutenção Preventiva: a periodicidade das intervenções em instrumentos de medição/** Iran Leandro Nunes– 2011.62f.: il Monografia (Graduação) – FANESE, 2011.

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

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia da manutenção teoria e prática.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2009.

PINTO, Alan K.; XAVIER, Júlio N. **Manutenção função estratégica,** editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 2010

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade Manual de implantação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e gerencia da manutenção,** editora All Print, 2009.

XENOS, Harilaus G.. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

WERKEMA, Cristina. **As ferramentas de qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Editora Werkena, 1995.

APENDICES

FICHA CATALOGRÁFICA

Jesuino, Daieny Patrícia Cardoso

Proposta de plano de manutenção preventiva em uma empresa de movimentação de carga / Daieny Patrícia Cardoso Jesuino – 2011.

53f.: il.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2011

Orientação: Prof. Dr. Adrés Villafuerte Oyola

1. Manutenção corretiva 2. Pás carregadeiras 3. Plano de manutenção preventiva I. Título

CDU 658.512(813.7)