

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

**APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E CONCEITOS DA
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL COMO PLANEJAMENTO
ESTRATÉGICO EM UM TERMINAL LOGÍSTICO**

Igor Leme Green Short

TCC-EP-36-2015

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E CONCEITOS DA MANUTENÇÃO
PRODUTIVA TOTAL COMO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
EM UM TERMINAL LOGÍSTICO

Igor Leme Green Short

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

Orientador(a): Prof^a. Msc. Syntia Lemos Cotrim

Maringá - Paraná

2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus grandes formadores e eternos responsáveis por todas as minhas conquistas, meus pais, Luiz Carlos Leite Green Short e Edula Margorete Leme Green Short.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado com o dom da vida.

Aos meus pais, Luiz Carlos L. Green Short (In Memoriam) e Edula M. Leme Green Short, por serem meus pilares nas minhas conquistas profissionais, mas sobretudo no que me tornei como pessoa. Se eu conseguir fazer por meus filhos metade do que fizeram por mim, serei eternamente feliz, sou o que sou por causa de vocês. Obrigado por tudo.

Aos meus colegas de classe, que sem dúvida alguma fizeram meus anos de faculdade muito mais agradáveis e divertidos, e que me mostraram o real valor do ditado “Deus escreve certo por linhas tortas”.

Aos grandes amigos de faculdade que fiz nesses anos de Maringá, são tantos que seria injusto citar um a um e correr o risco de esquecer de alguém. Obrigado meus irmãos, levarei todos comigo até o fim da vida.

À minha grande companheira e amada Stephanie A. Silva Aranha, pelo carinho e amor demonstrado nesses anos e, principalmente, por ser minha fonte de inspiração e motivação diária para alcançar meus objetivos e me mostrar que a vida pode ser muito mais bonita quando se tem alguém caminhando ao seu lado.

Agradeço também à Universidade Estadual de Maringá por ter feito parte de uma grande etapa em minha vida, no qual carregarei para sempre os ensinamentos adquiridos. Agradeço também à minha orientadora, Syntia Lemos Cotrim, pela confiança na elaboração deste trabalho e por me fazer querer extrair o meu melhor e acreditar que sempre há algo a ser melhorado.

E por fim, aos meus companheiros de trabalho, pela confiança depositada e pela parceria no dia a dia de lutas e conquistas.

RESUMO

Buscar alternativas e ferramentas que auxiliem as empresas no alcance da excelência comercial tem se mostrado mais necessário que nunca, tendo em vista que se faz cada vez mais obrigatório a redução de custos e eliminação de desperdícios para sobreviver no mercado. A manutenção industrial gerida estrategicamente tem papel fundamental na gestão de recursos e pessoas dentro de uma organização. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso sobre utilização dos conceitos da Manutenção Produtiva Total (TPM) como planejamento estratégico em um terminal logístico, utilizando métodos de rastreabilidade de informações, indicadores globais de atividades de manutenção e planos de ação que visam diminuir a indisponibilidade operacional. Os resultados mostram que após a estruturação e adoção de ações tomadas estrategicamente, as atividades relacionadas à manutenção se tornaram bem quistas dentro da empresa, e tornaram possível o crescimento intelectual e operacional de todos envolvidos.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Indicadores, Planejamento Estratégico, Disponibilidade.

SUMÁRIO

Sumário

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 | Justificativa | 2 |
| 1.2 | Definição e delimitação do problema | 3 |
| 1.3 | Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 | Objetivo geral | 3 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos;..... | 3 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 | Manutenção..... | 4 |
| 2.1.1 | Tipos de manutenção | 5 |
| 2.1.2 | A Manutenção e a produtividade..... | 8 |
| 2.2 | Manutenção Produtiva Total - (MPT) | 10 |
| 2.2.1 | Os Pilares da MPT..... | 11 |
| 2.3 | As Grandes Perdas | 13 |
| 2.4 | Sistema de Gestão de Desempenho | 14 |
| 2.4.1 | Indicadores de desempenho..... | 15 |
| 2.5 | Planejamento Estratégico..... | 16 |
| 2.6 | Gestão Estratégica da Manutenção | 17 |
| 2.7 | Ferramentas de Apoio a Gestão Estratégica da Manutenção..... | 21 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 22 |
| 4 | ESTUDO DE CASO | 24 |
| 4.1 | Caracterização da Empresa | 24 |
| 4.1.2 | O Processo Produtivo | 25 |
| 4.1.3 | O setor de Manutenção | 30 |

| | | |
|-------|--|--------------------------------------|
| 4.2 | O Planejamento Estratégico Colocado em Prática | 32 |
| 4.2.1 | Planejamento estratégico (P) | 33 |
| 4.3 | Implementação do Plano de Ação (D) | 37 |
| 4.3.1 | Disponibilidade das operações | 45 |
| 4.3.2 | Análise de causas | 47 |
| 4.4 | Verificação (C) | 53 |
| 4.5 | Ação (A) | 54 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 55 |
| 5.1 | Contribuições | Erro! Indicador não definido. |
| 5.2 | Barreiras e limitações | 56 |
| 5.3 | Trabalhos futuros | 59 |
| 6 | CONCLUSÃO | 58 |
| 7 | REFERÊNCIAS | 60 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Os oito pilares da MPT..... | 12 |
| Figura 2- O ciclo PDCA..... | 18 |
| Figura 3 - Organograma Terminal de Líquidos..... | 25 |
| Figura 4 - Fluxograma de descarga..... | 27 |
| Figura 5 - Fluxograma carregamento..... | 29 |
| Figura 6 - Organograma Setor Mecânica..... | 30 |
| Figura 7 - Registro de manutenções e paradas de produção..... | 37 |
| Figura 8 - O diagrama de Ishikawa..... | 47 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - As seis grandes perdas..... | 14 |
| Quadro 2 - Ferramentas da Qualidade..... | 21 |
| Quadro 3 - Plano de Ação 5W1H..... | 35 |
| Quadro 4 – Relatório de manutenção..... | 39 |
| Quadro 5 - A Matriz GUT..... | 48 |
| Quadro 6 – 5w1H..... | 52 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Tipos de manutenções..... | 39 |
| Gráfico 2 - Gráfico de Pareto manutenções elétricas..... | 40 |
| Gráfico 3 - Gráfico de Pareto manutenções mecânicas..... | 41 |
| Gráfico 4 - Gráfico de Pareto outras paradas..... | 42 |
| Gráfico 5 - Disponibilidade equipamentos elétricos..... | 44 |
| Gráfico 6 - Disponibilidade equipamentos mecânicos..... | 45 |
| Gráfico 7 - Gráfico de Pareto GUT..... | 49 |
| Gráfico 8 – Resultados disponibilidade equipamentos elétricos | 52 |
| Gráfico 9 - Resultados disponibilidade equipamentos mecânicos..... | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Manutenções elétricas..... | 38 |
| Tabela 2 - Manutenções mecânicas..... | 38 |
| Tabela 3 – Horas destinadas à manutenção..... | 45 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------|---|
| 5W1H | <i>What, Who, Why, When, Where e How</i> (respectivamente: o quê, quem, por quê, quando, onde e como) |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| GUT | Grau crítico Gravidade x Urgência x Tendência |
| MPT | Manutenção Produtiva Total |
| NBR | Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) |
| OS | Ordem de Serviço |
| PDCA | <i>Plan, Do, Check, Act</i> (respectivamente: planejar, executar, verificar e agir) |
| TMEF | Tempo Médio entre Falhas |
| TMPR | Tempo Médio para Reparos |

1 INTRODUÇÃO

A busca por um diferencial nas organizações nunca esteve tão forte e atuante no mercado como nos dias de hoje, principalmente quando se trata de um mercado economicamente instável como o Brasil. Devido essa turbulência financeira observamos profissionais e empresas determinados a desenvolver técnicas e ferramentas que buscam produzir mais, aumentar os lucros e principalmente reduzir custos.

A manutenção dentro de uma organização é uma peça fundamental para que a empresa consiga exercer suas atividades na máxima disponibilidade de seus ativos, sendo assim fator determinante nos resultados. Até recentemente, a manutenção era vista como um fator de custos e gastos e interpretada como um mal necessário dentro das empresas.

Quando um equipamento é mal instalado ou não funciona em sua plena capacidade, além de não contribuir positivamente para o fluxo de produção ele pode gerar riscos não somente à qualidade do produto ou do serviço, mas também riscos de acidentes. No passado, os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo de serviços repetitivos e de rotina, pura troca de peças, pouca técnica, com 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 maior relevância.

A Manutenção Produtiva Total (MPT) representa uma poderosa ferramenta gerencial orientada ao equipamento. Para Takahashi e Osada (2007) “a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo. ”

Wireman (1998) diz que o MPT é um programa operacional onde todos desenvolvem melhorias nos equipamentos e processos, e essa melhoria é medida através de indicadores de desempenho. Para Maskell (1991) e Norton (1992) “a medição de desempenho é um elemento essencial para o gerenciamento do desempenho da empresa, pois fornece informações que ajudam no planejamento e controle dos processos gerenciais, possibilitando, ainda, o monitoramento e o controle dos objetivos e metas estratégicas. ”

O presente trabalho pretende utilizar os conceitos do MPT, metodologia clara e ampla de gestão de equipamentos que considera aspectos e informações adquiridas dos operadores e dos técnicos da manutenção, para criar indicadores de desempenho de manutenção e propor um plano de manutenção preventiva em um terminal logístico de Sarandi – PR.

1.1 Justificativa

A empresa estudada se desenvolveu bastante nos últimos anos, expandindo suas instalações e seu quadro de funcionários, mas seus processos e métodos, principalmente em relação às atividades de manutenção, ainda apresentam caráter de uma pequena empresa.

A empresa demanda de grande quantidade de dispositivos elétricos e mecânicos, o que acarreta em um grande número de paradas para manutenção e geração de Ordens de Serviço. A partir desse grande número de paradas, notou-se que não há na empresa qualquer registro de controle dessas paradas, o que além de impossibilitar mensurar o quanto as paradas influenciam na produtividade do terminal, gera muita perda de informações principalmente nas trocas entre turnos.

A forma como são realizadas as manutenções na empresa sempre foram de caráter corretivas, ou seja, só é realizada inspeção quando apresenta defeito parcial ou inutilizando por completo o equipamento. Quando se constata a necessidade de manutenção, deve-se realizar a abertura de uma Ordem de Serviço no sistema interno da empresa para que se dê início à atividade, podendo as vezes demorar um certo tempo para que se inicie a atividade propriamente dita.

A implementação dos conceitos da Manutenção produtiva total foram aplicados a fim de obter uma máxima disponibilidade dos ativos da empresa, evitando grandes paradas de produção e diminuindo custos com manutenções não planejadas e perdas por quebras de equipamentos.

Como não existia um relatório de controle de paradas para manutenção o único modo de saber qual foi o equipamento danificado e qual o tipo de serviço realizado era realizando uma pesquisa no sistema, na própria tela de geração das ordens e devendo-se conhecer previamente o número de geração da mesma, tornando o processo demorado e pouco dinâmico.

Em relação aos indicadores de gestão de desempenho, o único existente na empresa era em relação ao número de ordens geradas que foram finalizadas no sistema pelo número de ordens

geradas que permaneciam em aberto. E todo o monitoramento das finalizações das ordens e a geração do indicador era realizado pelo próprio setor da manutenção.

1.2 Definição e delimitação do problema

O estudo foi realizado no Terminal de Líquidos da empresa, que consiste em operações de armazenamento e transbordo de granéis líquidos, juntamente com o setor de Manutenção da empresa.

A ideia geral do estudo era elevar o nível de qualidade e eficácia das manutenções realizadas na empresa, deixando de lado as características de uma pequena empresa e reformulando o modo de pensar dos gestores e operadores da empresa. Pensar e agir estrategicamente, para que a atividade de manutenção se integrasse de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo efetivamente para que a empresa caminhe rumo à excelência empresarial.

Os pilares da manutenção produtiva total foram aplicados a fim de suprir a necessidade organizacional da empresa sem deixar de atender às necessidades de ações rápidas e eficazes, garantindo uma máxima disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Aplicar conceitos e métodos integrados da Manutenção Produtiva Total (MPT) como planejamento estratégico dentro da organização.

1.3.2 Objetivos específicos;

- Caracterizar e entender o processo produtivo do Terminal de Líquidos da empresa;
- Criar uma ferramenta para alimentação de tipos e tempos de paradas para manutenção;
- Gerar um relatório com detalhamento dos dados;
- Propor indicadores para gestão de desempenho;
- Elaborar um estudo de relevância da manutenção na produtividade;
- Propor a elaboração de um plano de manutenção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manutenção

O termo manutenção tem origem no vocabulário militar, cujo intuito era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante” (MONCHY, 1989). Para Tavares (1999), o desenvolvimento industrial e a evolução da manutenção têm forte correlação, pois segundo ele, a manutenção era tida como de importância secundária até 1914 e era executada pelos próprios operadores de máquinas. Apenas na época da Primeira Guerra Mundial as fábricas sentiram a necessidade da criação de equipes de manutenção, pois as máquinas tinham que ser reparadas no menor tempo possível para que houvesse uma máxima otimização dos recursos. Surgiu então o que se conhece hoje como Manutenção Corretiva, atividade subordinada à operação de executar a manutenção.

A partir da década de 50 a alta direção das indústrias começa a se preocupar em prevenir as falhas, não somente corrigi-las. A partir daí, segundo Nakajima (1989), o termo manutenção consolida-se em definitivo nas empresas, surgindo a Manutenção preventiva e posteriormente os sistemas de gestão de manutenção.

Manutenção é definida pela Norma Brasileira NBR 5462-1994 como sendo a combinação de ações técnicas e administrativas, abrangendo as de supervisão, a fim de manter ou recolocar um item em um estado no qual possa exercer uma função requerida (ABNT 1994).

Para Monks (1999), a “manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições que irão apoiar as metas organizacionais”. Já Monchy (1989), amplia o conceito afirmando que “a manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos.

Manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado (KARDEC e NASCIF, 2012).

Segundo Xenos (2004), as atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo seu desgaste natural e pelo uso. Esta degradação se manifesta de diversas formas, desde a aparência externa ruim dos equipamentos até perdas de desempenho e paradas da produção. Fabricação de produtos de má qualidade e poluição

ambiental.

