

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**A Importância da Manutenção Preventiva em um Terminal
Rodo-ferroviário**

Thiago Liberati Azevedo

TG-EP-49-05

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**A Importância da Manutenção Preventiva em um Terminal
Rodo-ferroviário**

Thiago Liberati Azevedo

TG-EP-49-05

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. Lázaro Ricardo Gomes Vallin*

**Maringá - Paraná
2004**

THIAGO LIBERATI AZEVEDO

**A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM
TERMINAL RODO-FERROVIÁRIO**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Engenheiro de
Produção, do Centro Tecnológico de Maringá
pela Universidade Estadual de Maringá

Orientador: Lázaro Ricardo Gomes Vallin

MARINGÁ

2005

UTILIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM TERMINAL RODO-FERROVIÁRIO

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título *Engenheiro de Produção*, pela Universidade Estadual de Maringá, aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Lázaro Ricardo Gomes Vallin (Orientador)
Colegiado de Informática, UEM

Prof.^a Márcia Marcondes Altimari Samed
Colegiado de Informática, UEM

Prof. Michael Stefanuto
Colegiado de Informática, UEM

Maringá, Dezembro de 2005.

DEDICATÓRIA

A todos que me auxiliaram nessa trajetória.

EFÍGRAFE

“Manutenção é isto:

*Quando tudo vai bem;
Ninguém lembra que existe.*

*Quando vai mal;
Dizem que não existe.*

*Quando é para gastar;
Acha-se que não é preciso que exista.*

*Porém, quando realmente não existe;
Todos concordam que deveria existir.”*

A. H. Suter

“A mente que se abre a uma nova idéia,
jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por estar vivo.

Agradeço à família, pelo apoio e dedicação: Regina (mãe querida), André (paizão), Nenê (não é o pai, mas está sempre lá), Dona Elza (sem palavras), Dona Irmã (quanta bondade!), Vô Tide, Vô Luiz. Aos grandes irmãos Gui, Theo, Bruno e Nina. Obrigado a todos!!!

Os amigos são tantos, que dá medo de esquecer... De casa: Wiltinho, Zé, Jão (com o tereré sempre a postos), Boi e Neguinho (grandes amigos que moram ou moraram comigo). Das maravilhosas (e nem tanto) aulas: Cesar, Diogo, Jefferson, Taba, Alceu, Carol, Carlão, Guga, e Marcos Surfista. Da turma: Migué e Minero, Moacir, Olino, Matheus, Farias e Marcia, Andrezão e Kezia, Magoga, Little Sérgio, Jurandir (grande motorista), Guilherme (boizinho), Carol Nihy, Balboa (pagode ou música clássica???), Cynthia, Heiji, Aurora (glorioso), Roberto Cabeção, Dil, Dan (muuito doido), Fumo, Fiii, Franguinho e Décio (Londres), Gabão, Tais, Gutão, Jô, Paulista, Paulinho, Adolfo, Roberto e Paulinho (Cascavel) . As quatro inseparáveis: Lílian, Piscilla, Milena e Bruna. Aos vizinhos, que não fizeram barulho enquanto eu fazia esse trabalho: Fabíola, Rato, Ambrósio, Boi, Welton, Lyncoln, Korvo, Neguin, Guilherme, Hespanha, Tchu, Mau-mau, etc... Especialmente à vizinha mais especial de todas, que deixou de ser uma simples vizinha para morar comigo, no meu coração: Paty-Brow!!

Aos colegas (e muitos amigos) de trabalho da Rhall Terminais.... Em especial à turma da manutenção: Paulão, Zé e Ferrugem. Aos zeladores que não são da manutenção dos equipamentos, mas a predial é por conta deles: Seu Fidel (sempre com uma opinião), Claudionor e Seu Manoel (contador de estórias!). Ao turno um: Farias, Naldo, Zé Luiz, Seu Aparecido (outro contador de estórias), Grilo, Assis, Nelson, Reginaldo, Mano, Irmão (figura), Dedinho, Vanderley. Ao turno dois: Luciano, Seu Geraldo, Seu Vagner, Paulinho, Dida, Sorriso, Irmão. À turma da administração: Carlão, sempre gozador; Josi, e Leandro, com suas conclusões centradas!

Especialmente à Vanessa, que me aturou todo esse tempo na Rhall, me apoiando em todas as idéias que tive, inclusive as ruins.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS E QUADROS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
RESUMO.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	1
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	1
1.2. JUSTIFICATIVA	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2. FUNÇÃO MANUTENÇÃO.....	3
2.1. DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	3
2.2. INTRODUÇÃO, ORIGEM E EVOLUÇÃO.....	3
2.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO	5
2.4. MANUTENÇÃO ESTRATÉGICA	8
2.5. BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO.....	9
2.6. QUALIDADE NA MANUTENÇÃO	10
2.7. OS TIPOS DE MANUTENÇÃO	12
2.7.1 <i>Manutenção corretiva</i>	13
2.7.2 <i>Manutenção preventiva</i>	14
2.7.3 <i>Manutenção preditiva</i>	16
2.7.4 <i>Outros tipos de manutenção</i>	17
2.8. AS CAUSAS FUNDAMENTAIS DAS FALHAS.....	19
2.9. CINCO OBJETIVOS DE DESEMPENHO.....	21
2.10. AS SEIS GRANDES PERDAS	22
3. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM TERMINAL RODO-FERROVIÁRIO	24
3.1. EMPRESA ANALISADA	25
3.2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DA MANUTENÇÃO ANTES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	25
3.3. FLUXOGRAMAS DE CARREGAMENTO DE VAGÕES E DE DESCARGA NA RHALL	
TERMINAIS	26
3.3.1 <i>Fluxograma de carregamento de vagões</i>	26
3.3.2 <i>Fluxograma de descarga de vagões</i>	28
3.4. INÍCIO DAS ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	28
3.5. EQUIPAMENTOS INSERIDOS NO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	29
3.5.1 <i>Elevadores de caçambas</i>	29
3.5.2 <i>Correias transportadoras</i>	30

3.5.3	<i>Transportadores de corrente</i>	31
3.6.	ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	31
3.6.1	<i>Manutenção preventiva nos elevadores de caçamba</i>	31
3.6.2	<i>Manutenção preventiva nas correias transportadoras</i>	33
3.6.3	<i>Manutenção preventiva nos transportadores de corrente</i>	34
3.7.	TABELA DE PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	34
3.8.	RESULTADOS OBTIDOS	36
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	BIBLIOGRAFIA	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: TOTAL GASTO PELAS EMPRESAS.....	7
FIGURA 2.2: RELAÇÃO ENTRE A REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E O INCREMENTO NOS LUCROS.	8
FIGURA 2.3: FORMAS DE MANUTENÇÃO.....	19
FIGURA 3.1: FLUXOGRAMA DE CARREGAMENTO DE VAGÕES NA RHALL TERMINAIS.....	26
FIGURA 3.2: FLUXOGRAMA DE DESCARGA DE VAGÕES NA RHALL TERMINAIS.....	28
FIGURA 3.3: ELEVADOR DE CAÇAMBA.....	29
FIGURA 3.4: CORREIA TRANSPORTADORA.....	30
FIGURA 3.5: TRANSPORTADOR DE CORRENTE.....	31
FIGURA 3.6: QUADRO DE STATUS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA RHALL TERMINAIS.....	35
FIGURA 3.7: NÚMERO DE PARADAS NA PRODUÇÃO VS VOLUME CARREGADO NA RHALL TERMINAIS.....	36
FIGURA 3.8: MÉDIA DE VOLUME CARREGADO ATÉ OCORRÊNCIA DE FALHAS NA RHALL TERMINAIS.....	37
FIGURA 3.9: CUSTOS COM MANUTENÇÃO NA RHALL TERMINAIS.....	37
FIGURA 3.10: ESTRATIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE FALHAS.....	38

LISTA DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 2.1 : GERAÇÕES DA MANUTENÇÃO.....	5
QUADRO 2.2: DIFERENÇAS ENTRE FALHA, DEFEITO E FUNÇÃO REQUERIDA	13

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
ALL	América Latina Logística
CT	Correia Transportadora
EL	Elevador de Caçamba
MP	Manutenção Preventiva
MTBF	Mean Time Between Failure (Tempo médio entre falhas)
MTTR	Mean Time to Repair (Tempo médio de reparo)
TC	Transportador de Corrente

RESUMO

O presente trabalho mostra o processo de implantação de um programa de manutenção preventiva em um terminal rodo-ferroviário. Pretende-se mostrar sua importância na disponibilidade dos equipamentos, assim como mensurar seu impacto nas paradas de produção ocasionadas por falhas e o custo gerado pela manutenção. Para atingir tal objetivo, foram utilizados métodos de revisão bibliográfica do tema, buscando conhecer sua evolução, importância e estrutura, além de um estudo de campo, no qual foram realizadas medições antes e depois de implantado o programa, necessárias à obtenção de resultados mensuráveis. No trabalho é descrito todos os equipamentos que participam do programa, assim como todas as medidas preventivas que ocorrem neles, mostrando sua programação. As falhas ocorridas foram estratificadas por origem, visando se saber o porquê de suas ocorrências. O resultado do estudo foi positivo. Houve uma melhora na disponibilidade dos equipamentos, chegando a aumentar até 100% a média de volume carregado entre ocorrência de falhas. Pode-se verificar uma queda significativa nos custos da empresa com manutenção, de aproximadamente 50% nos equipamentos que entraram no programa de manutenção preventiva. Ao avaliar o estudo, conclui-se que a adoção das medidas preventivas foram de grande valor ao terminal, pois a disponibilidade dos equipamentos aumentou e os custos com a manutenção diminuiu. Observa-se, também, que o apoio da alta administração é de fundamental importância ao sucesso de qualquer tipo de programa proposto às empresas.

Palavras-chave: Manutenção preventiva, parada na produção, falhas.

1. INTRODUÇÃO

Em época alguma a competição entre mercados nacionais e internacionais chegou a extremos como os da atualidade. Produzir apenas não basta, é preciso competir com qualidade.

Neste ambiente de urgência e pressão, temos assistido a uma série de esforços que são desenvolvidos por empresas, profissionais ou especialistas, buscando a estruturação e a implementação de programas de melhoria de qualidade de suas atividades.

A manutenção industrial até recentemente era considerada como fator de custos e gastos. No passado, os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo de serviços repetitivos e de rotina, pura troca de peças, pouca técnica, improvisações e emergências. Contudo, devido à sua elevada influência nas paradas de equipamentos durante a produção, por causas gerenciais e técnicas, vem sendo vista com novos olhos.

O presente trabalho pretende mostrar o processo de implantação de um programa de manutenção preventiva em um terminal rodo-ferroviário, além de sua importância dentro do contexto da empresa. Num primeiro momento, observou-se as necessidades da produção e analisado as atividades que a função manutenção estava realizando na empresa. Em seguida, criou-se uma política de programação das atividades básicas de mantabilidade dos equipamentos, visando diminuir as paradas não programadas ocorridas na produção.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto da implantação da Manutenção Preventiva nos equipamentos utilizados no carregamento/descarga de vagões no terminal rodo-ferroviário RHALL TERMINAIS LTDA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os princípios conceituais das diferentes formas da função manutenção;
- Implantar a Manutenção Preventiva nos equipamentos;

- Avaliar o impacto da implantação, através das paradas ocasionadas na produção devido às falhas.

1.2. Justificativa

Analisando a empresa, observou-se a necessidade de se implantar um programa de manutenção preventiva, pois as ações tomadas pelo departamento de manutenção não seguiam uma previa programação. Utilizava-se, na maioria dos casos, apenas ações corretivas, diminuindo a disponibilidade dos equipamentos. Portanto, foi sugerido um programa de gerência e controle das atividades realizadas pelo departamento de manutenção, visando organizar melhor suas ações, sincronizando com as necessidades da produção.

1.3. Organização do Trabalho

Este trabalho encontra-se estruturado em quatro capítulos.