Pinto e Xavier (1999) vão ainda mais além, e atualmente definem a manutenção como algo que está presente para que não haja manutenção. Segundo os autores, o pessoal da área necessita estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las. Em paralelo, têm-se amadurecido as relações entre as organizações e suas contratadas na área de manutenção, onde pratica-se uma nova estratégia utilizando os chamados “contratos de parceria baseados em disponibilidade e confiabilidade”, nas quais os contratados, sejam eles terceiros ou próprios membros da organização, aumentam sua lucratividade à medida que melhoram a disponibilidade dos ativos da empresa que estão atuando. Neste tipo de contrato, não se pagam por “serviços”, mas sim “soluções” (PINTO e XAVIER, 1999)

2.1.1 Tipos de manutenção

Para Branco Filho (2008) os tipos de manutenção recebem diferentes nomes de acordo com a metodologia adotada como forma de realizar reparos. Serão apresentadas a seguir algumas das classificações.

- **Manutenção corretiva**

Nakajima (1999) diz que manutenção corretiva pode ser entendida como toda atividade realizada após o equipamento apresentar algum tipo de falha, afim de restabelece-lo à sua função plena e eliminando o estado de falha.

Para Xenos (2004) a opção por esse método de manutenção deve-se levar em conta fatores econômicos, se for mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas então a escolha é correta. Por outro lado, Xenos (2004) destaca que a escolha por não realizar um plano preventivo de falhas pode ocasionar significantes perdas de produtividade por interrupções na produção.

Para Kardec e Nascif (2012), a manutenção corretiva pode ser dividida em duas partes:

- a) **Manutenção corretiva não planejada:** caracterizada por uma manutenção em um fato já ocorrido, seja por uma falha de equipamento ou um desempenho menor do que o esperado. As quebras aleatórias podem ter consequências prejudiciais aos equipamentos.

- b) Manutenção corretiva planejada: corresponde ao acompanhamento do estado dos equipamentos, intervindo ou não no mesmo, realizado através de uma preditiva, detectiva ou inspeção.

- **Manutenção preventiva**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 5462 (1994) define como a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

Diz Kardec e Nascif (2012) que apesar da manutenção preventiva proporcionar um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de previsibilidade de consumo de matérias e sobressalentes, a mesma também promove a retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados o que demanda certo tempo de setup.

Xenos (2004), define a manutenção preventiva como o “coração das atividades de manutenção”, e se realizada periodicamente deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer organização. Ainda segundo Xenos (2004) a manutenção preventiva é mais cara relacionada à corretiva, pois as peças têm que ser trocadas e os componentes reformados antes de atingirem seus limites de vida, em compensação a frequência da ocorrência das falhas e as interrupções no processo produtivo diminuem.

Para Takahashi e Osada (2010) a manutenção preventiva é realizada em conformidade com um cronograma ou com índices de funcionamento da máquina. Normalmente, o período de revisão é baseado em históricos ou recomendações do fabricante. Enquadram-se nessa categoria as revisões sistemáticas do equipamento, as lubrificações periódicas, os planos de inspeção de equipamentos e os planos de calibração e de aferição de instrumentos. A manutenção preventiva por tempo são os serviços preventivos preestabelecidos através de programação (preventiva sistemática, lubrificação, inspeção ou rotina) definidas por unidades de calendário (dia, semana) ou por unidade não-calendário (horas de funcionamento, quilômetros rodados, etc.). A prevenção preventiva por estado são os serviços preventivos executados em função da condição operativa do equipamento (reparos de defeitos, preditiva, reforma ou revisão geral, etc.).

- **Manutenção preditiva**

Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se de um processo que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado. Assim, atua-se com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática para o acompanhamento das condições dos equipamentos.

A NBR 5462 (1994) define a manutenção preditiva como aquela cuja aplicação permite garantir a qualidade de serviço desejada através de uma sistemática de técnicas de análise, utilizando meios de supervisão centralizados ou de amostragem, afim de reduzir as manutenções preventivas e corretivas.

Para Xenos (2004) “a manutenção preditiva permite otimizar a troca das peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite.” É possível por exemplo prever o momento de trocar os rolamentos monitorando a variação da vibração do equipamento, ou prever o momento de reformar componentes mecânicos analisando o óleo lubrificante.

“Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à manutenção preditiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, 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.” (KARDEC E NASCIF, 2012,

Segundo Xavier (2003) para ser executada, a manutenção preditiva exige a utilização de aparelhos adequados, capazes de registrar vários fenômenos vibrações das máquinas; pressão; temperatura; desempenho; e aceleração. Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. A manutenção preditiva, após a análise dos fenômenos, adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados: estabelece um diagnóstico e efetua uma análise de tendências. No diagnóstico, detectada a irregularidade, o responsável terá o encargo

de estabelecer, na medida do possível, um diagnóstico referente à origem e à gravidade do defeito constatado. Este diagnóstico deve ser feito antes de se programar o reparo.

2.1.2 A Manutenção e a Produtividade

A contribuição da manutenção dentro de um sistema produtivo, segundo Kardec e Nascif (2012), pode ser resumida como a maior disponibilidade confiável da planta industrial ao menor custo, o que segundo os autores, resume-se em quanto maior esta disponibilidade menor a demanda de serviços, e conseqüentemente de custos, favorecendo o crescimento da produtividade da função manutenção.

Para Mirshawka (1991) se uma empresa desejar efetivamente a sobrevivência, em vista da contínua melhoria da concorrência, o caminho a ser seguido é o da intensificação das atividades de manutenção para se alcançar a excelência na manufatura. Assim, para se tornar competitiva em manufatura, todas as quebras, problemas de paralisação de máquinas não planejados precisam ser eliminados.

Segundo Xenos (2004), o mau relacionamento e conflitos entre os departamentos de produção e manutenção impactam diretamente no desempenho dos equipamentos. Para Xenos (2004), a constante comunicação e uma boa relação entre os departamentos é vital para melhoria dos resultados voltados à máxima obtenção da disponibilidade dos equipamentos.

Para Contador (1998), as atividades de manutenção são vitais para garantir que as funções previstas e planejadas em projeto serão exercidas pelos equipamentos, em qualquer que sejam as condições e por um período de tempo especificado, o que reflete na contribuição da manutenção para garantir por completo a confiabilidade dos equipamentos. A disponibilidade depende, além dos tempos de reparo do equipamento em manutenção corretiva e preventiva, do tempo do equipamento em fila de espera para manutenção. A confiabilidade do equipamento está relacionada à especificação de projeto do equipamento e dos serviços de manutenção preventiva, baseados em intervalos pré-determinados e em indicadores de estado.

Para Takahashi (2010) as interferências provocadas por paralisações pequenas e rápidas nos processos produtivos são mais relevantes e significativas do que realmente aparentam ser. Muitas vezes, no caso dessas paralisações ou irregularidades rápidas que afetam o tempo dos

ciclos de produção, devido à duração rápida das paralisações, é difícil acompanhá-las e tratá-las corretamente, e principalmente registrar essas paralisações, cuja identificação é crucial. Em geral, afirma o autor, os gerentes, supervisores e até os operadores solucionam essas paralisações rápidas de forma eficaz, sem chamar a equipe de manutenção. Portanto, o pessoal de manutenção tende a perdê-las de vista e, frequentemente, é difícil identificá-las. A disponibilidade dos equipamentos, citada e objetivada por diversos autores como Xenos (2004) e Takahashi e Osada (2010), é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

Para Kardec e Nascif (2012) o cálculo da disponibilidade pode ser apresentado pela Equação 1:

$$Disponibilidade = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

TMEF: Tempo médio entre falhas (em inglês MTBF – *Mean Time Between Failures*)

TMPR: Tempo médio para reparos (em inglês MTTR – *Mean Time to Repair*)

Segundo Contador (1998) o status de falha pode não ser notado até que o sistema é solicitado a operar. O tempo de parada da produção deve ser medido a partir da incidência da falha, ou seja, a partir do momento que alguém nota que o equipamento não está executando sua atividade em plena condição, e solicita a devida intervenção da equipe de manutenção.

Para Xenos (1998), uma maneira de avaliar as ações corretivas é medir o tempo gasto para reparar os equipamentos. Este tempo é o decorrido entre a detecção da falha e o término do reparo. Segundo Contador (1998), o tempo para reparar inclui várias atividades e atrasos que poderão ser medidos separadamente, caso seja estabelecida à meta de reduzi-los.

Para Contador (1998) o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo, embora se sobreponham, não são idênticos. O primeiro tempo começa antes do tempo de reparo ser deflagrado. Reparos frequentemente envolvem elementos de verificação (*checkout*) ou de

ajustagem que podem se estender além do tempo de paralisação. A definição e uso desses termos vão depender de como a disponibilidade ou os recursos de manutenção é considerado em cada situação

2.2 Manutenção Produtiva Total - (MPT)

A MPT teve início no Japão, e segundo Suzuki (1993) recebeu a denominação de Manutenção Produtiva Total por envolver todos os empregados da organização, e objetiva a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as “fábricas do futuro”, dotadas de automação.

Para Xenos (2004) a manutenção produtiva pode ser entendida como um conjunto de diversos métodos de manutenção, visando otimizar os fatores econômicos da produção, garantindo uma total utilização e produtividade dos equipamentos com o menor custo possível. Segundo o autor, a manutenção produtiva engloba todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos, desde a sua aquisição até seu sucateamento, e levam em consideração os custos de manutenção e a produtividade do equipamento ao longo das etapas do seu ciclo de vida.

Xenos (2004), ainda afirma que as somente as ações do departamento de manutenção são insuficientes para melhorar o desempenho dos equipamentos, e deve-se buscar constantemente o total alinhamento entre todos os setores da empresa, principalmente o departamento da produção.

“O objetivo fundamental da manutenção produtiva não é apenas evitar falhas nos equipamentos, mas aplicar a melhor combinação dos métodos de manutenção para que a produção não fique prejudicada, obtendo como retorno um elevado resultado econômico para toda a empresa” (XENOS, 2004 p.27)

A Manutenção Produtiva Total (MPT) de Takahashi e Osada (2010) é um conceito de trabalho que incentiva e propõem métodos para que haja a relação entre o operador de máquinas e o equipamento. MPT é um conjunto de atividades de gerenciamento voltada para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários. A partir da implantação dos conceitos da MPT, o operador de máquinas e equipamentos também se torna capacitado a executar manutenções mecânicas e elétricas.

O princípio básico do MPT é a eliminação total das perdas por toda empresa, o que acaba transformando o ambiente de trabalho e elevando, de maneira considerável, o conhecimento e a autoestima dos colaboradores (PINTO; LIMA, 2007).

Para Slack (2009) a manutenção produtiva é a “gestão de manutenção que reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e eficiência econômica nos projetos de fábricas”.

Suzuki (1993) define o processo de implementação da MPT em nove passos, também agrupados em quatro grandes fases:

- A. Preparação – engloba o anúncio formal da decisão de aplicação do MPT, com a formação do conhecimento necessário, a definição da estrutura organizacional responsável, o estabelecimento da política básica do MPT e suas metas, e o traçado de um plano mestre de implementação;
- B. Introdução – evento que marca o início formal da aplicação em um encontro com todos envolvidos no processo, na qual se efetua a reafirmação do comprometimento da alta administração;
- C. Implementação – engloba as atividades de fundamentais para o desenvolvimento do MPT, entre elas:
 - I. A melhoria focalizada, conduzida por times compostos por diversas especialidades;
 - II. A manutenção autônoma, conduzida pelos próprios operadores de processo;
 - III. A manutenção planejada, conduzida após definições técnicas baseadas na confiabilidade e no risco, na forma de corretiva, preventiva ou preditiva;
 - IV. Treinamento;
 - V. Adoção da gestão antecipada dos produtos e equipamentos envolvendo os planos de investimento, projeto de processos, projeto de fabricação e montagem de equipamentos, testes operacionais e gerenciamento da partida;
- D. Consolidação – envolve o desenvolvimento das diretrizes e metas com ênfase no enfoque da melhoria contínua suportadas por medidas precisas, contínuas e concretas na forma de indicadores de desempenho.

2.2.1 Os Pilares da MPT

Kardec e Nascif (2012) apresentam a “casa” da MPT, sustentada sobre oito pilares, que estabelecem um sistema para se atingir maior eficiência produtiva, conforme ilustra a Figura 1:

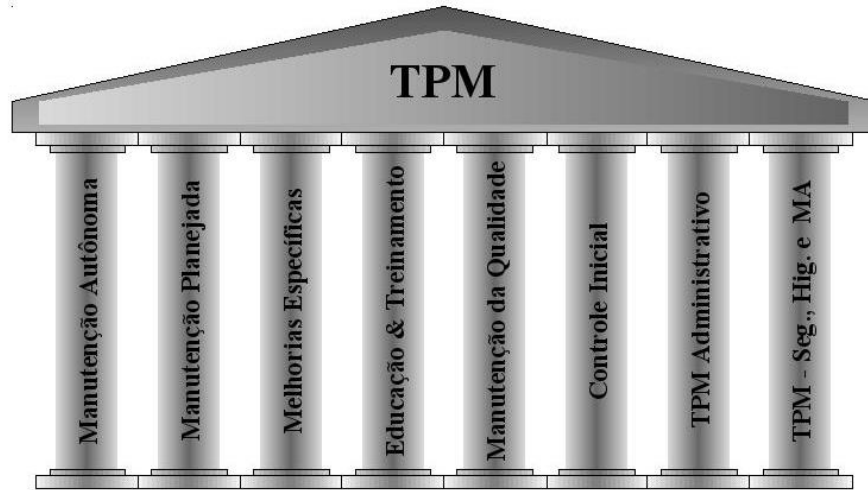


Figura 3 - Os oito pilares da MPT

Manutenção Autônoma: são informações ordenadas que permitam ao operador realizar uma manutenção periódica no equipamento; manutenção que geralmente envolve serviços de limpeza, lubrificação e inspeção básica (SOUZA, 1999)

Manutenção Planejada: para Kardec e Nascif (2012), a manutenção planejada significa ter realmente o planejamento e o controle da manutenção, o que implica treinamento em técnicas de planejamento, utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas.

Melhorias Específicas: segundo Takahashi e Osada (2010), as melhorias específicas servem para maximizar a eficiência da produção a partir de análises das perdas e avaliação da eficiência dos equipamentos.

Educação e Treinamento: para Kardec e Nascif (2012), este pilar consiste na ampliação da capacidade técnica, gerencial e comportamental de todos os envolvidos nas realizações das manutenções, sejam eles da operação ou da manutenção

Manutenção da Qualidade: segundo Takahashi e Osada (2010), a manutenção da qualidade refere-se sobre a eliminação de ocorrências crônicas de defeitos e criação de linhas de zero defeito.

Controle Inicial: segundo Kardec e Nascif (2012), consiste em estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos e equipamentos.

MPT Administrativo: para Kardec & Nascif (2012), consiste em um estabelecimento de um programa de MPT nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência e a máxima integração entre todos da empresa.

Segurança, Higiene e Meio ambiente: Estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente, tanto para os membros da organização quanto para a comunidade local.

2.3 As Grandes Perdas

O quadro 1 mostra as “seis grandes perdas” relacionadas ao equipamento Segundo Kardec e Nascif (2012):

| As 6 grandes perdas | Causa da Perda | Influência |
|--|---------------------|---------------------------|
| 1. Quebras 2. Mudança de linha | Paralisação | Tempo de Operação |
| 3. Operação em vazio e pequenas paradas 4. Velocidade reduzida em relação à nominal | Queda de velocidade | Tempo efetivo de operação |
| 5. Defeitos de produção 6. Queda de rendimento | Defeitos | Tempo efetivo de produção |

Quadro 1 - As seis grandes perdas

- **Perdas por quebras:** para Kardec e Nascif (2012) são as que contribuem com a maior parcela na queda do desempenho operacional dos equipamentos e definem-se em dois

tipos: Perda em função de uma falha do equipamento (quebra repentina) e perda em função de degeneração gradativa que torna os produtos defeituosos.

- **Perdas por mudança de linha:** são as perdas ocorridas quando é efetuada a mudança de uma linha, com a interrupção para preparação das máquinas para um novo produto. Esse tempo inclui alterações nas máquinas, regulagens e ajustes necessários.
- **Perdas por operação em vazio e pequenas paradas:** são interrupções momentâneas causadas por problemas na produção ou nos equipamentos, que muitas vezes exigem pronta intervenção do operador para que a linha volte a produzir normalmente.
- **Perdas por queda de velocidade de produção:** são provocadas por condições que levam a trabalhar numa velocidade menor, ocasionando perda. Exemplo: Superaquecimento em dias quentes por deficiência de refrigeração requer funcionamento com 80% da velocidade.
- **Perdas por produtos defeituosos:** são aquelas oriundas de qualquer retrabalho ou descarte de produtos defeituosos. Estas perdas devem incluir tudo aquilo que foi feito além do programado.
- **Perdas por queda no rendimento:** são as perdas ao não aproveitamento da capacidade nominal das máquinas, equipamentos ou sistemas causados, basicamente, por problemas operacionais. Falta de matéria prima por exemplo.

2.4 Sistema de Gestão de Desempenho

Avaliar o desempenho de uma empresa traz inúmeros benefícios, entre eles, saber o grau de atendimento ao cliente e apoiar a tomada de decisões, sendo um importante suporte para a iniciativa de programas de melhorias. Segundo Slack (2009) as medidas para melhoramento serão determinadas em partes pelo atual desempenho de determinada operação, portanto, todas as operações produtivas necessitam de alguma forma de indicadores de desempenho.

Para Slack (2009) em administração as medidas de desempenho fornecem o feedback gerencial necessário para tomada de decisão. É uma forma de monitorar o desempenho bem como o efeito das estratégias e planos, diagnosticar problemas, dar suporte a tomada de decisões, direcionar e guiar para operações, facilitar motivação e comunicação. As medidas de desempenho também facilitam a identificação do estágio atual e entendimento da evolução.

Segundo Zago (2008), as medidas de desempenho podem ser de resultado e de tendência. As medidas de desempenho de resultado consistem em indicadores de longo prazo, que correspondem ao efeito de ações e decisões tomadas antecipadamente, tais como: lucratividade, participação de mercado e satisfação de clientes.

Através das medidas de desempenho pode-se avaliar, controlar e melhorar processos de produção. Além disso, pode-se utilizá-la para comparar o desempenho de diferentes organizações, departamentos, equipes e indivíduos (GHALAYINI e NOBLE, 1996). De acordo com Harrington (1993) para uma empresa melhorar, a empresa precisa ser bem gerenciada, para ser gerenciada é necessário controle, e controle é só alcançado baseado em medição.

Segundo Wekerma (1995) muitos dos efeitos da concorrência poderiam ser reduzidos e algumas vezes até eliminados se os processos internos fossem bem controlados, com metas bem definidas, e um sistema de medição de desempenho para regulação e feedback sobre o desempenho do processo a ser comparado com o planejamento.

2.4.1 Indicadores de desempenho

Como definição, um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, tendo como característica principal poder sintetizar diversas informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (MITCHELL, 2004).

De acordo com Campos (2001), pode-se dizer que os indicadores são ferramentas utilizadas para a organização monitorar determinados processos (geralmente os denominados críticos) quanto ao alcance ou não de uma meta ou padrão mínimo de desempenho estabelecido. Visando correções de possíveis desvios identificados a partir do acompanhamento de dados, busca-se identificação das causas prováveis do não cumprimento de determinada meta e propostas de ação para melhoria do processo. Estes dados ainda fornecem informações importantes para o planejamento e o gerenciamento dos processos, podendo contribuir no processo de tomada de decisão.

Outro fator relevante é a finalidade dos indicadores. Eles servem para medir o grau de sucesso da implantação de uma estratégia em relação ao alcance do objetivo estabelecido. Entretanto, é fundamental que seja observado o fato de que "... um indicador muito complexo ou de difícil

mensuração não é adequado, pois o custo para sua obtenção pode inviabilizar a sua operacionalização" (CORAL, 2002,).

Lima (2001) cita que os indicadores são um meio de comunicação entre o desempenho atingido por determinadas atividades ou ações, associando os resultados ou medidas, estas que servem como forma de oferecer confiabilidade as decisões, às metas estabelecidas pela estratégia, ou seja, os indicadores de desempenho fornecem uma comparação entre o desempenho atingido e o planejado.

2.5 Planejamento Estratégico

Para Chiavenato e Sapiro (2003) o planejamento estratégico é usado nas organizações como um processo gerencial de orientação às tomadas de decisões e tem grande participação na definição do nível de maturidade que se encontra a empresa. Implica em realizar diagnósticos em diversos níveis dentro de uma organização, tanto o meio externo como as condições internas a serem desenvolvidas para enfrentar os desafios da evolução empresarial.

Para Oliveira (2004), o planejamento estratégico pode ser definido como “um processo gerencial que possibilita ao executivo estabelecer o rumo a ser seguido pela empresa, com vistas a obter um nível de otimização na relação da empresa com o seu ambiente, onde o futuro tende a ser diferente do passado”.

“O planejamento estratégico a ser desenvolvido, e que constitui parte integrante da gestão estratégica da organização, leva em conta o teor da análise ambiental e do diagnóstico inicial efetuado no âmbito da organização sob estudo, para fins de geração de plano estratégico” (OLIVEIRA, 2004)

Segundo Campbell (2006) o planejamento estratégico é um processo metódico, e muito bem estruturado, a fim de obter objetivos específicos com base em estudos de avaliação dos ambientes internos e externos ao setor estudado, concentrando esforços e recursos.

2.6 Gestão Estratégica da Manutenção

A gestão estratégica da manutenção deve ser um desdobramento do planejamento estratégico da organização como um todo, seus processos, métodos e procedimentos devem estar alinhados com as diretrizes estabelecidas pelos diretores.

Para Kardec e Nascif (2012) o sucesso da manutenção orientada ao planejamento estratégico passa pela gestão eficaz das atividades de manutenção, pois tem a capacidade de interferir diretamente na produtividade através da disponibilidade dos ativos, interferir nos lucros, nos requisitos de saúde e segurança da organização, e interferir na qualidade diretamente percebida pelos clientes

“A manutenção, para ser estratégica, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz: ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma para de produção ou o não fornecimento de um serviço” (KARDEC; RIBEIRO, 2002)

Para realizar o processo de alinhamento estratégico do setor de manutenção, (KARDEC, FLORES e SEIXAS, 2002) apresentam 4 etapas para fazer a gestão da manutenção, baseadas no ciclo PDCA de melhoria conforme Figura 2:

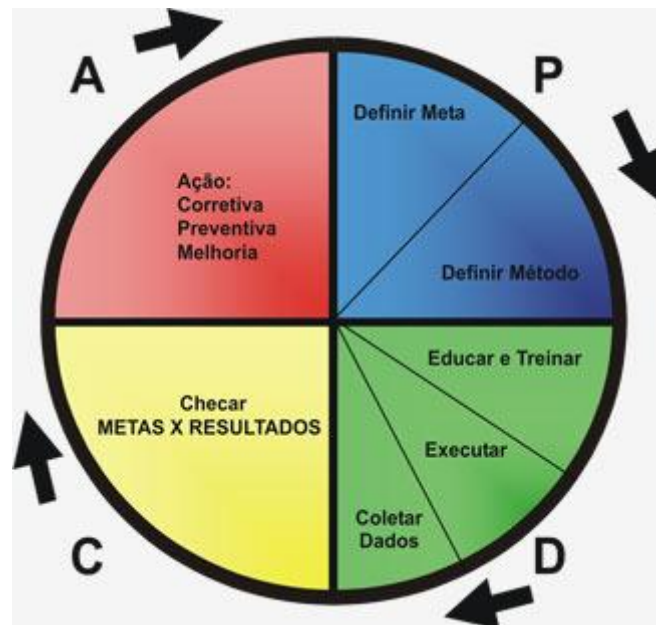


Figura 4- O ciclo PDCA

➤ **Primeira etapa: Planejar (P)**

Para Clark (2001) planejar é a fase mais importante do projeto, por ser o início do ciclo e ser a base da eficácia futura do ciclo. “Na etapa de planejamento deve-se definir o objetivo específico (meta) a ser alcançada pela organização, quais as pessoas a serem envolvidas nesse processo, qual será o prazo para efetivação do plano de ação a ser elaborado, quais serão os dados a serem coletados durante o processo, e quaisquer outras questões que envolvem todo um planejamento minucioso do processo a ser executado” (CLARK, 2001).

Coleta de dados para definição de um plano de ações para a redução da diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo

➤ **Segunda etapa: Fazer (D)**

Nesta etapa todas as metas e objetivos traçados na etapa anterior e devidamente formalizados em um plano de ação, deverão ser postos em práticas, de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização.

Campos (2001) subdivide a fase de execução em duas etapas principais: a etapa de treinamento e a etapa de execução da ação. Na etapa de treinamento, o plano de ação e o contexto geral do

estudo devem ser repassados a todos os funcionários envolvidos, para que todos tenham conhecimento do papel que cada um terá dentro do projeto. Na etapa de execução da ação, deve-se efetuar verificações periódicas no local em que as ações estão sendo efetuadas, a fim de manter o controle e sanar possíveis dúvidas que possam ocorrer ao longo da execução. Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados para alimentar a etapa seguinte do ciclo PDCA (CAMPOS, 2001)

➤ **Terceira etapa: Verificar (C)**

Monitoramento do plano colocado em operação na segunda etapa, verificando se as variáveis do processo estão reduzindo a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo e se os efeitos resultantes do plano de ação estão realmente criando melhorias.

Clark (2001) sugere que nessa fase algumas questões devem ser levantadas a fim de analisar criticamente as ações tomadas na fase anterior, questões como eficácia das ações frente aos objetivos pré-estabelecidos, comprometimentos de todos os envolvidos e viabilidade de investimentos devem ser levantadas.

Kardec e Ribeiro (2002) afirmam que um elemento essencial em uma gestão estratégica bem-sucedida é a auditoria. Ela permite avaliar o cumprimento do planejamento estabelecido, não só o ponto de vista quantitativo que é fornecido pelos indicadores, mas, principalmente, do ponto de vista da gestão.

➤ **Quarta etapa: Agir (A)**

Na etapa de ação, é onde se deflagra a necessidade de se iniciar um dos processos mais importantes, a melhoria contínua. Para Campos (2001), a partir do momento que uma organização obtém seus padrões de excelência, estes deverão sofrer contínuas mudanças, a fim de melhorá-los cada vez mais, evidenciando o processo de melhoria contínua e mantendo a competitividade associada aqueles padrões.

Kardec e Ribeiro (2002) vão mais além, e definem que para que a função manutenção tenha uma ação estratégica é necessário que se tenha um processo de gestão estratégico que contemple pelo menos, as seguintes etapas:

➤ **Planejamento Estratégico (P)**

- Política e diretrizes
- Situação atual – diagnóstico
- Situação futura – Metas estratégicas baseadas diretrizes estabelecidas
- Caminhos estratégicos ou “Melhores Práticas”
- Indicadores
- Plano de Ação

➤ Implementação do Plano de Ação (D)

Importante nessa fase é que os gestores do processo devem direcionar corretamente e persistentemente as ações da equipe rumo aos objetivos. A equipe deve ser mantida coesa e consciente que os resultados dependem de todos os envolvidos.

➤ Evolução dos Indicadores e Auditorias (C)

Através da medição e avaliação do que está sendo feito, que é abrangido nessa etapa, é que podem ser tomadas as decisões gerenciais sobre correções necessárias no processo de gestão estratégica

➤ Ações Corretivas e sistema de Consequências (A)

Com informações dos indicadores e auditorias, os responsáveis possuem informações que serão utilizadas como guia nas ações a serem tomadas para correção ou melhorias em possíveis desvios ocorridos em relação ao planejamento inicial.

Para Weber e Thomas (2005), estas mudanças estratégicas da manutenção têm como objetivo impactar diretamente nos resultados da empresa, tais como:

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do faturamento e do lucro;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Redução da demanda de serviços;
- Otimização de custos;
- Preservação ambiental.