No segundo capítulo é desenvolvida a fundamentação teórica, onde a manutenção industrial é abordada, por meio de uma breve referência a sua evolução histórica e a terminologia a ela aplicada. Essa terminologia abrange os conceitos e concepções relacionadas à função de manutenção, como também a definição de suas diferentes formas. Procurou-se identificar sua importância, tanto para o equipamento como em custos financeiros, além de salientar seus benefícios.

O início do terceiro capítulo aborda o método utilizado na realização do estudo. Na seqüência, é apresentada a empresa em que foi realizado o estudo de caso, enfatizando a situação da manutenção antes da implantação das políticas preventivas. São apresentados os equipamentos que foram inseridos no programa e todas as atividades que são neles realizadas. Ao final do capítulo, os resultados obtidos são apresentados.

O último capítulo explana sobre as considerações finais do trabalho, através de sugestões e considerações que influenciaram durante a realização do estudo.

2. FUNÇÃO MANUTENÇÃO

2.1. Definições de Manutenção

“A manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições que irão apoiar as metas organizacionais. As decisões de manutenção devem refletir a viabilidade do sistema a longo prazo”, conforme definiu Monks (1989).

Outra definição de manutenção vem de Mirshawka e Olmedo (1993): a manutenção é um “conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou como uma medida para assegurar um determinado serviço”. A Gerência de Manutenção é que dá suporte à função manutenção nas empresas modernas e é reconhecida como “contribuinte para o lucro da empresa”.

A função manutenção também pode representar “o conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem, dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado”, conforme citou Monchy (1989).

Essa definição também pode ser ampliada, pois “a manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais” (Monchy, 1989).

2.2. Introdução, Origem e Evolução

O termo ‘manutenção’ tem origem no vocabulário militar, cujo sentido é manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante, conforme citou Monchy (1989).

A história da manutenção e o desenvolvimento técnico-industrial caminham juntos, Tavares (1999). A necessidade dos primeiros reparos surgiu no fim do século XIX, com a mecanização das indústrias. A manutenção era tida como de importância secundária até 1914 e era executada pelos mesmos empregados da operação. Apenas na época da Primeira Guerra Mundial, as fábricas sentiram a necessidade da criação de equipes de manutenção, ocasião em que Ford instituiu a produção em série. As máquinas tinham que ser reparadas no menor tempo possível, porque as fábricas estabeleciam programas mínimos de produção. Surgiu

então o que se conhece hoje como Manutenção Corretiva, atividade subordinada à operação encarregada de executar a manutenção.

Na maioria dos países ocidentais, até a década de 80, as empresas objetivavam obter o máximo de rentabilidade para seus investimentos. Com a chegada de produtos fabricados pela indústria oriental, o consumidor ocidental começou a exigir melhor qualidade em produtos e serviços, Tavares (1999).

A manutenção deve existir para não haver manutenção, visto que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitarem falhas, e não para corrigi-las, como ressaltam Kardec e Xavier (1999).

Todo e qualquer equipamento tende a desgastar-se e apresentar defeito com o passar do tempo e cabe à manutenção zelar pela conservação dos mesmos, devendo antecipar-se aos problemas através de atividades, políticas ou métodos de manutenção que ofereçam um contínuo serviço de planejamento das observações dos equipamentos.

É imprescindível compreender o gerenciamento orientado para o equipamento, como explica Takahashi (1993), pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo.

Os estágios evolutivos, explicados por Kardec (1999), são caracterizados por:

- Redução de Custos e Garantia da Qualidade - através da confiabilidade e produtividade dos equipamentos; e
- Atendimento de Prazos - através da disponibilidade dos equipamentos. As tarefas que os profissionais de manutenção desempenham, resultam em impactos diretos ou indiretos nos produtos ou serviços das empresas. Má manutenção e/ou falta de manutenção ocasiona redução de lucros, mais custos de mão-de-obra e estoques, clientes insatisfeitos e produtos de má qualidade.

Quadro 2.1 : Gerações da Manutenção

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
1930/1940	1970	2000
1969	1999	atualmente
Aumento da expectativa 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 disponibilidade e confiabilidade • Melhor custo-benefício • Melhor qualidade dos produtos • Preservação do meio ambiente
Mudanças técnicas de Manutenção		
<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores grandes e lentos • Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho • Monitoração por tempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoração de condição • Projetos voltados para confiabilidade e manutenibilidade • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Análise de modos e efeitos da falha (FMEA) • Grupos de trabalho multidisciplinares

Fonte: Evolução da Manutenção / Kardec, 1999

2.3. Importância da Manutenção

A manutenção é de grande importância para o funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o administrador de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada. À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos. O planejamento da manutenção e a execução do plano permitem a fabricação permanente dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica, Monchy (1989).

Uma instalação bem mantida, com baixíssimas interrupções, acaba por trazer à empresa uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes. Segundo Martins e Laugeni (2000), pode-se afirmar que a importância da manutenção está relacionada ao melhoramento dos equipamentos críticos e não críticos, pois o aspecto ‘qualidade do produto’ está intimamente ligado a ‘manutenção’, “máquinas com defeito trabalhando, de forma inadequada, não fabricam produtos dentro das especificações previstas. Esse envolvimento mundial em busca de maior qualidade e menor custo tem levado as empresas a dar manutenção uma atenção toda especial. (...) dentro dos conceitos modernos, já se adota o princípio de zero quebra, isto é, não se admite mais a interrupção do processo produtivo em ocorrência da parada de um equipamento...”.

A manutenção participa ativamente nos lucros da empresa. Faria (1994), mostra a importância deste departamento, pois o custo gira em torno da mão-de-obra aplicada aos serviços de Manutenção, materiais e peças aplicados nos equipamentos e material de consumo, portanto este custo deve ser gerenciado para que seja o mínimo necessário e suficiente. Segundo o autor, “a falta deste gerenciamento gera quantidade e horas extras, peças em estoque com pouco giro, (...) resultando em peças e materiais estocados há anos, diminuindo o capital de giro da empresa”.

De acordo com a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), citado por Ferrari (2000), as empresas brasileiras estão gastando mais para manter em perfeito estado os equipamentos de seu parque produtivo, conforme apresentado na Figura 2.1. Isto contribui para um vasto mercado de manutenção, que movimentava cerca de US\$ 34 bilhões por ano, equivalente a 3,6 % do Produto Interno Bruto nacional.

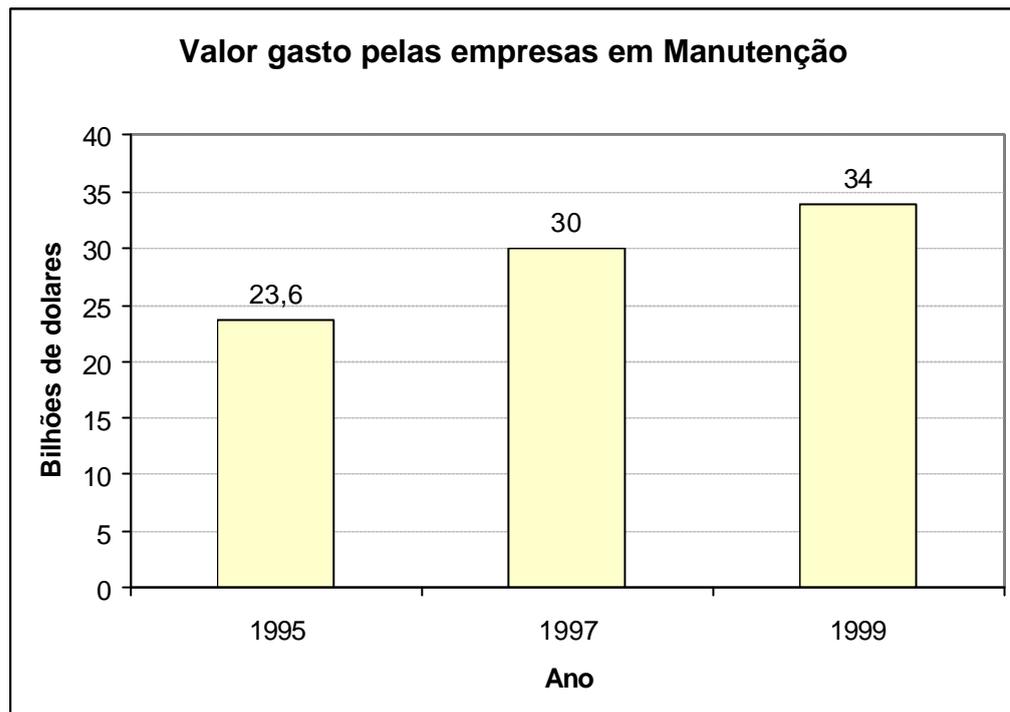


Figura 2.1: Total gasto pelas empresas

Fonte: ABRAMAN

O custo anual de manutenção representa, em média, 4,39% do faturamento bruto das empresas e, por este motivo, uma mal conduzida redução de custo na manutenção pode levar à perda de faturamento e lucro da organização, conforme Kardec e Nascif (1998);

Se um competidor possui um custo de manutenção equivalente a 4 % da movimentação financeira obtida com as vendas, e o seu custo de manutenção é de 7 % , então o competidor dispõe de uma vantagem de 3% que pode ser convertida em lucro, redução de preço de venda ou ser colocada em pesquisa e desenvolvimento (Wireman, 1991);

Os custos de manutenção estão entre 15 e 40 % do total dos custos de produção, conforme Wireman (1991). Uma redução de 10 % pode produzir um incremento nos lucros (antes dos impostos) de até 36 %, permitindo à empresa tornar-se mais competitiva em seu mercado. A Figura 2.2 representa comparativamente as economias que podem ser obtidas;

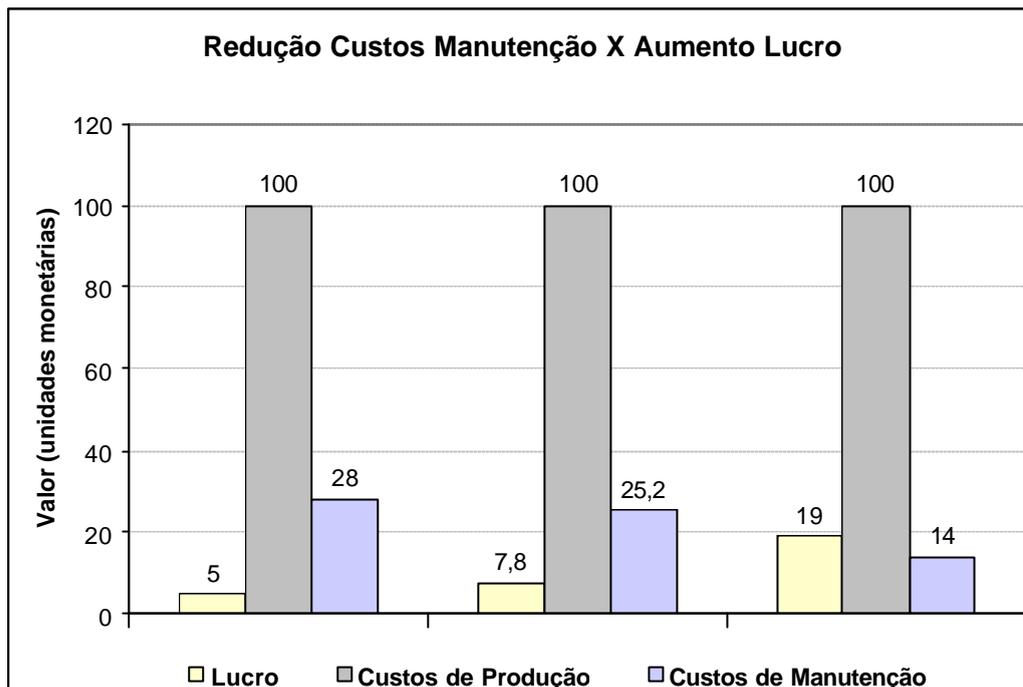


Figura 2.2: Relação entre a redução dos custos de manutenção e o incremento nos lucros.