2.7 Ferramentas de Apoio a Gestão Estratégica da Manutenção

Para o alcance das metas e objetivos, pode-se fazer uso de certas ferramentas de coletas de dados e recursos, processamento e explanação das informações. Essas ferramentas são denominadas ferramentas da qualidade, e algumas delas serão utilizadas no presente estudo, tais como: Fluxograma, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, *Brainstorming*, 5W1H e Matriz GUT. O Quadro 2 apresenta e descreve as ferramentas de apoio utilizadas no presente estudo:

| Ferramenta | Descrição | Fonte |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| Fluxograma | O fluxograma destina-se à descrição de processos e sequência do trabalho, e são combinações de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço com determinadas características. A cada etapa do processo se atribui uma forma geométrica de acordo com o tipo de atividade a ele relacionado. | Lins (1993) |
| Gráfico de Pareto | O Gráfico de Pareto é uma forma de evidenciar e visualizar a priorização de problemas e projetos dentro de um processo. Os problemas são qualificados como “poucos e vitais” e “muitos e triviais”, e pode ser chamado também como gráfico 20/80, onde 20% das causas explicam 80% dos problemas. | Werkema (1995) |
| Diagrama de Causa e Efeito | É utilizado quando precisamos identificar as causas de um problema. O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas, desdobrar tais causas até os níveis de detalhe adequados à solução do problema | Lins (1993) |
| Brainstorming | O Brainstorming é uma ferramenta associada à criatividade, e é, por isso, preponderantemente usada na busca de soluções. O brainstorming é usado para que um grupo de pessoas crie o maior número de ideias acerca de um tema previamente selecionado | Meireles (2001) |
| Matriz GUT | É uma forma de se tratar de problemas com o objetivo de priorizá-los. Após levantamento das causas para um determinado problema, a matriz GUT permite quantificar cada uma das causas de acordo com sua gravidade, urgência e tendência | Gomes (2006) |
| 5W1H | O 5W1H pode ser um considerado um check-list, onde a terminologia tem origem nas palavras da língua inglesa What, Who, Why, When, Where e How. Esta ferramenta pode ser aplicada a várias áreas do conhecimento, servindo como base de planejamento, como, por exemplo, para planejamento de qualidade, de aquisições, de recursos humanos, de riscos, entre outras em que se mostre necessário. | Campos (1992) |

Quadro 2- Ferramentas da Qualidade

3 METODOLOGIA

Este trabalho se trata de um estudo de caso, de natureza exploratória, pois segundo Gil (2001) este tipo de pesquisa é utilizada quando se possui um certo grau de familiaridade com o tema estudado, possibilitando uma grande lucidez sobre o assunto, permitindo aprimora-lo construindo hipóteses e aprimorando ideias já conhecidas sobre o tema.

Ainda de acordo Gil (2001) a escolha do estudo de caso como estratégia de pesquisa se deve ao fato de ser um estudo aprofundado sobre os elementos que constituem o sistema, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, possibilitando seu completo mapeamento e uma possível detecção de anomalias.

A coleta de dados foi realizada por meio de formulários, *check list*, e planilhas eletrônicas desenvolvidas exclusivamente para obtenção e alimentação de dados de tipos e tempos de paradas para manutenção.

Para uma melhor organização e, como forma de trabalhar com os dados coletados, foram criados relatórios em forma de planilhas que foram alimentados diariamente com as informações coletadas no *check list*. Para manipulação e apresentação dos dados, foram utilizadas ferramentas estatísticas como gráficos, diagramas de Pareto e tabelas. Para a análise da relevância das atividades de manutenção e apresentação final dos dados, foram implantados indicadores de desempenho monitorados com a utilização de gráficos para melhor visualização dos dados.

O primeiro passo do estudo foi realizar um diagnóstico atual da empresa, apresentar todo o processo produtivo do setor estudado, mapear seus processos de carregamento de caminhões tanque, e principalmente os processos e atividades que compõem a manutenção dentro da organização, já introduzindo os conceitos básicos da Manutenção Produtiva Total.

O segundo passo consistiu na criação de uma ferramenta de coleta de dados dos tipos de manutenções realizadas no carregamento rodoviário, que serviram como fonte de dados para o desenvolvimento de um relatório de acompanhamento de atividades de manutenção e os tempos destinadas às mesmas.

Passado o período da coleta de dados, iniciou-se a terceira etapa, que foi a criação dos indicadores de manutenção, compostos pelos tipos de paradas para manutenções bem como o tempo decorrente para a realização das mesmas.

Os indicadores foram utilizados como base para a elaboração dos planos de ações alinhados aos conceitos da MPT como forma de obter uma significativa evolução nas atividades de manutenção realizadas na empresa.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Empresa

A empresa estudada emprega cerca de 300 funcionários e atua no ramo de transbordo e armazenamento de produtos, atuando na recepção e expedição rodoviária e ferroviária de graneis sólidos (açúcar, grãos e derivados) e líquidos (combustíveis).

O Terminal de Sólidos é constituído por 3 galpões com capacidade total de 300 mil toneladas de armazenamento, onde recebe pelo modal rodoviário e escoam pelos modais ferroviários graneis sólidos como Açúcar, Soja, Farelo de Soja e Milho. O Terminal de Líquidos é constituído por 17 tanques com capacidade total de 92 milhões de litros de armazenamento e uma movimentação mensal de aproximadamente 150 milhões de litros, onde recebe e escoam pelos modais rodoviário e ferroviário graneis líquidos como Etanol, Gasolina, Diesel e Biodiesel.

O terminal de graneis líquidos está projetado para trabalhar com diversos produtos, operando simultaneamente de forma segregada. O terminal de graneis sólidos está projetado para operar com até quatro produtos, operando de forma segregada.

O Terminal de Líquidos movimenta cerca de 5 milhões de litros de combustível por dia, se dividindo em três turnos com jornadas de 7 horas operando 7 dias por semana e atendendo a demanda de 12 principais distribuidoras clientes. O terminal de líquidos, escolhido como objeto de estudo deste trabalho, se divide basicamente em sete setores: portaria, balança/faturamento, laboratório de análises, plataforma rodoviária, plataforma ferroviária, casa de bombas e bacias de tanques. A Figura 3 ilustra o organograma do Terminal de Líquidos:

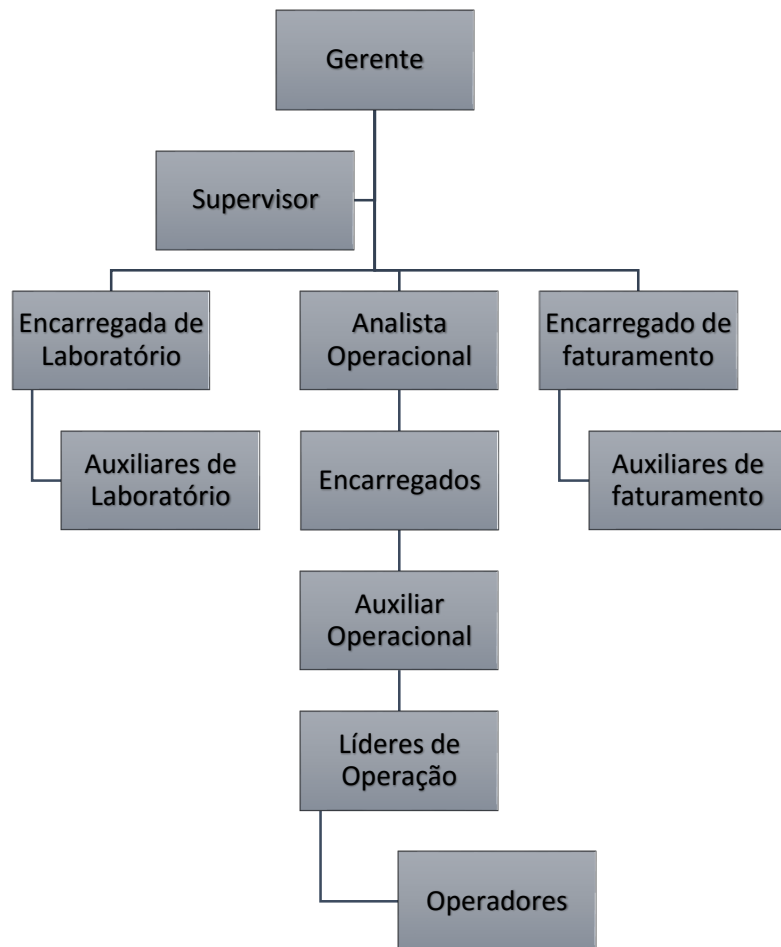


Figura 3 - Organograma Terminal de Líquidos

4.1.2 O Processo Produtivo

Os processos chaves do setor estudado dividem-se basicamente em descarregamento e carregamento rodoviário e ferroviário, mas a atividade mais rentável da empresa é o carregamento rodoviário. Por ser mais o processo mais rentável, o carregamento rodoviário demanda de um número significativo de automação e equipamentos de alto valor agregado, este foi escolhido como o objeto principal do estudo.

4.1.2.1 Recebimento de produto

Primeiramente, a Superintendência Comercial verifica junto à gerência do Terminal de Líquidos as disponibilidades de espaço do terminal para novas contratações, uma vez confirmada a disponibilidade de espaço, a Superintendência Comercial inicia o processo de

prospecção de novos negócios, por meio de visitas a clientes, reuniões e contatos telefônicos. Após os primeiros contatos, inicia-se o estágio de negociação com as empresas interessadas, neste período são negociadas questões tais como: tipo de contrato (armazenagem, distribuição, transbordo), período do contrato, produtos e volumes que serão movimentados, cadência de movimentação, preço e demais detalhes. Após a confirmação da negociação, todas informações relevantes são repassadas ao departamento operacional, que se encarrega de realizar as operações propriamente ditas.

Via modal rodoviário, as distribuidoras carregam os caminhões nas Usinas e os encaminham até o Terminal de transbordo, onde são realizadas as seguintes atividades:

- Na portaria, primeiramente são realizados os cadastros do caminhão, motorista, da transportadora contratada pela distribuidora e da nota fiscal do produto. Se os dados estiverem conformes, o veículo é alocado na fila de espera e separado por cliente e produto a ser descarregado;
- Após a realização do cadastro, as informações são repassadas à balança rodoviária que fica responsável pela organização e monitoramento da fila, informando à operação o status da fila e os caminhões a serem descarregados;
- Quando solicitado pela operação, o caminhão é chamado e orientado a se dirigir à balança para realização da pesagem e conferência da nota fiscal. Os dados estando corretos o veículo é dirigido até a baía de descarga, esta que deve ser devidamente verificada se é o local certo para a realização da descarga, para que não haja contaminação entre produtos pelo descarregamento em baias erradas;
- Quando o caminhão estiver posicionado na baía correta, o operador do Terminal deve conferir se todos os lacres não estão violados e se conferem com os dados presentes na nota fiscal. Se houver indício de violação, os gestores da área devem ser avisados imediatamente, e se encarregarão de comunicar o cliente sobre o ocorrido e aguardar instruções dos mesmos. Se todos os lacres estiverem conformes, as tampas superiores do caminhão podem ser abertas para realização das medições de volume e coletas de amostras que são levadas ao laboratório;
- No laboratório são realizadas as análises de especificações do produto como, condutividade elétrica, pH, acidez, teor alcoólico e massa específica. Se os dados do produto estiverem dentro de especificação e não divergindo dos dados provenientes da usina onde o caminhão foi carregado, o produto está apto a ser descarregado, se

houver alguma divergência o cliente é informado e o produto fica no aguardo de autorização da descarga;

- Após a liberação da descarga, o operador engata o mangote na válvula de descarga e avisa o operador da casa de bombas que o produto está pronto para ser drenado. O operador da casa de bombas fica responsável por acionar e desligar a bomba quando necessário, e são essas bombas que propulsionam o produto até o tanque de armazenagem;
- Finalizada a descarga do produto o veículo é liberado para dirigir-se a balança onde é realizada a pesagem de saída e o caminhão liberado para seguir viagem. O fluxograma completo das atividades de descarga via rodoviário pode ser visto na figura 4:

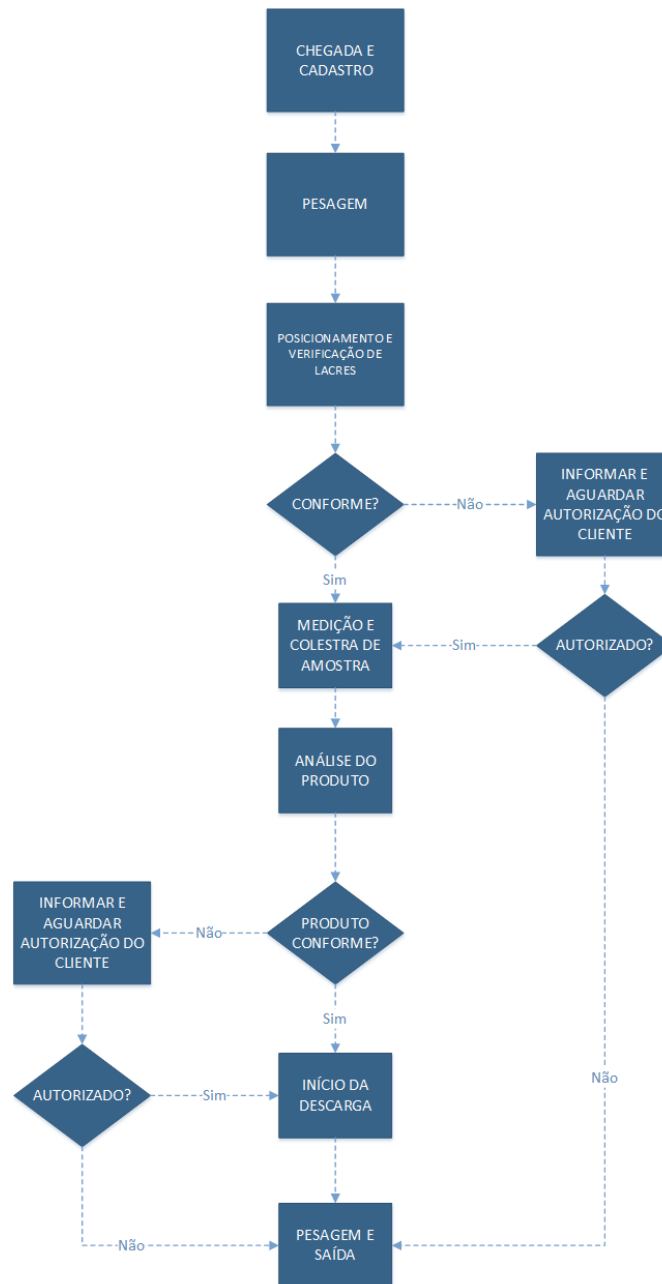


Figura 4 - Fluxograma de descarga

Via modal ferroviário o transporte dos vagões é realizado por uma empresa especializada em logística, e os contratos são acordados entre distribuidoras e essa empresa, que fica responsável por agendar e programar a descarga juntamente com o departamento comercial da empresa. O procedimento de descarga ferroviário é realizado da seguinte maneira:

- Departamento Operacional verifica se há programação de descarga enviada pelo Departamento Comercial ou pelo próprio cliente;
- Empresa logística oferta vagões carregados e realiza a manobra de encoste;
- Departamento operacional verifica documentação de descarga, disponibilidade de espaço nos tanques e repassa as informações para o Operador juntamente com a liberação da verificação e medição do vagão;
- Liberada a verificação, o operador abre o vagão e realiza as medições de volume, temperatura e coleta a amostra a ser encaminhada ao laboratório;
- Se aprovadas as especificações do produto, o operador engata o mangote no vagão, e informa o operador da casa de bombas que aciona a bomba e inicia o processo de descarga.