Fonte: Wireman, 1991

2.4. Manutenção Estratégica

Atualmente observa-se no mercado mundial um clima de incerteza e velocidade, incentivando grandes mudanças organizacionais. Antigas exigências dos clientes, como a qualidade total, hoje são requisitos básicos e as organizações que não conseguirem acompanhar, estarão fora do mercado. Dessa forma, pode-se entender que uma manutenção bem gerenciada e bem alinhada com a produção exerce um diferencial competitivo, podendo até ser encarada como um processo de negócio dentro da organização, tendo então função estratégica, deixando de ser apenas operacional. Segundo Kardec (2001), “Para que a manutenção possa contribuir efetivamente para que a empresa caminhe rumo a excelência empresarial, é preciso que a sua gestão seja feita com uma visão estratégica”.

A manutenção industrial deve traçar seus objetivos estratégicos, orientados para atingir as metas estipuladas no planejamento estratégico da organização. Esta interligação é de suma importância, pois o sucesso da organização depende cada vez mais de um gerenciamento eficaz da manutenção. A alta administração deve auxiliar na elaboração desses objetivos, visto sua inter-relação com as metas organizacionais.

A manutenção tem que ser moderna e eficiente, acompanhando o mesmo ritmo de desenvolvimento tecnológico dos processos, cuidando sempre para não se tornar mais um obstáculo aos meios produtivos. Deve buscar sempre as melhores soluções, procurando tornar o conjunto mais ágil e dinâmico, porque o seu papel é o de suporte da produção.

A manutenção deve “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.” (Kardec, 2001).

A função manutenção tem presença significativa em todos os segmentos do negócio, por exemplo, segurança, integridade ambiental, eficiência energética, qualidade do produto, disponibilidade, confiabilidade e custos operacionais. Em função disso, a responsabilidade a ser assumida pelas áreas de manutenção tende a ser bem mais abrangente. Essas áreas devem buscar a melhoria contínua no gerenciamento dos processos de trabalho. Assim, a manutenção representa uma das atividades fundamentais no processo produtivo organizacional, ao ser vista como mola propulsora, que pode levar uma empresa a destacar-se, a partir de diferenciais competitivos.

A manutenção deve ser vista como "Um Elemento chave tanto para a produtividade de uma planta quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica em rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais" (Monchy, 1989).

2.5. Benefícios da Manutenção

Conforme Lafraia (2001) sugere em seu livro, seguem os benefícios gerados pela manutenção.

- Segurança melhorada: instalações bem mantidas têm menor probabilidade de ocorrerem falhas. Em questão de segurança, qualquer tipo de falha pode apresentar riscos para os envolvidos;
- Aumento de confiabilidade: Tende a diminuir o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), e o Tempo Médio de Reparo (MTTR), diminuindo a variação dos produtos gerados;

- Aumento de qualidade: equipamentos mal mantidos apresentam maior probabilidade em desempenhar suas funções abaixo do padrão e causar problemas de qualidade;
- Custo de operação mais baixo: ao se utilizar manutenção preventiva nos equipamentos, estes tendem a funcionar com maior eficiência;
- Tempo de vida mais longo: Cuidados regulares como lubrificação, limpeza e alinhamento prolongam a vida do equipamento;
- Valor final mais alto: equipamentos bem cuidados são mais fáceis de vender no mercado de segunda mão.
- Aumento da disponibilidade: aumenta a probabilidade de que um sistema esteja em condições operacionais no instante desejado;
- Aumento do faturamento e do lucro: ao abaixar os custos e aumentar a disponibilidade, aumenta-se, também, o lucro;
- Redução da demanda de serviços: instalações e equipamentos bem cuidados tendem a diminuir a ocorrência de pequenas falhas.

2.6. Qualidade na Manutenção

Geralmente, o principal foco da confiabilidade durante a execução de um processo, é o prazo de entrega ao cliente. Assim, interrupções no processo afetam diretamente a confiabilidade, colocando em risco o cumprimento das promessas de entrega. Diversas podem ser as causas destas interrupções, como por exemplo: problemas de qualidade, acidentes de trabalho e falhas humanas. Dentre elas estão causas relativas à manutenção, podendo-se citar como exemplos: falhas por fadiga, falhas por fim da vida útil e falhas por manutenção mal feita. No entanto, é difícil constatar se o erro foi cometido pelos profissionais da manutenção ou se a peça reparada estava defeituosa. Portanto, fica difícil medir a qualidade da manutenção executada no equipamento.

As técnicas de manutenção dependem de três fatores, conforme explica Takahashi e Osada (1993): velocidade, precisão e segurança. O trabalho de manutenção afeta a produção. As atividades de manutenção incluem aptidões técnicas em manutenção e diagnóstico,

ferramentas para desmontagem e remontagem e compilação de manuais – mas as aptidões técnicas em manutenção são de importância fundamental. A qualidade da manutenção – a aptidão de concluir as atividades de manutenção sem erros – é determinada pelas habilidades técnicas em manutenção.

A qualidade do reparo também não é facilmente explicada ou compreendida, e é muito diferente da qualidade do produto, que é medida quantitativamente, a partir de um conjunto de padrões. O serviço de reparo da manutenção é verificado através de testes. Quando surgem problemas, a qualidade do reparo não é satisfatória. Mesmo que a manutenção seja aprovada nos testes, pode-se esperar a ocorrência de problemas futuros. Isso significa que a qualidade de reparos e do trabalho de regulagem terá um profundo impacto sobre o ciclo de vida do equipamento, determinando sua confiabilidade. Além da dificuldade em identificar deficiências na manutenção como causas de avarias ocorridas meses após o reparo ou regulagem.

Os problemas de manutenção, principalmente por ajuste e regulagem, são afetados pelo estímulo e personalidade de cada técnico. Isso também se aplica à produção em geral.

Erros de manutenção podem ser corrigidos ao se melhorar as condições de trabalho e ao se aprimorar as ferramentas e os equipamentos que a manutenção utiliza na execução dos reparos. Dentre outros, um planejamento bem elaborado dará maior qualidade à execução da manutenção, proporcionando uso de sobressalentes de qualidade, disponíveis no momento necessário e a melhor utilização do tempo. Outro elemento importante a ser considerado é a documentação técnica (esquemas elétricos, dados do equipamento) que possibilitam informação necessária para a execução segura das tarefas. Da mesma forma, o treinamento dos executantes das tarefas é fundamental para elevar a qualidade dos reparos.

Os fatores fundamentais para alcançar qualidade em manutenção com zero defeitos considerados por Mirshawka (1991):

- A qualidade da mão-de-obra;
- Qualidade do serviço;
- Auditoria da qualidade;
- Programa de ação corretiva.

Portanto, Mirshawka (1991), demonstra que qualidade é a resposta satisfatória que um produto ou serviço dá à expectativa do usuário. Quem faz a qualidade é o operário que fabrica o produto, é o homem de piso de fábrica ou da linha de frente, são os supervisores, são os gerentes e principalmente, e fundamentalmente, os componentes da alta administração. Toda empresa pode alcançar a excelência através da Qualidade, porém para isto precisa ter uma administração totalmente voltada para a Qualidade, buscando a melhoria contínua através do envolvimento de todos os funcionários e tendo como fim maior o cliente satisfeito.

Os problemas crônicos podem muitas vezes ser resolvidos, simplificando-se os procedimentos de reparo de manutenção. Neste caso, a aplicação da padronização às atividades de manutenção, visa garantir a previsibilidade do processo de manutenção de modo que todo trabalho repetitivo, crítico ou prioritário seja executado da mesma forma por todas as pessoas encarregadas. Conforme Xenos (1998): “De forma simples, os padrões da manutenção incluem os procedimentos de reparo, inspeção, substituição e teste de peças e componentes, além dos critérios de avaliação das suas condições”. Kardec e Nacif (2001) também citam: “A introdução de procedimentos escritos torna o mantenedor independente da supervisão para a execução das tarefas rotineiras. O responsável pela execução é quem agrega qualidade ao produto; é preciso torná-lo auto-suficiente para garantir a qualidade do seu trabalho”.

As perdas associadas a falta de qualidade do reparo são consideráveis, pois o trabalho terá de ser refeito, haverá nova troca de peças danificadas e nova realocação de mão-de-obra, quando não provocar problemas maiores, como a parada do equipamento durante a produção e danos ao meio ambiente e segurança, o que pode causar perdas bem mais significativas.

2.7. Os Tipos de Manutenção

Um grande número de variações na terminologia sobre as formas de manutenção tem surgido na literatura corrente. Mesmo esta diversidade de denominações não traz maiores dificuldades para a comunidade da manutenção nos diversos segmentos industriais, seja na área elétrica, petroquímica, indústrias de transformação, dentre outras. Normalmente, estas áreas mantêm entre si razoável padronização e a terminologia adotada, não apresentando diferenças conceituais relevantes.

No entanto, antes de explicar os tipos de manutenção, deve-se apresentar as seguintes definições básicas para a sistemática de manutenção dos equipamentos, indicadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Diferenças entre falha, defeito e função requerida

Função Requerida	Conjunto de condições de funcionamento para o qual o equipamento foi projetado, fabricado ou instalado.
Falha	É toda alteração física ou química no estado de funcionamento do equipamento que impede o desempenho de sua função requerida e o leva invariavelmente à indisponibilidade.
Defeito	É toda alteração física ou química no estado de funcionamento de um equipamento que não o impede de desempenhar sua função requerida, podendo o mesmo operar com restrições.

Fonte: Kardec, 1999

2.7.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva pode ser entendida como todo trabalho de manutenção realizada após a falha do equipamento, visando restabelecê-lo à sua função requerida, eliminando o estado de falha.

Associado a essa concepção, a manutenção corretiva pode ser subdividida em dois tipos: paliativa ou provisória e curativa.

Paliativa ou Provisória: compreende as intervenções corretivas executadas provisoriamente, a fim de colocar o equipamento em funcionamento, para, a seguir, executar o reparo definitivo;

Curativa: compreende as intervenções típicas de reparo em caráter definitivo, a fim de restabelecer o equipamento à fruição requerida.

A manutenção corretiva corrige falhas não planejadas, quando o desempenho se apresenta ineficiente, ou pela ocorrência de falha. Geralmente é custosa, já que quebras repentinas

causam perdas de produção, perdas na qualidade do produto e elevados custos com materiais de manutenção.

A manutenção corretiva somente deve ser utilizada quando o custo for menor do que uma ação corretiva, Xenos (1998), não se esquecendo de contabilizar as perdas pela parada da produção.

Para se adotar uma ação corretiva, deve-se considerar os seguintes fatores:

- Se não existe um método de manutenção preventiva economicamente viável;
- Se não se consegue prever o momento da ocorrência da falha;
- É preciso ter em mãos os recursos necessários, como peças de reposição, mão de obra qualificada e ferramental, para agir rapidamente sobre a falha.

2.7.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva, por sua vez, é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha.

A atividade de manutenção preventiva sistemática é aplicada quando a lei de degradação é conhecida. Essa lei diz respeito ao conhecimento sobre a evolução do desgaste do equipamento, à medida que é utilizado, porém, esse processo ocorre de modo mais acelerado se o equipamento for operado inadequadamente.

Segundo Slack (2002), a manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados.

Conforme discutido por Lafraia (2001), as tarefas da manutenção preventiva são subdivididas em:

- *Baseada no tempo*: destinada à prevenção ou à postergação da falha. Pode incluir substituição, restauração ou inspeção;
- *Baseada na condição*: destinada à detecção do início da falha ou do sistema da falha;
- *Teste para descobrir a falha*: destinada a revelar falhas ocultas antes de uma demanda operacional.

No entanto, a manutenção preventiva oferece diversas desvantagens, pois nem sempre os fornecedores dos equipamentos disponibilizam dados precisos para o conhecimento dos tempos de manutenção, além das condições ambientais e operacionais influenciarem no ciclo de vida dos equipamentos.

Essas desvantagens causam a ocorrência de falhas antes de se completar o período estimado, ocasionando uma manutenção corretiva. Pode causar, também, um novo defeito na máquina, através de falha humana, falta de sobressalentes, contaminação do sistema de óleo ou falhas dos procedimentos de manutenção.

Xenos (1998) comenta que analisando apenas o custo da manutenção, a preventiva é mais cara, pois as peças geralmente são trocadas ou reformadas antes de atingirem seus limites de vida. No entanto, ao se analisar o custo total, esse tipo de manutenção passa a ser mais econômico, já que diminui a incidência de falhas e interrupções inesperadas de produção.

Conforme Kardec (2001), para se adotar uma ação preventiva, deve-se considerar os seguintes fatores:

- Quando as conseqüências da falha em serviço são consideravelmente sérias;
- Quando são relacionadas com a segurança pessoal ou da instalação;
- Quando os equipamentos são críticos e de difícil liberação operacional;
- Quando oferece riscos ao meio ambiente;
- Quando os processos são contínuos;
- Quando não é possível a manutenção preditiva.

2.7.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionado por condições. Ao invés de se fundar em estatística de vida média na planta industrial para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto das condições dos equipamentos, rendimento do sistema e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento em cada máquina ou sistema na planta industrial.

A manutenção preditiva ocorre quando se aplica supervisão contínua dos parâmetros de controle. Para Nepomuceno (1989), “manutenção preditiva ou monitoramento sob condição é a manutenção executada no momento adequado e antes que se processe o rompimento ou falha do componente”. Já a manutenção preventiva ‘por acompanhamento’ é definida quando se utilizam inspeções ou rondas periódicas.

Segundo Slack (2002) este método preconiza que a monitoração das instalações vai determinar se é necessária alguma intervenção de manutenção. É usada quando a atividade de manutenção é dispendiosa, seja devido ao custo da manutenção em si, seja devido à interrupção da produção causada pela atividade de manutenção.

O principal motivo pela adoção da manutenção Preditiva é o econômico, verificando-se os seguintes resultados:

- Eliminação de desperdício de peças;
- Diminuição de estoques associados;
- Aumento da eficiência nos reparos;
- Aumento da confiabilidade da planta;
- Diminuição da gravidade dos problemas;
- Maior disponibilidade das máquinas.

Como consequência desses fatores, pode-se conseguir diversos resultados, como diminuição dos custos globais da empresa, aumento da confiabilidade, aumento da produtividade, e melhoria da qualidade.

A manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo, segundo Kardec (2001). “Este tipo de manutenção permite otimizar a troca de peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida” (Xenos, 1998).

Conforme Kardec (2001), para se adotar uma ação preditiva, deve-se considerar os seguintes fatores:

- O equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento / medição;
- O equipamento, sistema ou instalação deve merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

2.7.4 Outros tipos de manutenção

Abaixo, segue outros tipos de manutenção, segundo a ABNT, na NBR 5462 (1994):

- **Manutenção Programada** - é a manutenção preventiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido.
- **Manutenção Não-programada** - é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item.

- **Manutenção no Campo** - é efetuada no local onde o item é utilizado.
- **Manutenção fora do Local de Utilização** - é efetuada em um local diferente daquele em que o item é utilizado.
- **Manutenção Remota** - é efetuada sem acesso direto do pessoal ao item.
- **Manutenção Automática** - é efetuada sem intervenção humana.
- **Manutenção Deferida** - é a manutenção corretiva que não é iniciada imediatamente após a detecção da pane, mas é retardada de acordo com certas regras de manutenção.

A seguir apresenta-se um fluxograma que demonstra o momento em que se realizam as diversas formas da manutenção, desde a ocorrência da falha, até quando se conhece o grau de degradação do equipamento em função do tempo entre reparos.

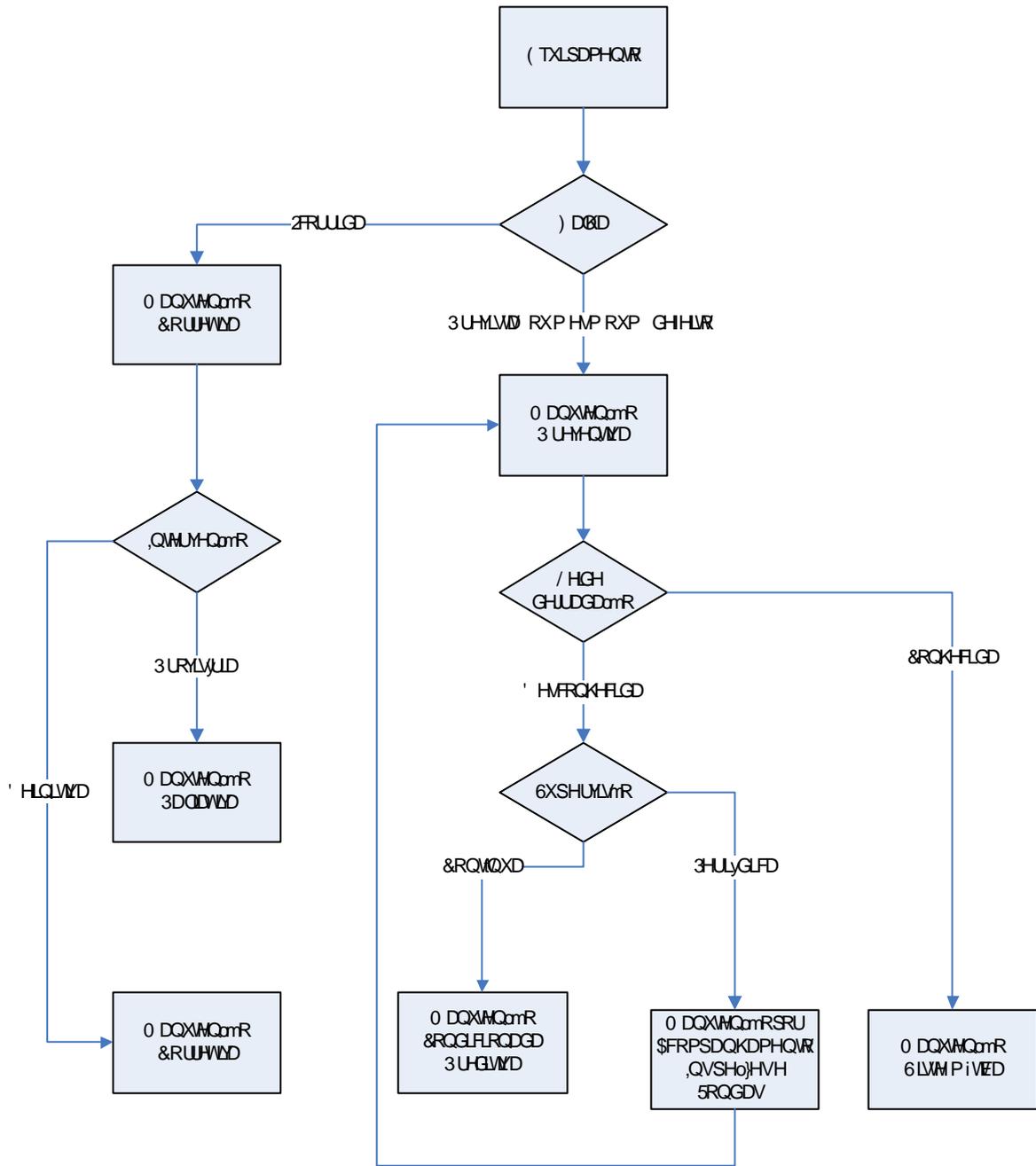


Figura 2.3: Formas de Manutenção

Fonte: adaptado de Monchy (1989)

2.8. As Causas Fundamentais das Falhas

Xenos (2004), explica que as falhas nos equipamentos raramente têm uma única causa fundamental. Pelo contrário, as falhas geralmente são causadas pela interação de várias causas fundamentais menores. Por isso, a investigação das causas fundamentais deve ser bastante

abrangente e levar em consideração vários aspectos diferentes. O autor descreve quatro categorias de falhas fundamentais que são encontradas em várias empresas.

- *Lubrificação inadequada*

A lubrificação desempenha um papel vital em vários tipos de equipamentos, pois evita o desgaste excessivo por atrito entre as partes, além de evitar o sobre aquecimento, remover a poeira e materiais estranhos e evitar vibrações e ruídos. A lubrificação é uma das atividades mais importantes da Manutenção Preventiva.

- *Operação incorreta*

Para operar os equipamentos, geralmente existem procedimentos operacionais padrão, que estão descritos nos manuais de operação, com os quais os operadores da produção devem estar bastante familiarizados. Deve ocorrer treinamento intensivo e mesmo assim, os supervisores da produção devem verificar periodicamente se os operadores conhecem estes procedimentos e se a prática do dia-a-dia está em conformidade com eles.

- *Sujeira, objetos estranhos e condições ambientais desfavoráveis*

A sujeira e objetos estranhos podem prejudicar o funcionamento dos equipamentos, além de afetar a qualidade do produto. Consideramos objetos estranhos tudo aquilo que é deixado intencionalmente ou involuntariamente nos equipamentos ou nas suas proximidades e que podem obstruir seus mecanismos. A sujeira e a presença de objetos estranhos aumentam o atrito entre as partes móveis e causam até mesmo mau contato em circuitos elétricos quando se acumulam em painéis de controle. A sujeira esconde sinais de falha.

- *Folgas*

Folgas são movimentos relativos entre as partes dos equipamentos. Para evitar falhas, as folgas devem ser mantidas dentro dos limites aceitáveis. As folgas podem ocorrer por excesso de vibração, impactos, torque insuficiente ou má fixação durante a montagem. Para preveni-las, deve-se utilizar o controle de vibrações, arruelas de pressão, contraporcas, etc.

2.9. Cinco Objetivos de Desempenho

Slack (2002) descreve os cinco objetivos básicos de desempenho da produção, que se aplicam a qualquer tipo de operação produtiva. Os objetivos são: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

Qualidade - a qualidade implica em realizar as coisas de forma acertada, evitando erros. A manutenção auxilia a produção no perfeito ajuste dos equipamentos do processo produtivo.

Rapidez - deseja-se minimizar o tempo entre o pedido por parte do consumidor e a entrega do bem ou serviço. Pode ser entendida como prontidão no atendimento. A manutenção, com seu conhecimento, pode auxiliar no aprimoramento do processo produtivo, enfocando a redução dos tempos de fila, transporte, *setup* e processamento. Pode também traçar um plano de atendimento personalizado, segundo seja o caso, para otimizar a manutenibilidade.

Confiabilidade - segundo Slack (2002) seria “fazer as coisas em tempo para manter os compromissos de entrega assumidos com seus consumidores”. Nesse caso a manutenção pode contribuir e muito, principalmente não atrapalhando o processo produtivo com paradas imprevistas. Indicadores como confiabilidade e manutenibilidade devem ser monitorados e a equipe treinada e capacitada para mantê-los em níveis aceitáveis ou mesmo ótimos (quebra zero).

Flexibilidade - é a capacidade de adaptar-se às novas necessidades do consumidor, mudando a sua atividade produtiva. Pode ser desdobrada em flexibilidade de produto/serviço, de mix, de volume e de entrega. Esse objetivo de desempenho determina uma flexibilidade não só do setor produtivo como da manutenção. A equipe deve ser treinada para reagir rapidamente à sinais de mudança.

Custo - esse objetivo visa trabalhar dentro de baixos níveis de custo para que o preço seja uma vantagem competitiva para a empresa. A manutenção também pode possibilitar uma contribuição significativa nesse objetivo, operando principalmente de forma planejada, quando o custo não se ampliou por identificar o problema na fase de anomalia, ou mesmo evitando possíveis retrabalhos.

2.10. As Seis Grandes Perdas

Segundo Martins e Laugeni (2000) e Martins (2002), as “seis grandes perdas” relacionadas aos equipamentos são:

- Perda por parada

Perdas por quebra devido a falhas do equipamento: são as perdas que ocorrem quando as máquinas quebram e permanecem paradas até que os reparos sejam completados. Consistem no tempo exigido para o reparo e nas peças de reposição necessárias para consertar o equipamento.