4.1.2.2 Expedição de produto

Semelhante ao processo de descarga, as ordens de carregamento são acordadas entre distribuidoras e departamento comercial. Diferentemente da descarga, a fila para expedição é apenas uma e classificada por ordem de chegada, não havendo separação por produto ou cliente:

- A balança fica responsável por chamar o caminhão a ser carregado, realizar a pesagem, emitir o ticket de carregamento e encaminhar o veículo até a baia de expedição;
- Ao chegar na plataforma o caminhão é posicionado conforme a programação de carregamento;
- O operador fica responsável por passar o ticket no leitor de código de barras e dar início a operação;
- Finalizado o carregamento, é realizada medição e coleta de amostra que fica armazenada no laboratório;

A Figura 5 ilustra o mapeamento global do processo de carregamento:

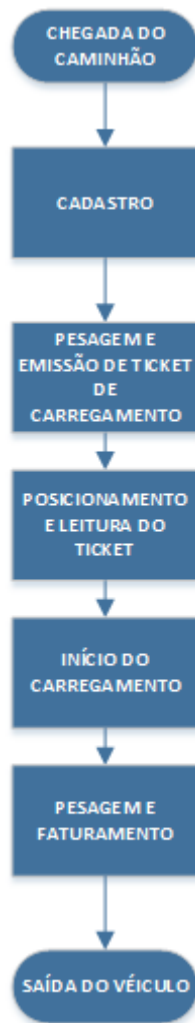


Figura 5 - Fluxograma carregamento

4.1.3 O setor de Manutenção

O setor de manutenção é totalmente formado por membros efetivos da empresa, salve exceções de obras de novas instalações que são realizadas por terceiros, a equipe é dividida em Manutenção Elétrica, Manutenção Mecânica e Manutenção Predial. A Figura 6 ilustra o organograma do setor de Manutenção:

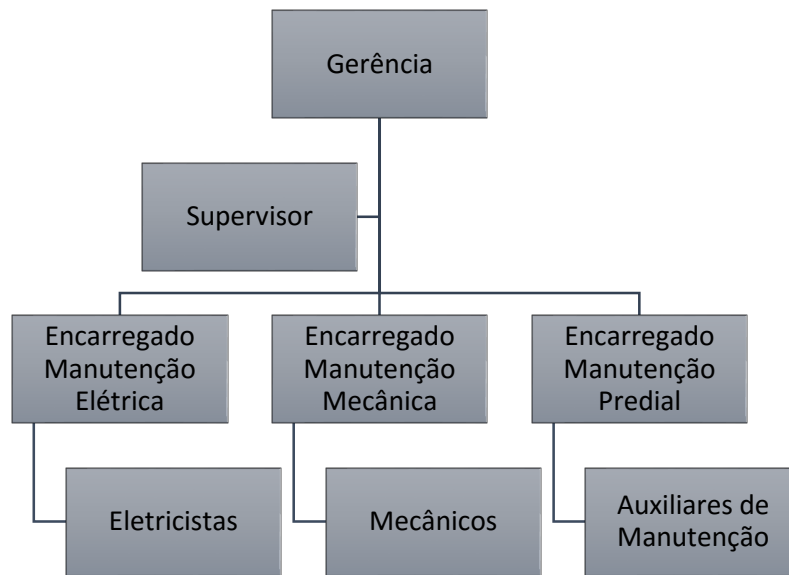


Figura 6 - Organograma Setor Mecânica

Os tipos de manutenções que mais ocorrem e acabam sendo os que mais influenciam nas paradas de produção do terminal são oriundos de problemas mecânicos e elétricos, e serão esses o principal foco do estudo.

➤ **Serviços elétricos**

Os eletricitas e auxiliares executam várias atividades relacionadas à manutenção elétrica, dentre elas:

- Bombas: instalação, fiação, cabeamento, etc;
- Predominador do braço de carregamento: placa, fiação, calibração, voltagem, resistência;
- Solenoide da válvula de autorização: verificação de sinal magnético para liberação da abertura do pistão de vazão;
- Sensor de temperatura: verificação do funcionamento da placa do sensor que emite a temperatura real do líquido;
- Aterramento: calibração, fiação, placa, resistência, voltagem, etc;
- Overfill (sensor de transbordo): fiação, sensor óptico, atuação.

➤ **Serviços mecânicos**

Os mecânicos da empresa realizam atividades como:

- Aperto de parafusos dos braços quando apresentado algum tipo de vazamento;
- Troca de juntas de vedação do braço de carregamento;
- Troca da mola de sustentação do braço de carregamento;
- Bombas: abertura do selo e lubrificações;
- Abertura e verificação das válvulas de retenção.

4.1.3.1 Cenário da manutenção na empresa

Para todo o tipo de manutenção a ser realizada no Terminal, é necessário realizar abertura de uma Ordem de Serviço (O.S.), esse procedimento é obrigatório e os responsáveis pelas manutenções são proibidos de realizar qualquer serviço sem a emissão desta O.S. Por se tratar de um terminal de combustíveis, toda atividade que envolva serviços à quente, manuseio e trabalho com eletricidade ou qualquer atividade fora do comum, como trabalho em espaços confinados ou trabalhos em altura, juntamente com a O.S. é necessário a abertura de uma Autorização de Trabalho de Risco (ATR) que fica responsável pelo SESMT da empresa. A abertura da ATR muitas vezes impacta no tempo total das paradas para manutenção, por levar um certo tempo para que a atividade propriamente dita se inicie.

Os únicos registros de manutenções realizadas em toda a empresa eram as O.S., não havia na empresa qualquer tipo de relatório de intervenções realizadas, o que dificultava muito o rastreamento das informações. O primeiro passo dado em busca da Manutenção Produtiva Total foi criar um rastreamento dessas informações.

4.2 O Planejamento Estratégico Colocado em Prática

A ideia a ser desenvolvida era pensar estrategicamente, fazer a completa rotação do ciclo PDCA funcionar para obtenção dos resultados e cumprimento dos objetivos. O primeiro contempla o pensamento da manutenção como estratégica, utilizando os conceitos da MPT alinhados ao planejamento estratégico da empresa.

Segundo Kardec e Ribeiro (2002), é importante que seja estabelecido um planejamento estratégico, que passe pelas seguintes questões fundamentais:

- Situação atual: é preciso ter um bom conhecimento do estágio em que a manutenção se encontra;
- Visão de futuro: a definição de metas que explicitam de maneira transparente quais são os objetivos a serem buscados é fundamental;
- Caminhos estratégicos: é basicamente a aplicação das melhores práticas a serem desenvolvidas dentro de um plano de ação

4.2.1 Planejamento estratégico (P)

Para dar início à rotação do ciclo PDCA, a fase de planejamento serviu como base para todas as etapas subsequentes, por isso pode ser considerada a etapa mais importante do estudo. Aqui foram definidos as metas e os métodos para se alcançarem os objetivos propostos do trabalho.

Na fase de planejamento é fundamental que se faça uma explanação abrangente da situação atual que se encontra a organização em relação às atividades de manutenção, bem como saber qual o grau de motivação dos setores relacionados à essas atividades em relação a oportunidades de mudanças e melhorias.

Definiu-se aqui, a escolha do método da MPT como forma de Gestão da Manutenção, a apresentação do método a ser trabalhado a todos envolvidos direta e indiretamente nas manutenções da empresa. Manutenção, operação e gerência definem as políticas e diretrizes da manutenção, bem como as metas objetivadas pela introdução do modo estratégico de pensar e agir.

Para Kardec e Ribeiro (2002) no processo de planejamento devem ser definidos as seguintes ferramentas como guia no desenvolvimento do planejamento estratégico:

- Política e diretrizes
- Situação atual – diagnóstico
- Situação futura – Metas estratégicas baseadas diretrizes estabelecidas
- Caminhos estratégicos ou “Melhores Práticas”
- Indicadores
- Plano de Ação

➤ **A política e as diretrizes:**

Para Kardec e Nascif (2012) políticas são orientações de caráter estratégico para que se alcancem os objetivos propostos e elaboradas integradamente entre direção, gerência, operação e manutenção, respeitando os valores da empresa. Diretrizes são recomendações ou instruções subordinadas às políticas, para que o estudo atinja as suas metas.

Política:

Maximizar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações dos departamentos operacionais, com qualidade e segurança, contribuindo para o total desenvolvimento e atendimento ao processo produtivo.

Diretrizes:

- Rastrear e mapear os serviços de manutenção;
- Integrar os setores de produção e manutenção;
- Uniformizar conceitos e metodologias da MPT;
- Eliminar retrabalhos;
- Obter a máxima disponibilidade dos ativos;
- Criar indicadores de desempenho de manutenção.

▪ **O diagnóstico atual**

O objetivo de se estabelecer o diagnóstico atual da empresa é fazer uma moderada comparação entre outras organizações do mesmo segmento ou do mesmo porte, para que se possa conhecer as diferenças competitivas, e realizar uma adaptação de práticas e processos excelentes de outras empresas para ajudar a empresa a alcançar a excelência.

O diagnóstico atual da empresa estudada era a realização de serviços de manutenção exclusivamente corretivas e sem rastreabilidade, gerando perdas de informações e acarretando em constantes retrabalhos.

▪ **As melhores práticas e seus caminhos estratégicos**

Para Kardec e Ribeiro (2002), para se alcançar as metas planejadas, ou seja, para ir da “situação atual” para a “visão de futuro”, é preciso implementar um plano de ação suportado pelas melhores práticas, também conhecidas como caminhos estratégicos. A questão fundamental não é, apenas, conhecer quais são estas melhores práticas, mas, sobretudo, ter capacidade de liderar a sua implementação em uma velocidade rápida.

As melhores práticas da gestão da manutenção

- Gestão deve ser baseada em itens de controle empresariais: disponibilidade, confiabilidade, meio ambiente, custos, qualidade e segurança;
- Gestão integrada dos processos de produção e manutenção;
- Gerência e supervisão devem estar no topo da liderança dos processos e dos caminhos estratégicos;
- Adoção de programa de Manutenção Produtiva Total, com base em que o operador é a primeira linha de defesa para monitorar e maximizar a vida dos equipamentos;
- Aplicação de programas de auditorias como forma de divulgação e monitoramento dos resultados;

▪ **Planos de Ação**

Conhecendo-se a política, as diretrizes, a situação atual, as metas e os caminhos estratégicos, é hora de estabelecer o plano de ação a ser desenvolvido, onde estão presentes as ações a serem implementadas, os responsáveis e os prazos de cada etapa. O plano de ação desenvolvido através da ferramenta 5W1H é apresentado no Quadro 3:

| Ações (O que?) | Por que? | Quando? | Onde? | Quem? | Como? |
|--|---|---------|---|----------------------|--|
| Criação de um registro de coleta de dados de manutenções e paradas operacionais ocorridas | Para gerar uma rastreabilidade das atividades de manutenção e paradas operacionais | abr/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | Check-list em forma de planilha em excel |
| Criação de um relatório de compilamento dos dados obtidos | Para estruturar os dados utilizados na alimentação dos indicadores | abr/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | Planilha em excel |
| Criação de um indicador global de tipos de manutenções e paradas | Para ilustração dos dados compilados e auxílio nas tomadas de decisões | set/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | Gráfico de Pareto |
| Criação de um indicador de tempos de parada e disponibilidade operacional | Para ilustração dos dados compilados e auxílio nas tomadas de decisões | set/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | Gráfico de Pareto |
| Realização de análise de causas de indisponibilidade operacional | Para identificação das causas que influenciam diretamente a disponibilidade operacional | out/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | Diagrama de causa e efeito |
| Elaboração de um plano de ação sobre as causas de indisponibilidade operacional detectadas | Para tratamento das causas das falhas de indisponibilidade operacional detectadas | out/15 | Carregamento rodoviário do Terminal de Líquidos | Auxiliar Operacional | 5W1H |

Quadro 3 - Plano de Ação 5W1H

▪ **Indicadores**

Por fim, tendo conhecimento da “situação atual” e da objetivada “situação futura” e dos caminhos a serem seguidos para o cumprimento do plano de ação, é indispensável possuir um conjunto de indicadores que possam medir os resultados desses planos e verificar se estão compatíveis com as metas propostas e com os prazos estabelecidos.

Para Kardec e Ribeiro (2002) é comum encontrar indicadores de manutenção que medem apenas a eficiência das atividades relacionadas à manutenção, o que é muito pouco para uma empresa moderna. Itens como disponibilidade, confiabilidade, otimização de recursos e segurança pessoal também deve ser mensurados e apresentada.

4.3 Implementação do Plano de Ação (D)

Depois de estabelecidos os objetivos, as metas, os caminhos estratégicos e as diretrizes do trabalho, a próxima etapa da rotação do ciclo PDCA foi a etapa de execução do plano de ação proposto, aqui foram colocadas em prática todas as ações propostas.

Como proposto por Campos (2001), não se realiza o início da execução do plano de ação sem antes todos envolvidos estarem devidamente cientes e integrados a tudo que será realizado, para isso realizou-se um treinamento sobre os pontos chaves da realização do estudo. Todos itens relevantes foram explanados, a “situação atual”, a “situação futura” e principalmente o porquê de se realizarem mudanças e quais benefícios essas melhorias trariam a todos.

Após a realização dos treinamentos, inicia-se de fato a fase de execução do plano de ação, que se iniciará com a criação do registro das manutenções e paradas de produção que recolherá os dados que servirão como fonte para criação dos indicadores de desempenho e posteriormente da proposta do plano de ação de melhorias.