Perdas durante a mudança de linha (setup e ajustes): são as perdas decorrentes do tempo necessário de preparação da máquina para um produto diferente e consistem no tempo decorrente do momento em que a máquina interrompe a sua operação precedente até o início da operação subsequente, com qualidade apropriada, incluindo o tempo consumido para a mudança de linhas e ajustes necessários.

- Perda de velocidade

Perdas por pequenas paradas e operação em vazio: ocorrem quando o equipamento necessita ser parado por alguns minutos ou trabalha sem carga devido a deficiências no fluxo do processo ou da linha de montagem, exigindo pronta intervenção do operador para que a linha volte a produzir normalmente (Kardec, 2001), durando menos de quatro minutos.

Perdas por redução da velocidade de operação: causadas pela redução da velocidade de operação, nas quais o equipamento não pode ser operado na velocidade original ou teórica. Em velocidades mais altas, defeitos de qualidade e pequenas paradas ocorrem com frequência. Desse modo, o equipamento opera em velocidades mais moderadas.

- Produtos defeituosos

Perdas por defeitos de qualidade e retrabalhos: causadas pela fabricação, durante a operação normal, de produtos defeituosos ou fora das especificações. Estes produtos devem ser retrabalhados ou sucateados. As perdas consistem no trabalho requerido para retrabalhar os produtos e no custo do material a ser sucateado.

Perdas de rendimento: ocorrem cada vez que o processo deve ser interrompido e reiniciado (Wireman, 1991). Estas perdas podem envolver a produção de produtos defeituosos enquanto o equipamento atinge certos parâmetros de operação, tais como velocidade ou temperatura.

3. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM TERMINAL RODO-FERROVIÁRIO

A metodologia proposta é um estudo de caso a respeito de um problema de manutenção industrial, realizado na Empresa "RHALL TERMINAIS LTDA".

Um estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de se realizar pesquisa, conforme explica Yin (2001). Segundo o autor, o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Não é nem uma tática para a coleta de dados nem meramente uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente.

Além do estudo de caso, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (1999), é desenvolvida a partir de material já elaborado, como livros e artigos científicos. O autor salienta que a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente

Para examinar o problema de manutenção, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando conhecer sua evolução e principais características. Tentou-se conhecer o pensamento original de diversos autores e as últimas informações a respeito do assunto. Para execução desta etapa foram consultadas obras técnicas, didáticas, científicas e periódicos.

Foi realizada uma análise teórica do problema da manutenção e das alternativas que se apresentam nas pesquisas e experiências que estudiosos têm desenvolvido. Observou-se, também, aplicações práticas e resultados obtidos por empresas, opiniões das chefias de produção e diversos contatos pessoais. A partir desses dados, verificou-se que a Manutenção Preventiva seria uma boa alternativa na obtenção de resultados satisfatórios.

A técnica de pesquisa utilizada foi uma observação direta intensiva. Conforme Lakatos (2005), a observação é uma coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Os resultados foram dispostos de forma quantitativa, possibilitando se mensurar as melhorias de forma mais clara.

3.1. Empresa Analisada

O estudo de caso se iniciou em julho de 2005, e realizado na empresa de prestação de serviços logísticos RHALL TERMINAIS LTDA. Localizada no Parque Industrial II na cidade de Maringá, iniciou suas atividades no dia 1º de dezembro de 2003.

A Rhall surgiu da parceria entre as empresas Rhodes e América Latina Logística (ALL). A Rhodes tem participação majoritária no capital empregado, no entanto, a administração gerencial e operacional é realizada pela ALL.

A Rhall presta serviços de transbordo intermodal de produtos agrícolas, como soja, milho, trigo, farelo de soja, e também de fertilizantes como cloreto, sulfato de amônia, uréia, etc. Geralmente os produtos agrícolas são transbordados dos caminhões para os vagões e os fertilizantes são transbordados dos vagões para os caminhões.

A empresa possui cerca de sessenta funcionários, sendo seis deles destinados à manutenção do terminal (equipamentos e predial). Porém, a equipe responsável pela manutenção dos equipamentos possui três elementos: um mecânico, um mecânico eletricitista e um ajudante de mecânico.

3.2. Diagnóstico da Situação da Manutenção Antes da Manutenção Preventiva

Antes do estudo proposto, na empresa não havia nenhuma política de manutenção preventiva. Utilizava-se estritamente medidas corretivas, tornando a produção muito vulnerável. Os equipamentos eram manuseados sem maiores cuidados, visando apenas as metas da produção, muitas vezes prejudicando o equipamento.

A manutenção era apenas requerida após o momento da falha, ocasionando paradas não programadas e desnecessárias. As atividades básicas de manutenibilidade dos equipamentos não eram programadas, como por exemplo, a lubrificação dos rolamentos dos elevadores de caçamba, não apresentava programação nem planejamento. Por consequência desses fatos, o custo da manutenção no terminal era muito alto.

3.3. Fluxogramas de Carregamento de Vagões e de Descarga na Rhall Terminais

3.3.1 Fluxograma de carregamento de vagões

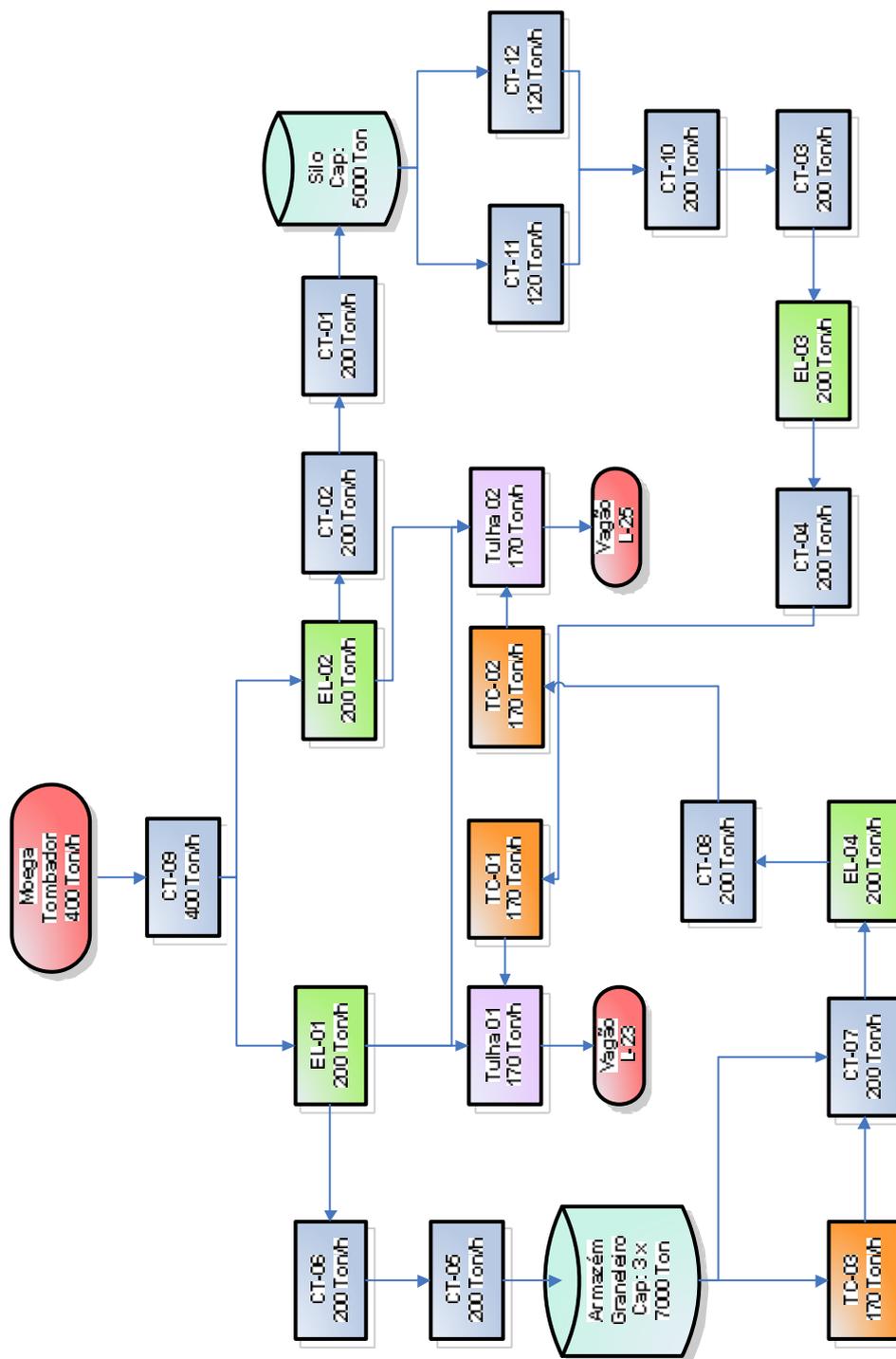


Figura 3.1: Fluxograma de Carregamento de Vagões na Rhall Terminais

A figura 3.1 mostra todos os equipamentos pelos quais o produto pode passar até chegar ao seu destino, os vagões. Pelo caminho mais rápido, sem ser estocado, o grão inicia seu trajeto no tombador de caminhões, onde ele é retirado do caminhão e transportado por uma correia transportadora (CT-09) até os elevadores de caçambas (EL-01 e EL-02). Dos elevadores, o produto vai direto para as tulhas, local em que o produto fica pré armazenado, até ser carregado nos vagões.

Caso seja necessário armazenar o produto por algum tempo no terminal, deve-se utilizar os outros equipamentos ilustrados na figura 3.1. Se for utilizado o silo, o produto segue do EL-02 para as correias CT-02 e CT-01 até chegar ao silo. Na retirada desse produto, utiliza-se as correias CT-11, CT-12, CT-10 e CT-03 até chegar ao elevador EL-03. Este elevador transfere o produto à CT-04, que o passa ao Transportador de Corrente TC-01, espalhando uniformemente na tulha 01, até seu carregamento nos vagões.

Se for utilizado o armazém graneleiro na estocagem do produto, os grãos seguem do EL-01 para as correias CT-06 e CT-05, lançando o produto no armazém. Na retirada, utiliza-se o transportador de corrente TC-03 e a correia CT-07 até chegar ao elevador EL-04, que eleva o produto até a correia CT-08, transferindo para o transportador de corrente TC-02, que finalmente espalha o produto na tulha 02, até ser carregado nos vagões.

3.3.2 Fluxograma de descarga de vagões

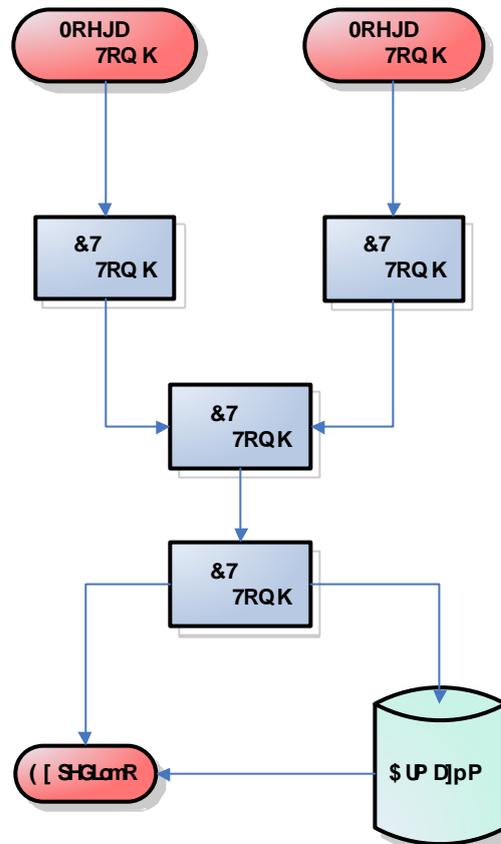


Figura 3.2: Fluxograma de Descarga de Vagões na Rhall Terminais

A descarga dos vagões pode ser realizada em duas linhas, portanto, duas moegas. Cada uma desemboca em uma correia, CT-01 e CT-02. Essas duas correias transferem o produto para a CT-03 e depois para a CT-04, que lança o produto nos caminhões. Se o produto for armazenado, ele é transportado para o armazém por caminhões.