➤ Registro de manutenções e paradas

O primeiro passo na etapa da execução foi a criação de um registro de controle de manutenções e paradas, na qual corresponde à primeira atividade para obtenção dos dados dos tipos

manutenções realizadas na empresa e os tempos destinados à elas, o formulário criado pode ser visto na Figura 7:

| | | | |
|--|---|-------------------------|-----------------------|
| | REGISTRO DE MANUTENÇÕES E PARADAS | | O.S Nº _____ |
| | Data: ____/____/____ | | |
| CATEGORIAS: () 1- Emergencial () 2 - Quebra () 3- Planejada () 4 - Melhoria () 5 - Parada | | | |
| Setor: | | Equipamento: | Local: |
| Descrição do Problema: | Qual o componente? Exatamente aonde no componente? Qual a diferença do estado normal? | | |
| | | | |
| | | | |
| Ação tomada | | | |
| | | | |
| | | | |
| CAUSA RAIZ: | | | |
| Tipo de Atividade Realizada | | | |
| () Elétrica () Mecânica () Civil () Realizada por terceiros () Outros | | | |
| Observações | | | |
| Horário do Chamado: | | Horário do Atendimento: | Horário Encerramento: |
| Responsável manutenção: | | Turno: | Responsável Terminal: |

Figura 7 - Registro de manutenções e paradas de produção

➤ **Geração de um relatório com detalhamento dos dados obtidos:**

O relatório consiste em uma planilha eletrônica, e contempla todas as informações contidas no registro de manutenção ilustrado na Figura 8, onde foi possível a manipulação dos dados e a criação dos gráficos de indicadores com as manutenções mais frequentes, o que guiou o estudo e seus locais de atuação. O relatório com a compilação dos dados pode ser visto no quadro 4:

| Relatório de registro de manutenção e paradas | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---------------|---------------|---------------------|--|--|--|------------------|---------------|--|
| Data | Categoria | Classificação | Local | Equipamento | Descrição do problema | Ação tomada | Causa | Tempo de duração | Executante | Observações |
| 02/06/15 | Quebra | Elétrica | Subestação 01 | Compressor de ar | Compressor de ar não funcionando | Compressor rearmado | Falha inmersor de frequência - Sobrecarga na rampa | 30 minutos | Arthur | |
| 03/06/15 | Melhoria | Mecânica | Baia 06 e 07 | Escada pintográfica | Borrachas de apoio das escadas danificadas | Troca das borrachas de apoio nas escadas | Tempo de uso | 01:30hora | | |
| 08/06/15 | Quebra | Mecânica | Plataforma 01 | Bomba tira e põem | Bomba não estava mandando produto | Revisão nos componentes gerais: filtro, correia, mangueira. Feito limpeza do filtro e tirado ar da bomba colocando produto até sair pelo respiro | Falha no manuseio do equipamento | 01 hr e 40min | Leandro | |
| 09/06/15 | Melhoria | Elétrica | Subestação 01 | Motor bomba 05 | Bornes de ligação com fios oxidando e isolantes derretidos | Troca do borne danificado | | 01 hr e 15min | Edeilson/Jean | Testar com produto na linha para ver se diminuiu o barulho |

Quadro 4 - Relatório de manutenção

O relatório contém os dados recolhidos durante 5 meses de observação, neles foram inseridas todas as manutenções relevantes ocorridas no terminal de líquidos da empresa, e que exclusivamente comprometiam a produtividade do terminal. As manutenções foram classificadas de acordo com sua natureza: mecânica, elétrica, melhorias e outros. Também

contém os tempos destinados a cada uma dessas manutenções, desde o momento da quebra do equipamento até a finalização das atividades. O resultado da coleta dos dados do relatório pode ser visto nas Tabelas 1 e 2:

| Elétrica | maio | junho | julho | agosto | setembro | Total |
|--|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|
| Falha no aterramento | 32 | 27 | 35 | 22 | 41 | 157 |
| Placa do overfill com defeito | 15 | 23 | 34 | 16 | 31 | 119 |
| Placa do predeterminador com defeito | 16 | 14 | 17 | 12 | 11 | 70 |
| Solenóide da válvula de autoriação com defeito | 8 | 3 | 13 | 9 | 8 | 41 |
| PT 100 com defeito | 2 | 4 | 14 | 8 | 7 | 35 |
| Sensor de posição do overfill não funciona | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 19 |
| Bomba com defeito | 1 | 2 | 1 | 2 | - | 6 |
| Medidor tipo turbina com defeito | - | 2 | - | - | 1 | 3 |
| | 77 | 79 | 117 | 73 | 104 | 450 |

Tabela 1 - Manutenções elétricas

| Mecânica | maio | junho | julho | agosto | setembro | Total |
|---|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|
| Aperto de parafuso em junta giratória do braço | 26 | 19 | 34 | 14 | 24 | 117 |
| Troca da junta de vedação na junta giratória do braço | 7 | 15 | 21 | 14 | 4 | 61 |
| Mola da válvula de acionamento do braço quebrada | 9 | 4 | 13 | 10 | - | 36 |
| Quebra do pistão do braço | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 16 |
| Mola de sustentação do braço quebrada | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 12 |
| Problema na válvula de retenção | 2 | 1 | - | 1 | 1 | 5 |
| | 51 | 46 | 72 | 42 | 36 | 247 |

Tabela 2 - Manutenções mecânicas

➤ **Apresentação dos dados em forma de indicadores;**

Após a finalização do período de coleta de dados, o relatório de manutenção está pronto para oferecer as informações a serem apresentadas aos gestores em formas de indicadores, que serviram como base para tomada de decisões de onde, quando e como aplicar os conceitos do planejamento estratégico nas atividades de manutenção.

Os indicadores apresentados à gerência contemplam as informações recolhidas no relatório de manutenção, neles foram controladas as atividades de manutenção mais ocorrentes no carregamento rodoviário, bem como os tempos entre a ocorrência das falhas e os tempos destinadas à realização dessas manutenções. Esses indicadores de quantidade de manutenções

separados por suas naturezas, serviram como forma de centralizar e priorizar as ações a serem tomadas para suas respectivas causas.

Os dados obtidos foram recolhidos com base apenas nas atividades que comprometeram a produtividade das operações de carregamento rodoviário, e divididas em elétricas, mecânicas e outros eventuais problemas que possam surgir. As quantidades totais de manutenções realizadas, bem como suas naturezas, podem ser vistas no Gráfico 1:

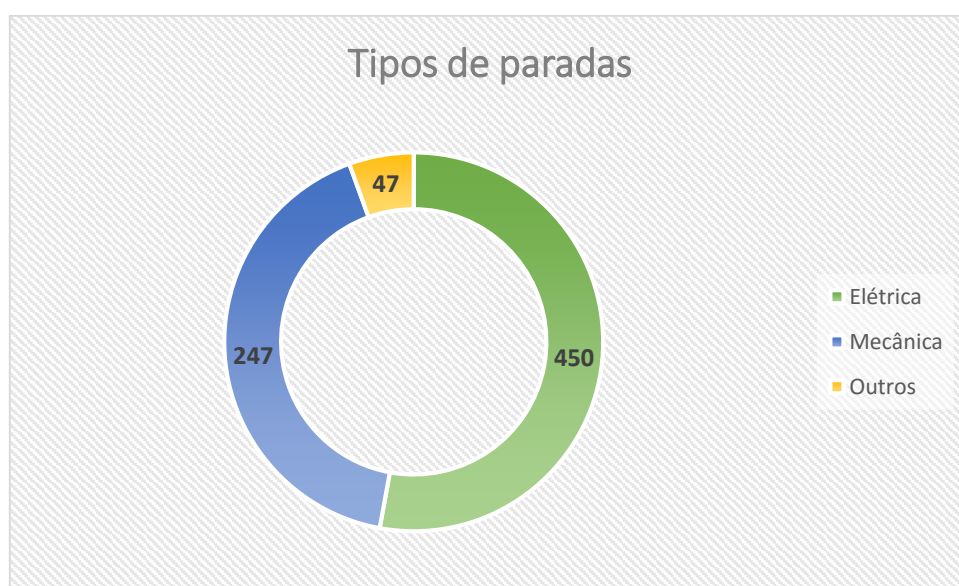


Gráfico 1 - Tipos de manutenções

Como já mencionado anteriormente, a empresa detém grande quantidade de equipamentos de automação que são vitais para o bom funcionamento e obtenção da máxima disponibilidade do carregamento rodoviário. Devido esse grande número de equipamentos de automação, a maioria das solicitações de manutenção são de natureza elétrica.

○ **Indicador de manutenções elétricas:** Com os dados em mãos e calculados a quantidade de cada uma das atividades em relação ao número total de manutenções elétricas realizadas, desenvolveu-se o Gráfico de Pareto do indicador das manutenções elétricas apresentados no Gráfico 2:

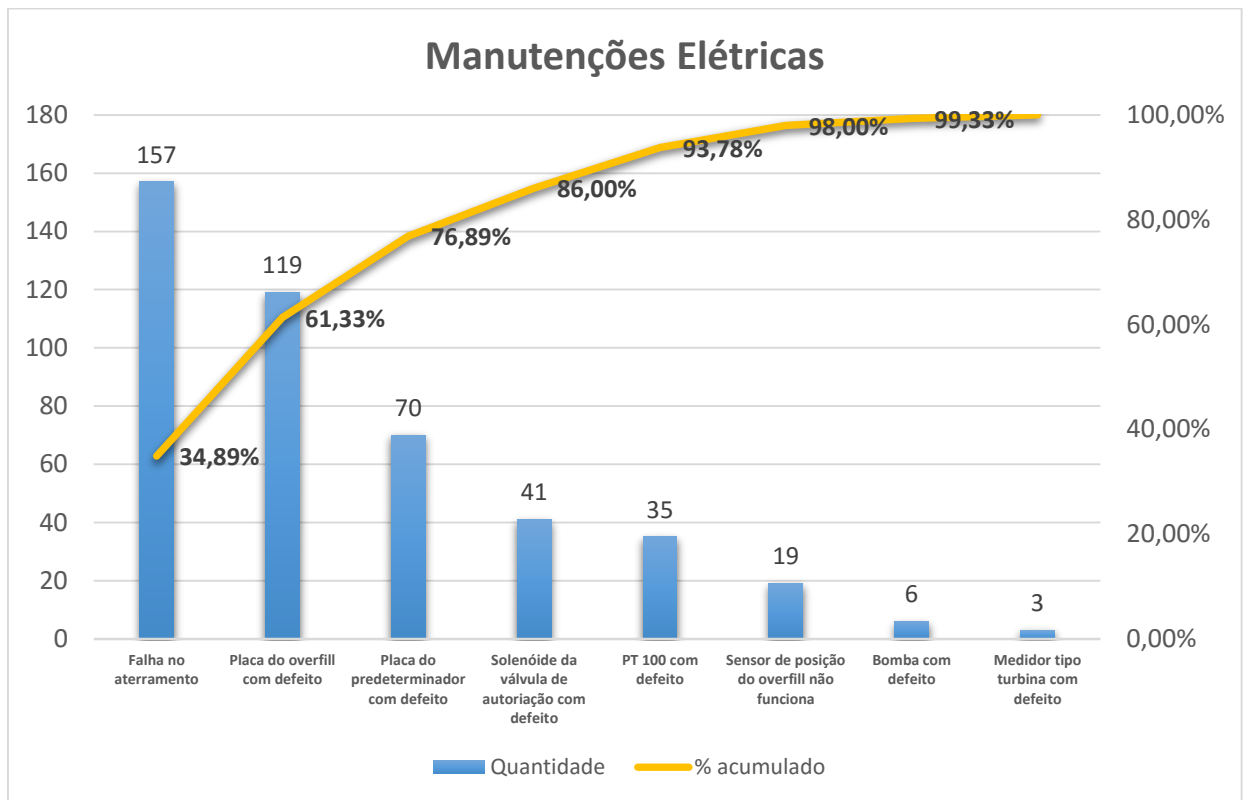


Gráfico 2 - Gráfico de Pareto manutenções elétricas

Como podemos ver no gráfico 2, as principais atividades de manutenções elétricas realizadas foram no equipamento de aterramento que funciona como forma de dissipação de cargas eletrostáticas entre o caminhão a ser carregado e os equipamentos de carregamento, evitando possíveis centelhas e consequentemente acidentes com inflamáveis.

- **Indicador de manutenções mecânicas:** As manutenções mecânicas ocorrem em menor número, mas constituem um número muito importante para análise das atividades realizadas, o tempo destinado a elas e o impacto que causam na produtividade em geral. O Gráfico de Pareto indicador global das atividades de manutenções mecânicas pode ser visto no gráfico 3:

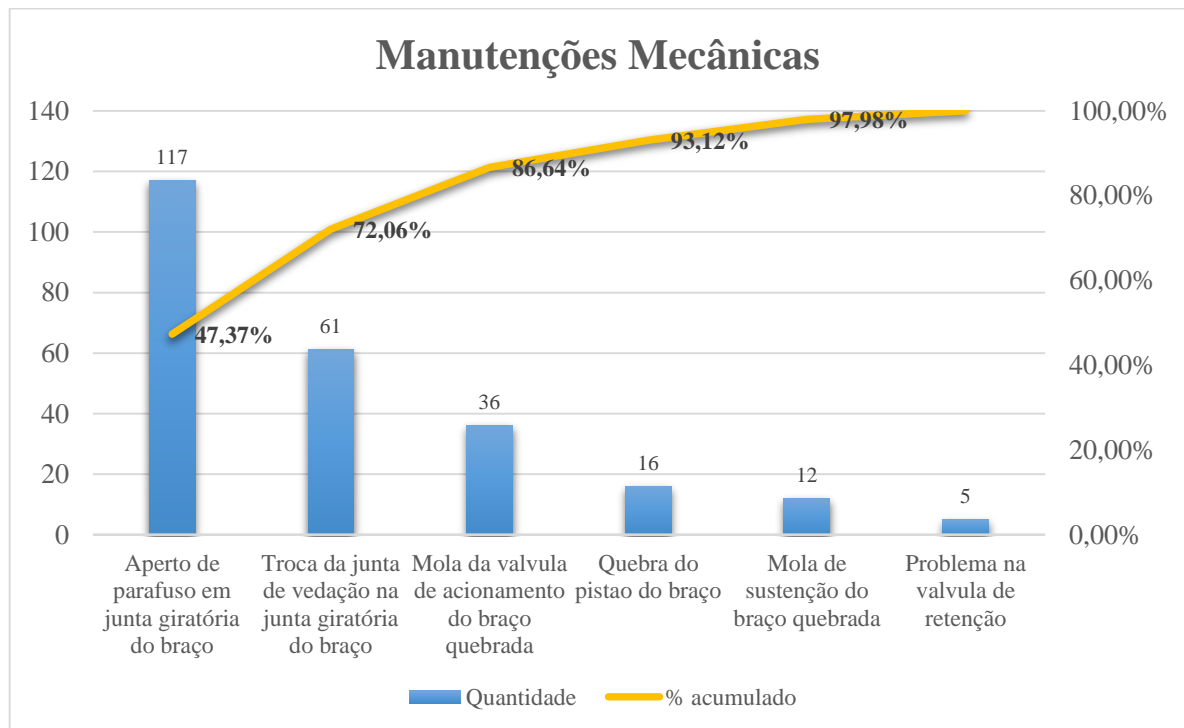


Gráfico 3 - Gráfico de Pareto manutenções mecânicas

Como podemos ver no gráfico 3, a atividade de aperto de parafuso em junta giratória representa a grande maioria das atividades de natureza mecânica ocorridas no terminal no período coletado. A necessidade de aperto de parafuso é resultante de possíveis vazamentos que ocorrem no braço de carregamento, e carecem de muita atenção por além de gerar perdas de produto, representam riscos eminentes de acidentes.

○ **Indicadores de outras paradas:** Existem na empresa outros fatores que necessitam de paradas e acabam por comprometer a produtividade do terminal, são eles:

▪ **Derramamento de produtos**

Mesmo com toda a automação que a empresa detém para obter a máxima segurança e o mínimo de perdas de produto, acabam ocorrendo derramamentos de combustíveis no solo, o que gera uma parada total das operações para contenção do produto, por menor volume derramado que seja.

▪ Descargas elétricas

Por se tratar de líquidos inflamáveis, qualquer centelha pode causar ignição dos gases e causar acidentes catastróficos, em dias de chuva e com grande número de descargas elétricas ocorrendo, as operações são paralisadas até que não haja mais riscos.

▪ Melhorias

Todas as melhorias realizadas e registradas no carregamento rodoviário foram necessárias paralisações nas atividades do terminal, porém com intuito de otimizar operações futuras.

Dos problemas que comprometem a produtividade das operações de carregamento e que não se encaixam nos tipos de manutenções elétricas e mecânicas, o que mais se fez presente no período de coleta de dados foi o de derramamento de produtos. Os dados das outras paradas são ilustrados no gráfico 4 a seguir:

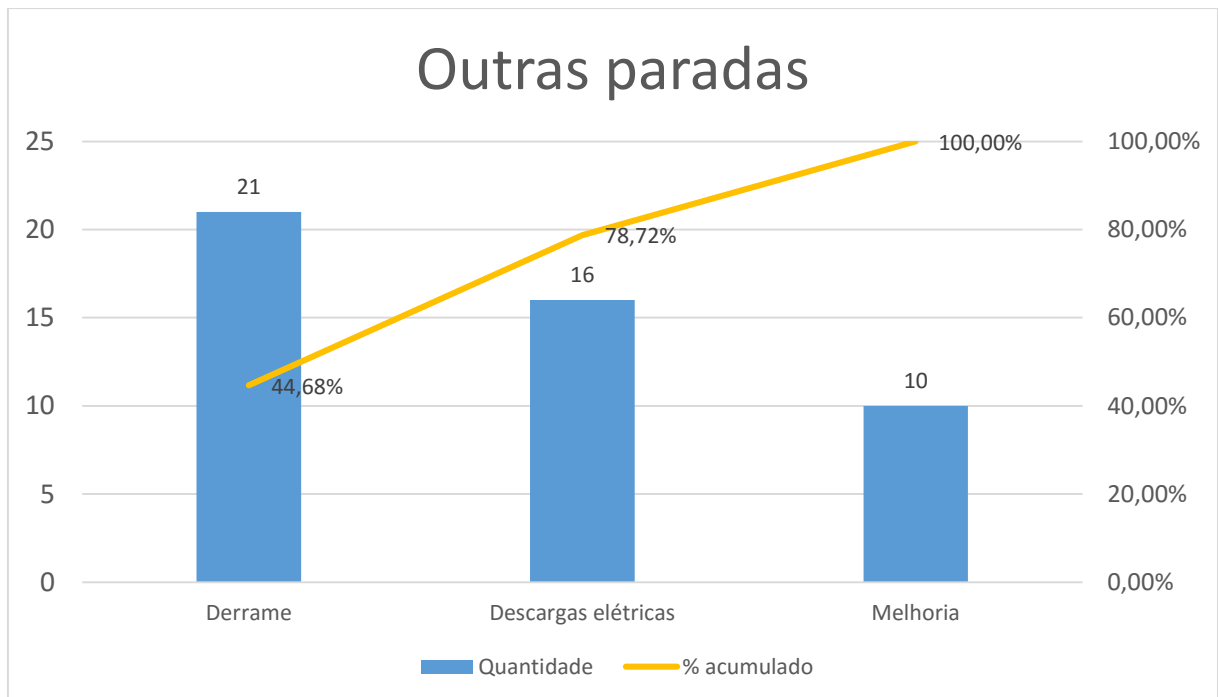


Gráfico 4 - Gráfico de Pareto outras paradas

4.3.1 Disponibilidade das operações

Com os dados e indicadores dos tipos de manutenções em mãos, era hora de realizar a análise do impacto das manutenções em relação à produtividade terminal, para isso utilizou-se o cálculo da disponibilidade de Kardec e Nascif (2012):

$$Disponibilidade = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \times 100\% \quad (1)$$

O TMEF foi calculado mês a mês, e levou em consideração o número total de horas produtivas, isto é, o número total de horas disponíveis para operação menos o número de horas paradas para atividade de manutenção. O TMPR foi calculado como a somatória de todos os tempos de paradas ocorridos no mês. Como a empresa opera com dois turnos de 7 horas e 30 minutos cada, totalizando 15 horas diárias, a capacidade produtiva mensal é de 420 horas. Os tempos de operação e paradas, divididos em elétricos e mecânicos, podem ser vistos na tabela 3:

| Tipo | | Unidade | maio | junho | julho | agosto | setembro | Total |
|----------|-----------------------------|---------|------|-------|-------|--------|----------|-------|
| Elétrica | Tempo total das manutenções | horas | 55 | 63 | 135 | 49 | 76 | 606 |
| | Tempo produtivo total | horas | 365 | 357 | 258 | 371 | 344 | 2727 |
| Mecânica | Tempo total das manutenções | horas | 47 | 63 | 141 | 49 | 53 | 512 |
| | Tempo produtivo total | horas | 373 | 357 | 279 | 371 | 367 | 2848 |

Tabela 3 - Horas destinadas a manutenção

Tendo em mãos os dados dos tempos de operações e paradas, calculou-se a disponibilidade dos equipamentos conforme a Equação (1), e os resultados podem ser vistos no Gráficos 5 e 6 a seguir:

- **Indicador de disponibilidade dos equipamentos eletrônicos:**

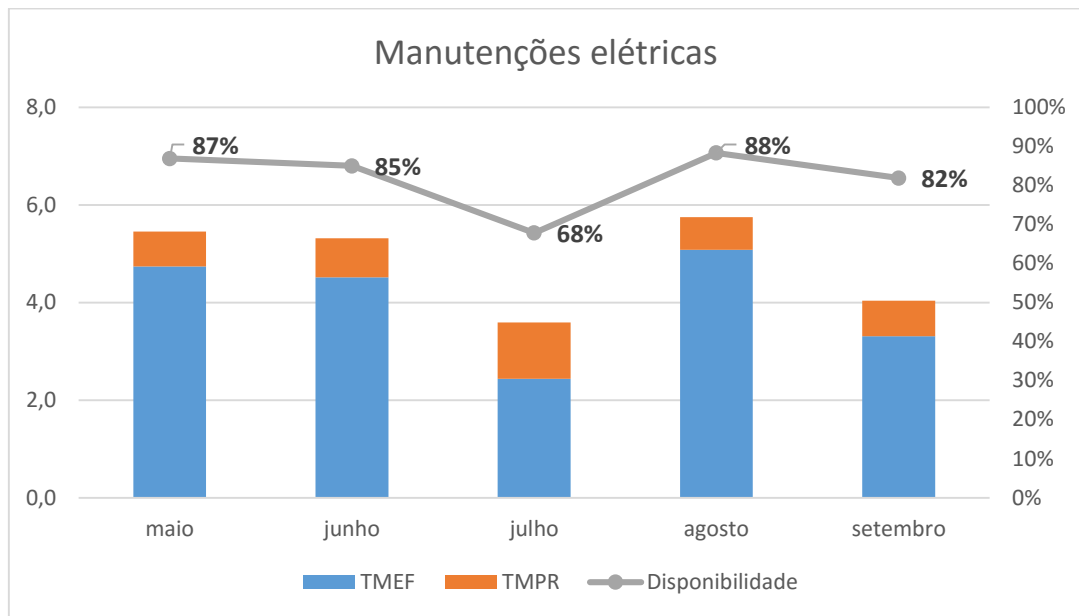


Gráfico 5 - Disponibilidade equipamentos elétricos

Como podemos ver no gráfico 5, a linha de tendência da disponibilidade operacional mantém um padrão entre a faixa dos 80%, os tempos médios entre falhas mantem-se em uma faixa das 3 a 5 horas e os tempos para correção das falhas entre 0,6 e 0,8 horas, o que foi considerado aceitável em consenso entre os membros do estudo. No mês de julho podemos ver um desvio do padrão do nível de disponibilidade operacional, bem como o TMEF e o TMPR, o que pode ser explicado pela ocorrência de algumas obras de melhoria no carregamento rodoviário, que constitui na instalação de algumas válvulas pneumáticas nos braços de carregamento, para retirada de ar da tubulação de forma automática e otimizando o tempo do carregamento.

- **Indicador de disponibilidade dos equipamentos mecânicos:**

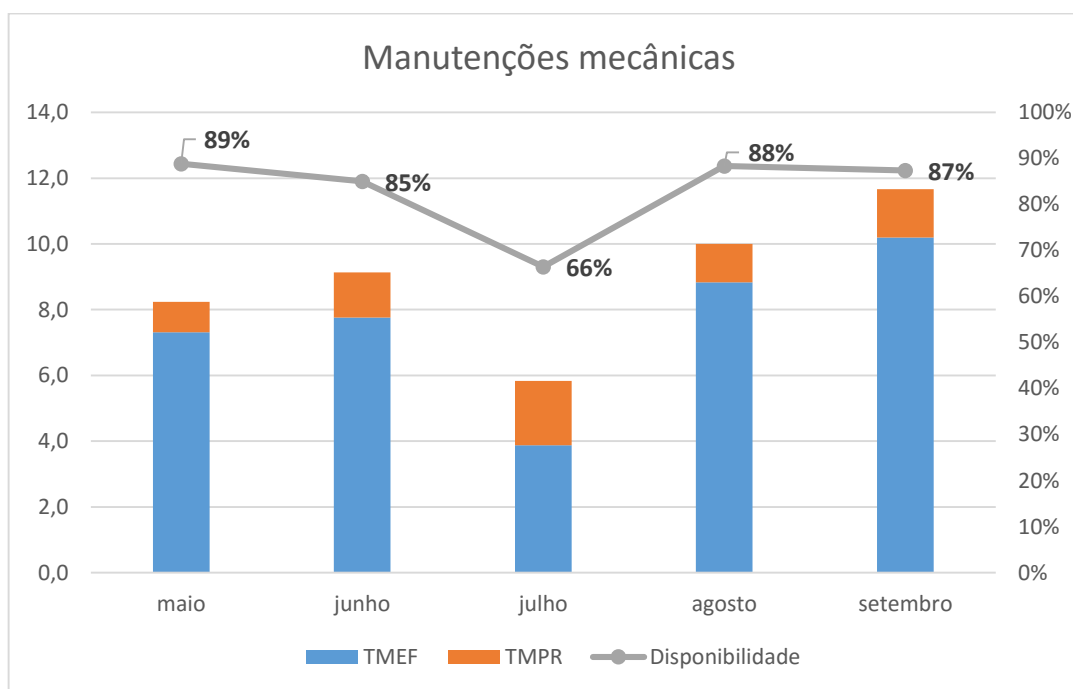


Gráfico 6 - Disponibilidade equipamentos mecânicos

Semelhante ao indicador dos equipamentos elétricos, o indicador de disponibilidade dos equipamentos mecânicos também apresentou um desvio no mês de julho, devido a realização das mesmas melhorias de instalação de válvulas pneumáticas. Nos demais meses de estudo o TMEF e o Tmpr apresentaram valores bem superiores em relação aos equipamentos elétricos, pois a quantidade de equipamentos mecânicos é relativamente menor do que os equipamentos eletrônicos. O indicador de disponibilidade dos equipamentos mecânicos apresentou uma boa média entre o período do estudo, mas o objetivo a ser alcançado é elevar o nível de disponibilidade dos equipamentos acima dos 90%

4.3.2 Análise de causas

Nesta etapa há o preenchimento do Diagrama de Ishikawa de acordo com problemas que possam estar ligados a indisponibilidade operacional, ou seja, aqueles ligados a operação que vão desde o início da solicitação da ordem de serviço até o tempo final de conclusão da manutenção.

O preenchimento do diagrama de causa e efeito foi elaborado em um *brainstorming* realizado entre os representantes dos setores da operação, SESMT e da manutenção, o objetivo era identificar possíveis problemas que causam a indisponibilidade operacional, para que se pudesse elaborar planos de ações a fim de diminuir ou cessar a ocorrência desses problemas.