3.4. Início das Atividades da Manutenção Preventiva

As atividades da Manutenção Preventiva tiveram início em setembro de 2005. A seguir explica-se um pouco sobre os equipamentos que entraram no programa e são explicitadas as atividades realizadas em cada um deles. As atividades e os intervalos foram definidos de acordo com os manuais fornecidos pelos fabricantes, contando com a ajuda do engenheiro mecânico da Rhodes (empresa majoritária na Rhall Terminais).

3.5. Equipamentos Inseridos no Programa de Manutenção Preventiva

3.5.1 Elevadores de caçambas

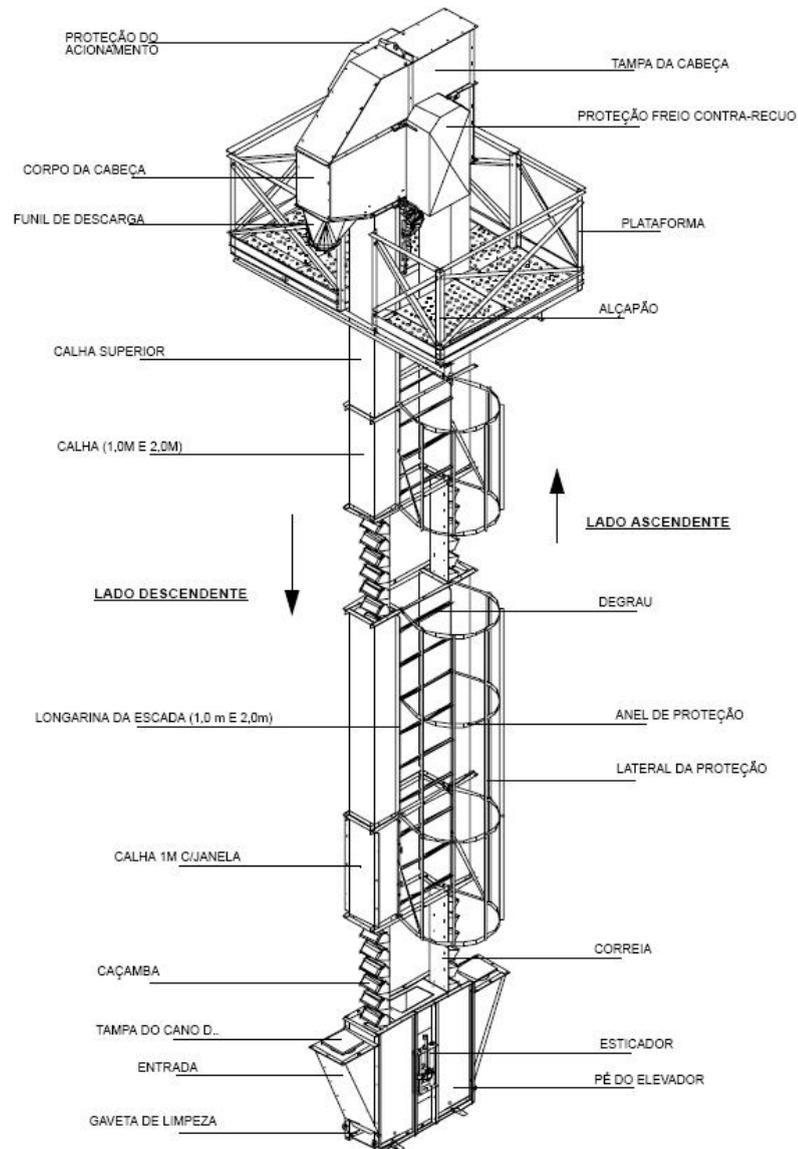


Figura3.3: Elevador de Caçamba

Os elevadores de caçamba são montados com chapa galvanizada e estrutura autoportante, são imprescindíveis em quaisquer instalações armazenadoras ou terminais de grãos. Projetados para elevação de grãos comerciais, sementes, farelos, farinhas e granéis sólidos. Os quatro elevadores utilizados na Rhall (EL-01, EL-02, EL-03 e EL-04) são fabricados pela Kepler Weber, do modelo EA-04, com capacidade de elevar 200 toneladas de produto por hora.

Possuem aproximadamente sete canecas por metro de correia e cerca de 45 metros de altura o mais alto e 38 metros o mais baixo, totalizando 630 e 530 canecas respectivamente.

O estaiamento (alinhamento e sustentação) dos elevadores é feito por cabos de aço. O acionamento, por motores elétricos acoplados em redutores de velocidade. A potência dos motores varia de acordo com a altura do elevador: 40 cv nos mais baixos (EL-02, EL-03 e EL-04) e 50 cv no EL-01.

3.5.2 Correias transportadoras

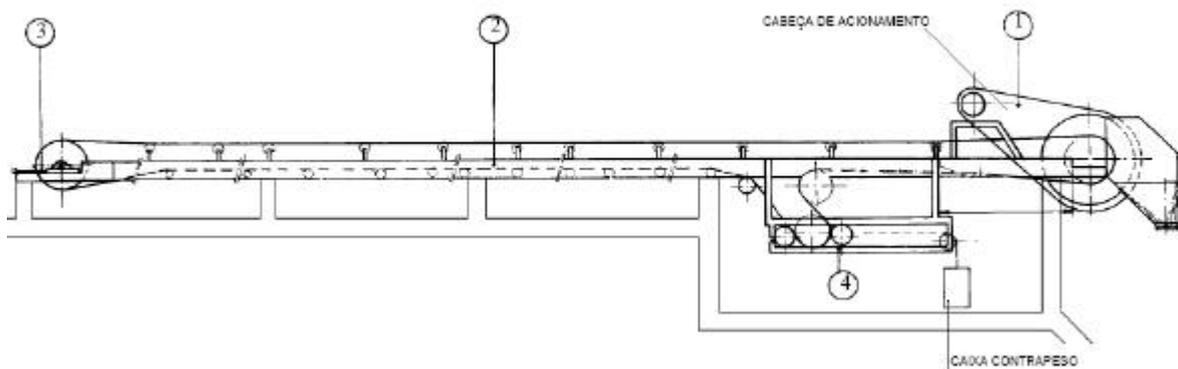


Figura 3.4: Correia Transportadora

As correias transportadoras nada mais são que esteiras que levam o produto de um ponto a outro. Sua capacidade de carga depende do diâmetro. No caso da Rhall, existem correias de 20 polegadas, com capacidade de 120 toneladas por hora; correias com diâmetro de 24 polegadas, capazes de transportar até 200 toneladas por hora; e uma correia de 30 polegadas, adaptada para transportar 400 toneladas por hora.

3.5.3 Transportadores de corrente

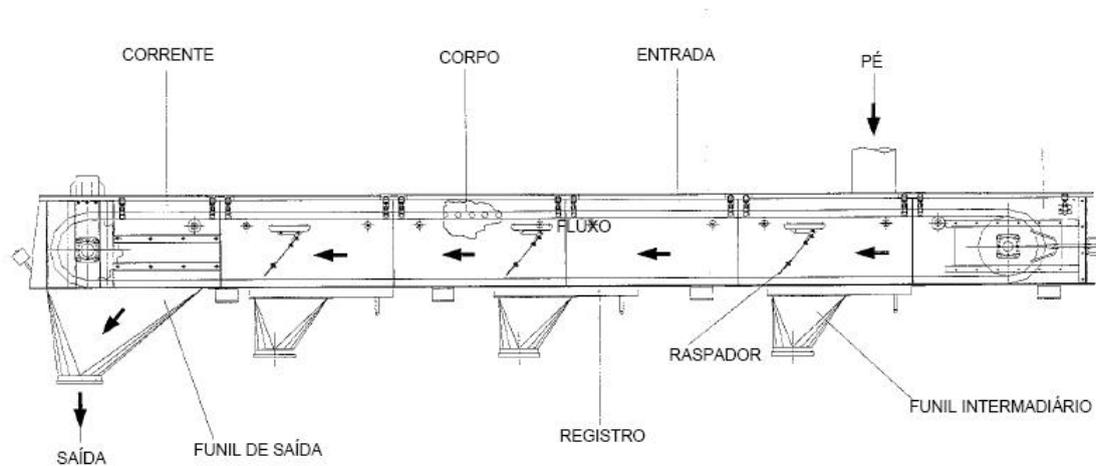


Figura 3.5: Transportador de Corrente

Os transportadores de corrente são utilizados para transporte horizontal na carga e descarga em silos, armazéns, moegas, máquinas de limpeza, secadores de cereais e demais equipamentos de beneficiamento. Para grandes volumes, é ideal quando o transporte exige mais de um ponto de descarga ao mesmo tempo, o que ocorre no carregamento dos vagões. Existe apenas um tubo chegando à tulha, mas esta deve ser completada em toda sua extensão. Os transportadores de corrente executam essa função.

3.6. Atividades da Manutenção Preventiva

3.6.1 Manutenção preventiva nos elevadores de caçamba

Dentre as atividades realizadas pela manutenção preventiva nos elevadores de caçamba, estão:

- *Alinhar / esticar a correia:* A cada quinze dias as correias dos elevadores mais usados (EL-01 e EL-02) são verificadas, alinhadas e esticadas. Nos demais (EL-03 e EL-04), a verificação ocorre mensalmente. A correia precisa ficar bem esticada, pois caso possua alguma folga, as canecas podem bater na parte inferior do elevador, quebrando-as. Além disso, quando ocorre folga na correia, ela pode desalinhar ou fazer com que o rolo gire em falso, ocasionando a queima da mesma. O alinhamento

deve ocorrer, pois, se a correia estiver desalinhada, esta poderá raspar na parede do elevador, gerando atrito e um possível furo, gerando um vazamento de produto.

- *Reapertar os parafusos de fixação das canecas:* Esta ação ocorre junto com o alinhamento da correia. É necessária, pois com o passar do tempo, os parafusos vão se soltando. Caso alguma caneca venha a se desprender da correia, ela quebrará muitas outras ao seu redor.
- *Troca das canecas desgastadas ou quebradas:* Devido ao atrito do produto, as canecas vão se desgastando com o passar do tempo, necessitando de substituição. Muitas vezes, objetos estranhos como galhos, tampas de bica de caminhão, pedaços de madeira, entram junto com os produtos, danificando muitas canecas.
- *Lubrificação dos rolamentos:* Segundo o fabricante, os rolamentos devem ser lubrificados bimestralmente. No entanto, teve-se que diminuir esse tempo para uma quinzena. O motivo é um sensor de movimento instalado no mancal que abriga o rolamento. Esse mancal teve que ser furado para prender a haste que aciona o sensor. Assim, ocorre uma infiltração de poeira que resseca o lubrificante em um período de tempo menor que o indicado pelo fabricante.
- *Troca de óleo do redutor de velocidade:* Conforme os fabricantes dos redutores especificam, o óleo deve ser checado a cada dois meses e trocado semestralmente.
- *Medição da amperagem do motor:* Mensalmente é medida a amperagem durante o funcionamento dos motores. Apesar de ser variável de acordo com a carga imposta ao motor, a quantidade de ampères que circula pelo mesmo segue os dados de uma tabela fornecida pelo fabricante, sendo possível saber se o motor está trabalhando dentro das condições estipuladas pelo fabricante ou se está apresentando algum problema.
- *Revisar o sistema de aspiração de pó:* Por se tratar de produtos agrícolas a granel, a atividade de transbordo gera muita poeira suspensa, sendo necessário a utilização de um sistema de aspiração de pó, composto por dutos e um exaustor, que deve ser periodicamente limpo e revisado.

- *Estaiamento*: Os cabos de aço devem estar sempre bem fixos e esticados, garantido a sustentabilidade do elevador. Caso haja folga em algum cabo, certamente o elevador irá desalinhar, causando o desalinhamento também da correia.
- *Limpeza*: Conforme Xenos (2004) explica: “A sujeira e objetos estranhos podem prejudicar o funcionamento dos equipamentos”, a limpeza dos elevadores e de qualquer tipo de equipamento é de vital importância à sua durabilidade. Além disso, a sujeira esconde sinais de falhas.

3.6.2 Manutenção preventiva nas correias transportadoras

A seguir são detalhadas as atividades realizadas na preventiva das Correias Transportadoras:

- *Alinhar a CT e esticar*: As correias devem estar devidamente alinhadas para que os produtos por ela transportados não caiam no chão. Se estiver indevidamente esticadas, pode ocorrer trepidações, gerando, também, queda de produtos.
- *Revisar rolos e roletes*: Os rolos e roletes devem estar lubrificados para que continuem girando e mantendo a correia alinhada. Caso deixem de girar, o atrito causado pela correia irá danificar o rolete.
- *Fixação dos cavaletes*: Os roletes devem estar devidamente fixados e mantidos em posição perpendicular à correia para garantir seu alinhamento.
- *Revisar emenda da correia*: A emenda deve ser revisada periodicamente, para que não rompa durante a produção.
- *Trocar óleo do redutor*: segue o mesmo padrão dos motores dos elevadores de caçamba.
- *Medição da amperagem do motor*: idem os elevadores de caçamba.
- *Revisar sistema de aspiração de pó*: idem os elevadores de caçamba.
- *Lubrificação dos rolamentos*: conforme descreve Xenos (2004), “A lubrificação desempenha um papel vital em vários tipos de equipamentos, pois evita o desgaste

excessivo por atrito entre as partes, além de evitar o sobre aquecimento, remover a poeira e materiais estranhos e evitar vibrações e ruídos”.

- *Limpeza do carro e chute:* O carro aqui descrito indica um equipamento que fica nas correias de retirada/envio de produtos do/ao armazém. Recebe o nome de carro por se deslocar pela correia por trilhos.

3.6.3 Manutenção preventiva nos transportadores de corrente

Das atividades realizadas nos transportadores de corrente, também chamado de *headler*, são dadas a seguir:

- *Alinhar / esticar as correntes:* Devem sempre estar alinhadas e esticadas.
- *Verificar desgastes dos trilhos:* Os trilhos devem ser verificados para garantir sua reposição no limite do uso.
- *Revisão / lubrificação dos roletes guia:* Idem às correias transportadoras.
- *Trocar óleo do redutor:* Idem aos elevadores de caçamba.
- *Medição da amperagem do motor:* Idem aos elevadores de caçamba.
- *Lubrificação dos rolamentos:* Idem às correias transportadoras.

3.7. Tabela de Programação das Atividades da Manutenção Preventiva

Uma tabela em forma de quadro foi colocada na oficina da empresa, com o propósito dos mecânicos saberem se as atividades da preventiva estão em dia. O quadro serve também como apoio de programação, sendo que os mecânicos podem planejar melhor suas atividades conhecendo as datas delineadas a cada equipamento. A seguir apresenta-se o modelo do quadro preenchido. As datas que aparecem no quadro são as datas das próximas inspeções aos equipamentos, sendo que os próprios mecânicos fazem a atualização do quadro. Um arquivo eletrônico em formato do Excel gerencia melhor as atividades, arquivando seu histórico e desempenhando uma visualização mais dinâmica, pois as datas atrasadas são exibidas em vermelho, as atualizadas em verde, e as que estão prestes a vencer, são exibidas em amarelo.

		Status da Manutenção Preventiva			
Elevadores					
Serviço	Ciclo (dias)	EL - 1	EL - 2	EL - 3	EL - 4
Alinhar / Esticar correia	60 / 15	24/11/05	24/11/05	09/12/05	09/12/05
Reapertar parafusos de fixação das canecas	60 / 15	24/11/05	24/11/05	08/01/06	08/01/06
Lubrificação dos rolamentos	60 / 15	24/11/05	24/11/05	09/03/06	09/03/06
Troca de óleo do redutor	360	03/06/06	13/11/06	15/12/05	19/06/06
Medição de amperagem do motor	30	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05
Revisar sistema de aspiração de pó	60	30/11/05	30/11/05	04/12/05	04/12/05
Pintura e reforma	360	15/12/05	15/12/05	15/12/05	15/12/05
Estaiamento	180	12/12/05	12/12/05	12/12/05	12/12/05

Transportadores de Corrente				
Serviço	Ciclo (dias)	TC - 1	TC - 2	TC - 3
Alinhar / Esticar correntes	60	04/01/06	13/12/05	13/12/05
Verificar desgastes dos trilhos	120	05/03/06	03/12/05	04/02/06
Revisão / Lubrificação dos roletes Guia	90	03/01/06	02/02/06	02/02/06
Troca de Óleo do Redutor	360	01/07/06	15/07/06	18/05/06
Medição de Amperagem	30	18/12/05	17/01/06	18/12/05
Lubrificação dos rolamentos	120	05/03/06	03/12/05	23/12/05
Limpeza	30	21/12/05	23/11/05	23/11/05

Correias Transportadoras (Fertilizantes)					
Serviço	Ciclo (dias)	CT - 1	CT - 2	CT - 3	CT - 4
Alinhar CT e esticar	60	20/01/06	20/01/06	20/01/06	20/01/06
Revisar rolos e roletes	90	19/02/06	19/02/06	19/02/06	19/02/06
Fixação dos cavaletes	180	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06
Revisar emenda da correia	90	19/02/06	19/02/06	19/02/06	19/02/06
Trocar óleo do redutor	360	15/12/05	15/12/05	15/12/05	15/12/05
Medição da Amperagem	30	17/01/06	17/01/06	17/01/06	17/01/06
Revisar sistema de aspiração de pó	60	20/01/06	20/01/06	20/01/06	20/01/06
Lubrificação dos rolamentos	120	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06
Limpeza do carro e chute	30	21/12/05	21/12/05	21/12/05	21/12/05

Correias Transportadoras (Maracanã)							
Serviço	Ciclo (dias)	CT - 1	CT - 2	CT - 3	CT - 4	CT - 5	CT - 6
Alinhar CT e esticar	60	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06
Revisar rolos e roletes	90	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06
Fixação dos cavaletes	180	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06
Revisar emenda da correia	90	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06
Trocar óleo do redutor	360	15/12/05	15/12/05	15/12/05	15/12/05	15/12/05	15/12/05
Medição da Amperagem	30	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05
Revisar sistema de aspiração de pó	60	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06	21/01/06
Lubrificação dos rolamentos	120	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06
Limpeza do carro e chute	30	22/12/05	22/12/05	22/12/05	22/12/05	22/12/05	22/12/05

Correias Transportadoras (Maracanã)							
Serviço	Ciclo (dias)	CT - 7	CT - 8	CT - 9	CT - 10	CT - 11	CT - 12
Alinhar CT e esticar	60	05/12/05	05/12/05	05/12/05	05/12/05	05/12/05	05/12/05
Revisar rolos e roletes	90	19/02/06	19/02/06	19/02/06	19/02/06	19/02/06	19/02/06
Fixação dos cavaletes	180	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06	01/02/06
Revisar emenda da correia	90	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06	20/02/06
Trocar óleo do redutor	360	15/12/05	15/12/05	15/12/05	26/06/06	15/12/05	15/12/05
Medição da Amperagem	30	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05	18/12/05
Revisar sistema de aspiração de pó	60	14/12/05	14/12/05	14/12/05	14/12/05	14/12/05	14/12/05
Lubrificação dos rolamentos	120	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06	17/02/06
Limpeza do carro e chute	30	22/12/05	22/12/05	15/12/05	22/12/05	22/12/05	22/12/05

Figura 3.6: Quadro de Status da Manutenção Preventiva na Rhall Terminais

3.8. Resultados Obtidos

A partir da implementação do programa de Manutenção Preventiva, observou-se que os resultados obtidos são de curto prazo. Logo no primeiro mês do programa, as paradas na produção ocasionadas por falhas diminuíram de dezoito para oito, aproximadamente 55%.

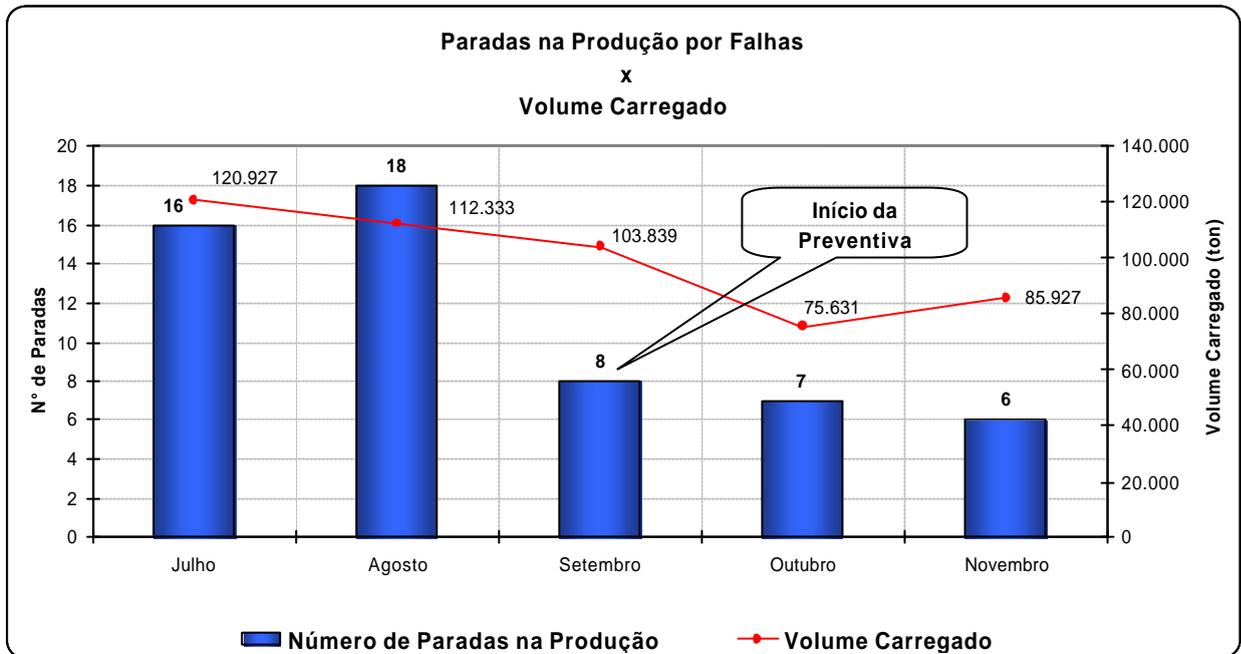


Figura 3.7: Número de Paradas na Produção vs Volume carregado na Rhall Terminais

No entanto, é preciso considerar que a produção no terminal não é constante, variando mês a mês. Portanto, deve-se considerar o quanto foi utilizado dos equipamentos através do total de volume carregado nos vagões. A partir dessa consideração, observa-se que houve uma melhora na disponibilidade dos equipamentos, como indica a figura 3.8. Os valores do gráfico indicam a média mensal de volume carregado até a ocorrência de uma parada na produção ocasionada por falha. Por exemplo, na média de setembro, a cada 12.980 toneladas carregadas em vagão, ocorria uma falha. Em cada vagão, carrega-se, geralmente, cinquenta toneladas de produto; considerando o carregamento de cinquenta vagões por dia, ocorreria uma falha a cada cinco dias. Antes da Preventiva, seriam apenas dois dias e meio.

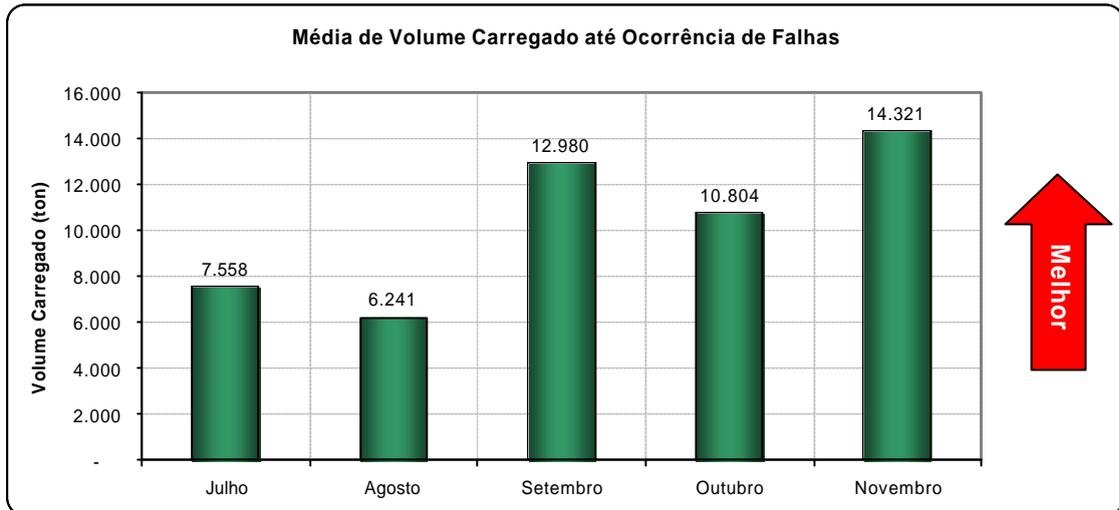


Figura 3.8: Média de Volume Carregado até Ocorrência de Falhas na Rhall Terminais

Pôde-se, também, verificar uma queda significativa nos custos da empresa com manutenção. Isso ocorreu porque não se espera mais a quebra do equipamento para realizar a substituição, é visado mente-lo funcionando através de atividades básicas de manutenibilidade, como lubrificação, limpeza, reapertamento dos parafusos, etc. É possível observar uma redução de aproximadamente 50% nos custos com os equipamentos que entraram no programa de manutenção preventiva. Deve-se ressaltar que os usuários e o pessoal da manutenção estão muito mais cuidadosos com os equipamentos.

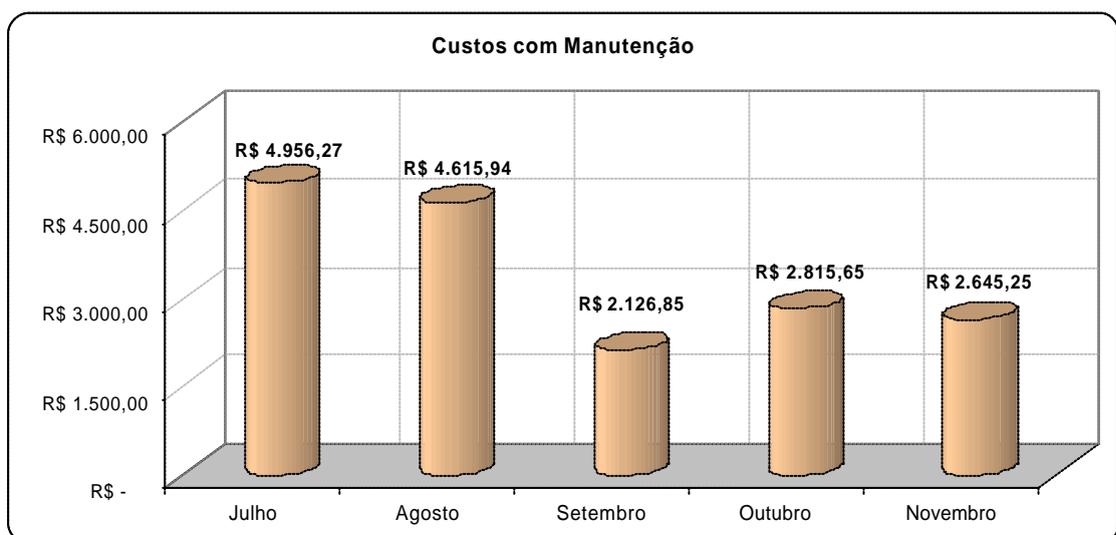


Figura 3.9: Custos com Manutenção na Rhall Terminais

Foi realizado uma estratificação das ocorrências das falhas em operação incorreta, manutenção incorreta e desgaste natural. Das dezesseis falhas ocorridas em julho, percebe-se que a maioria ocorre por manutenção incorreta realizada nos equipamentos. A partir do início do programa, foi realizado um treinamento do pessoal da manutenção, frisando os procedimentos a serem seguidos durante as inspeções nos equipamentos. Pode-se perceber que depois de setembro, não houve mais paradas devido à manutenção ter sido erroneamente realizada. Observa-se, que a operação incorreta dos equipamentos ainda é um problema na empresa, porém, as falhas operacionais também diminuiram.

Na verdade, diminuiu-se o retrabalho nos equipamentos, através de testes mais elaborados e bem feitos, o mecânico/eletricista consegue liberar o equipamento para seu uso mais seguro de que o mesmo não vai voltar a falhar pela mesma causa.

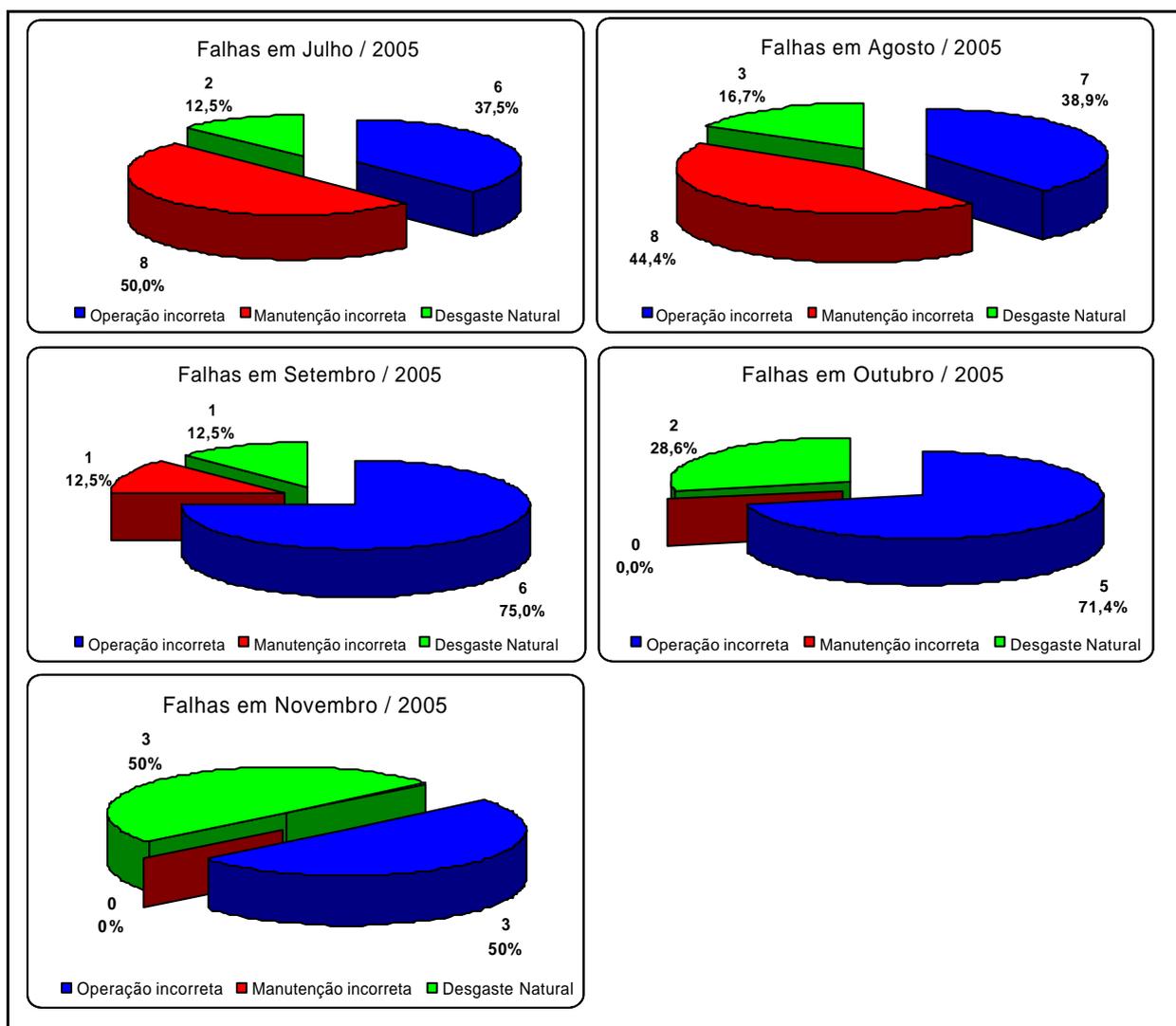


Figura 3.10: Estratificação das Ocorrências de Falhas

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão do estudo de caso, nota-se que a implantação da Manutenção Preventiva foi de grande importância para a melhoria nos serviços na Rhall Terminais. Os equipamentos tiveram uma disponibilidade maior após o início do programa. Conforme apresentado nos dados, é possível observar um aumento de aproximadamente 100% na média de volume carregado entre a ocorrência de falhas.

Esse resultado foi alcançado devido ao grande apoio recebido pela gerência do terminal. Isso foi de fundamental importância ao sucesso dos resultados obtidos. A administração esteve sempre presente nas análises de alternativas, na orientação diante dos problemas encontrados, enfim, apoiou em todos os sentidos a realização deste trabalho.

No entanto, deve-se salientar que ainda ocorrem muitas paradas na produção. O maior desafio, a partir de agora, é instruir os usuários a utilizarem os equipamentos devidamente. A maioria das paradas atualmente ocorridas no terminal são originadas através de utilização incorreta por parte dos usuários, sejam eles operadores ou mesmo supervisores. Na finalidade de diminuir também esse tipo de parada, estão sendo adotados outros tipos de medidas pelo terminal, como a elaboração de procedimentos operacionais padrão para as diversas atividades do terminal.

Uma das maiores dificuldades do programa não foi realizar o planejamento das atividades preventivas, mas lidar com a sensibilidade das pessoas. É relativamente fácil explicar para o usuário ou até mesmo para os mecânicos como e quando eles devem proceder. O complicado é fazer com que eles entendam que quanto mais o equipamento falhar, pior será para eles próprios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - CB-03 Comitê Brasileiro de Eletricidade / CE 03:056.01 - Comissão de Estudos de Confiabilidade. Confiabilidade e Manutenibilidade - NBR 5462. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro, 1994.
- FARIA, José Geraldo de Aguiar. Administração da manutenção: Sistema P.I.S. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.
- GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 2ª. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- KARDEC, Alan Pinto. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- LAFRAIA, J.R.B. Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F.P.; Administração da Produção. São Paulo: Editora Saraiva, 2000.
- MARTINS, Petronio. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2002.
- MIRSHAWKA, Victor. Manutenção preditiva: caminho para zero defeitos. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.
- MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lopes. Manutenção - combate aos custos da não-eficácia – a vez do Brasil. São Paulo: MAKRON Books: McGraw-Hill, 1993.
- MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.
- MONKS, Joseph G. Administração da Produção. São Paulo: Ebras/Durban, 1989.
- NEPOMUCENO L. X. Técnicas de manutenção preditiva. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

SLACK, Nigel et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takahashi. TPM – MPT – Manutenção Produtiva Total. São Paulo: IMAN, 1993.

TAVARES, Lourival. Administração moderna da manutenção. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

WIREMANN, Terry. Total Productive Maintenance; an american approach. New York, NY: Industrial Press, 1991. 192 p.

XENOS, Harilaus G. D. Gerenciando a Manutenção Produtiva, EDG - Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YIN, R. K. Estudo de caso: Planejamento e Método. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

BIBLIOGRAFIA

- FARIA, José Geraldo de Aguiar. Administração da manutenção: Sistema P.I.S. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.
- KARDEC, Alan Pinto. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- LAFRAIA, J.R.B. Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.
- SLACK, Nigel et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.
- XENOS, Harilaus G. D. Gerenciando a Manutenção Produtiva, EDG - Desenvolvimento Gerencial, 1998.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 261-4324 / 4219 Fax: (044) 261-5874**