As possíveis causas que acarretavam em perdas operacionais foram agrupadas e classificadas conforme o método proposto pelo Diagrama de Ishikawa, que disponibiliza e caracteriza as causas em 6 grandes tipos, e pode ser vista na Figura 8:

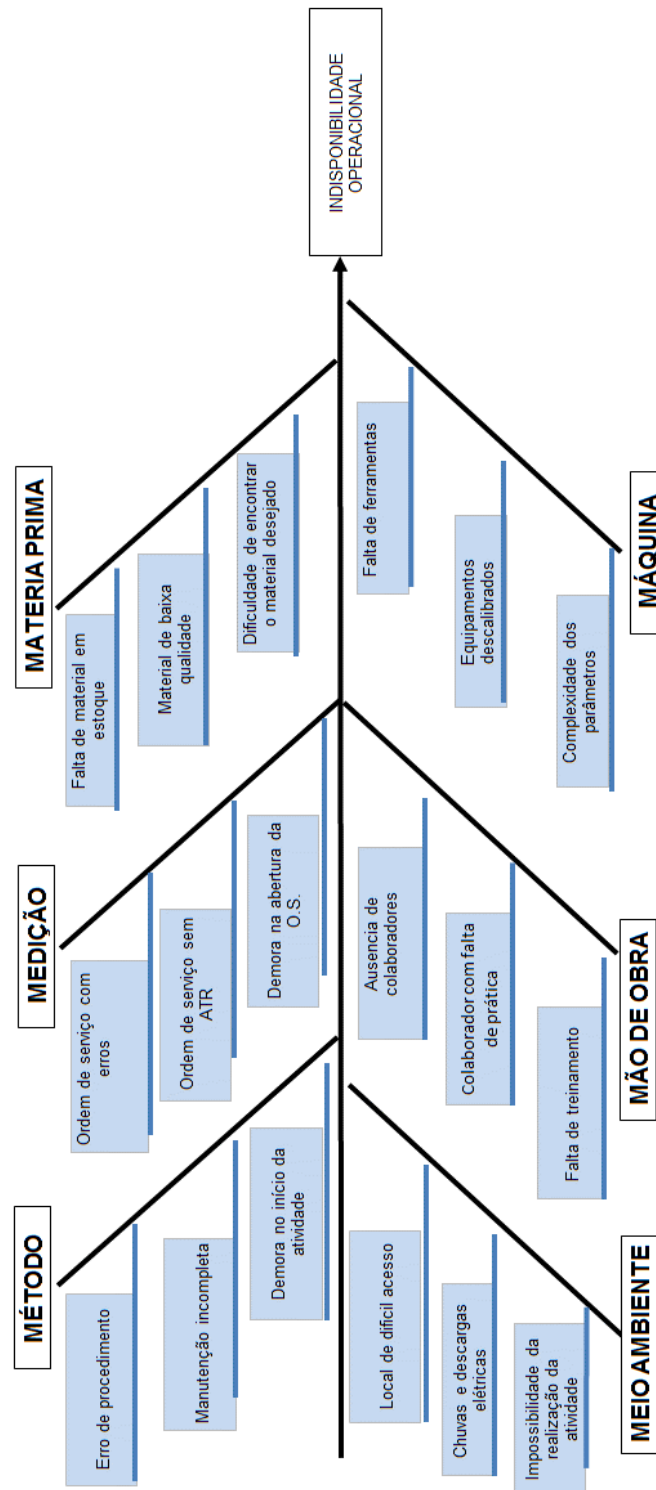


Figura 8 - O diagrama de Ishikawa

Após o preenchimento do diagrama de causa e efeito, todas as causas levantadas anteriormente e que estão relacionadas com a indisponibilidade operacional são agrupadas e analisadas de

acordo com peso atribuído a cada uma. Através de consenso dos funcionários foi pontuado de 1 a 5 os quesitos, Gravidade, Urgência e Tendência, depois foram multiplicados e encontrado o Grau Crítico, o qual representa o nível de impacto que a causa estudada por ter sobre o sistema de manutenção. O resultado da Matriz GUT é apresentado no Quadro 5:

| Causas | Gravidade | Urgencia | Tendencia | Grau Crítico (GxUxT) |
|--|-----------|----------|-----------|----------------------|
| Ausência de colaboradores | 5 | 5 | 5 | 125 |
| Manutenção incompleta | 5 | 4 | 5 | 100 |
| Ordem de serviço sem ATR | 4 | 4 | 4 | 64 |
| Colaborador com falta de prática | 4 | 4 | 4 | 64 |
| Demora na abertura da O.S. | 3 | 5 | 3 | 45 |
| Falta de material em estoque | 3 | 3 | 5 | 45 |
| Demora no início da atividade | 3 | 4 | 3 | 36 |
| Equipamentos descalibrados | 4 | 3 | 3 | 36 |
| Erro de procedimento | 5 | 3 | 2 | 30 |
| Falta de treinamento | 3 | 3 | 2 | 18 |
| Falta de ferramentas | 3 | 3 | 2 | 18 |
| Material de baixa qualidade | 2 | 2 | 2 | 8 |
| Complexidade dos parâmetros | 2 | 2 | 2 | 8 |
| Ordem de serviço com erros | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Dificuldade de encontrar o material desejado | 2 | 1 | 2 | 4 |

Quadro 5 - A Matriz GUT

Depois de encontrado o grau crítico, os dados foram ordenados de forma que a causa mais relevante no impacto da disponibilidade viesse primeiro. Depois elaborou-se o Gráfico de Pareto com dados obtidos, conforme apresentado no Gráfico 7:

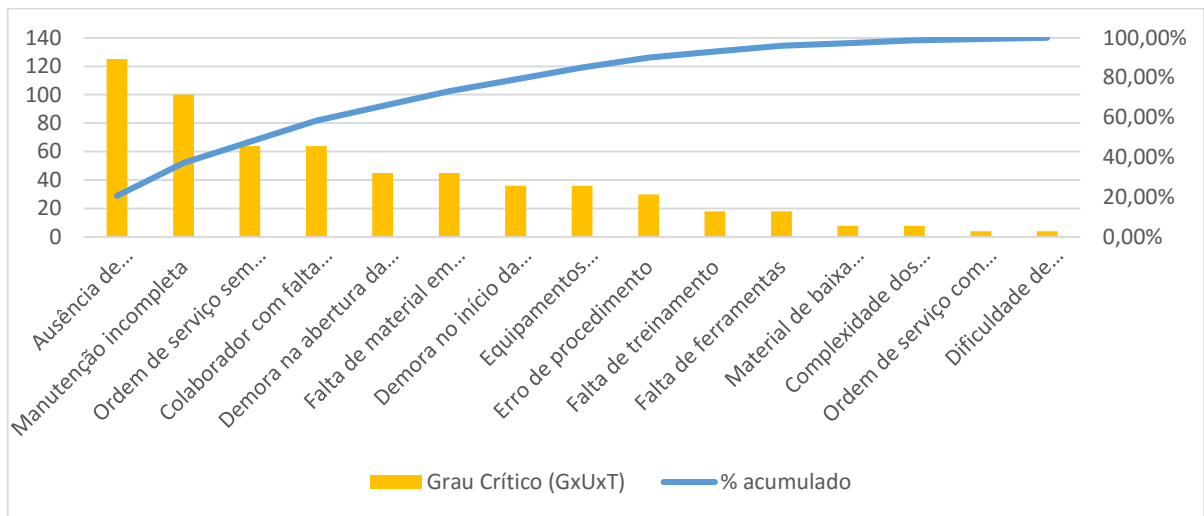


Gráfico 7 - Gráfico de Pareto GUT

Do Gráfico Pareto da matriz GUT, onde temos o eixo x apresentando as causas e o eixo y seus respectivos valores de grau crítico, levando-se em consideração a linha azul da frequência acumulada tem-se que as principais causas que podem solucionar 80% dos problemas são as ausências de colabores e as manutenções que ficam incompletas ou que são realizadas de maneira paliativa rápida, a “gambiarra”. Para o plano de ação consideraremos também a faixa dos 60%, pois são pontos importantes a serem melhorados e apresentam parte importante na busca pela otimização da disponibilidade dos equipamentos.

Na última etapa da execução, utilizou-se o 5W1H para que as ações fossem planejadas conforme os problemas identificados na elaboração do diagrama de causa e efeito e na matriz GUT. Definiram-se aqui os objetivos, o porquê das escolhas, os prazos para execução das atividades, os procedimentos que foram utilizados por quem e onde. O de ação proposto em forma de 5W1H pode ser visto no Quadro 5:

| Objetivo | Ações (O que?) | Por que? | Quando? | Onde? | Quem? | Como? |
|-----------------------------------|---|---|--------------|-------------------------------|--|--------------------------------|
| Evitar ausência dos colaboradores | Organizar escala de folgas | Evitar a ausência de mão-de-obra especializada nos turnos | Com urgência | Sector da manutenção | Supervisor da manutenção | Organizando escala |
| | Fiscalização de tempos ociosos | Acabar com a dissipação dos colaboradores | 1 mês | Sector da manutenção | Encarregado da manutenção | Treinamento e fiscalização |
| | Reforçar a importância da conclusão das atividades | Evitar retrabalho | Com urgência | Sector da manutenção | Encarregado da manutenção | Treinamento |
| Manutenção incompleta | Acompanhamento das atividades de manutenção | Acabar com as atividades incompletas e "gambiarras" | Com urgência | Manutenção e Operação | Encarregados da manutenção e da operação | Treinamento e fiscalização |
| | Otimizar processo de autorização de trabalho de risco | Diminuir setup de execução da atividade | 2 meses | Manutenção , operação e SESMT | Encarregados da manutenção, operação e SESMT | Otimização do processo |
| Ordem de serviço sem ATR | Contratar mão de obra especializada | Evitar a ausência de mão-de-obra especializada nos turnos | 6 meses | Manutenção e RH | Recrutador e supervisor da manutenção | Possuir mão-de-obra capacitada |
| | Treinar colaboradores | Capacitar colaboradores que já se encontram na empresa | 2 meses | Manutenção e RH | Supervisor da manutenção | Possuir mão-de-obra capacitada |

Quadro 6 - 5W1H

Após a obtenção de todos os dados das atividades de manutenção, a explanação dos indicadores globais, as métricas dos tempos que influenciavam na disponibilidade dos equipamentos, de estabelecidas as ações, os responsáveis pelas execuções e os prazos, era hora de realizar a rotação final do ciclo PDCA. As etapas de verificação e ação contemplam a última parte do planejamento estratégico da função manutenção dentro da empresa, pois permitem que sejam avaliados constantemente os objetivos propostos e como formas inerentes de melhoria contínua.

4.4 Verificação (C)

Conforme proposto por Kardec e Ribeiro (2002), para a etapa de verificação devem ser estabelecidos acompanhamentos periódicos do bloco de indicadores com o objetivo de verificar se os resultados parciais alcançados estão compatíveis com as metas e os prazos estabelecidos.

A elaboração de auditorias mensais relacionadas ao acompanhamento das atividades de manutenção deve ser adotada em definitivo como forma de gerenciar a evolução dos indicadores globais de desempenho, e principalmente como maneira de verificar se além de se identificar os problemas, se a equipe mantém a motivação necessária para tratar os problemas encontrados e manter a melhoria contínua presente dentro da organização.

Além de monitorar os resultados e o avanço das novas ferramentas implantadas, as auditorias servem também como ferramenta para a alta direção monitorar se as atividades continuam alinhadas à política e às diretrizes pré-estabelecidas.

Como forma de confiabilidade das ações tomadas e como forma de integração completa de todos os envolvidos nas ações propostas, deve-se estabelecer a completa integração das atividades de manutenção ao Sistema Integrado de Gestão da empresa, pois este permite o acompanhamento das atividades em tempo real a todos os *stakeholders* das atividades relacionadas à manutenção e se torna uma poderosa ferramenta no tratamento de não-conformidades encontradas durante as auditorias.

4.5 Ação (A)

A última etapa da rotação do ciclo PDCA é a ação sobre as irregularidades encontradas na etapa de verificação, é o tratamento das falhas por meio de ações corretivas para corrigir anomalias e desvios porventura detectados.

Para cada desvio encontrado na etapa de verificação, deve ser aberta uma não-conformidade via sistema interno de gestão, e definem-se as ações a serem tomadas e os responsáveis pela execução. Recomenda-se a adoção da ferramenta 5W1H como forma de tratamento de falhas, por ser uma técnica simples e que se mostrou eficaz durante a realização do estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O maior resultado obtido com a realização do estudo foi a estruturação das atividades relacionadas à manutenção dentro da empresa. Com os novos métodos e ferramentas de planejamento estratégico, podemos notar uma mudança do conceito de todos os envolvidos na área, onde todos compreenderam o objetivo do estudo como forma de obter a máxima utilização dos recursos e eliminação dos desperdícios.

As ferramentas de rastreabilidade das informações se mostraram eficazes em relação ao entendimento e explanação das atividades e tipos de manutenções realizadas no terminal de líquidos, a eliminação de retrabalho, a apresentação dos dados a todos e principalmente como forma de mensurar e tratar as causas de perda de produtividade operacional.

Após a implantação do plano de ação, pôde-se notar uma relevante mudança nos tempos entre as falhas e principalmente em relação aos tempos destinados à reparos dos equipamentos, e conseqüentemente, da disponibilidade dos equipamentos. Os gráficos completos com os resultados da coleta de dados e com a implantação das ações propostas podem ser vistos nos gráficos 8 e 9:

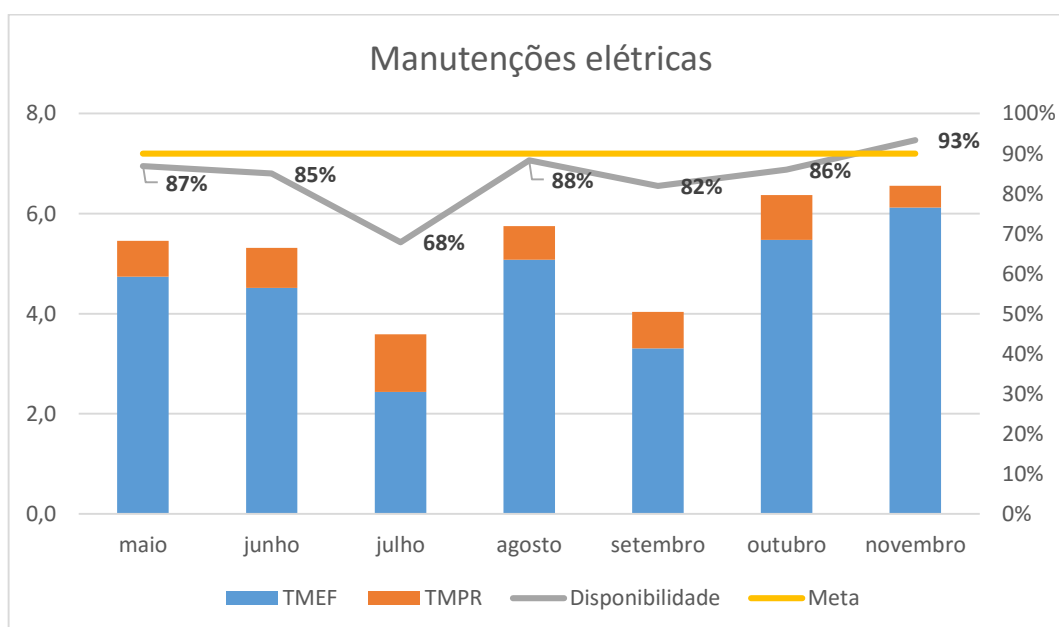


Gráfico 8 - Resultado disponibilidade equipamentos elétricos

Durante o mês de outubro pode-se ver uma pequena melhora nos indicadores de manutenções elétricas, que representa a fase de implantação do plano de ação, apresentando valores de

TMEF e TMPR iguais a 5,5 e 0,89 respectivamente. No mês de novembro, já com o plano de ação devidamente implantado e com todas as atividades de manutenção rastreadas, valores de TMEF e TMPR iguais a 6,12 e 0,43. O indicador de disponibilidade ultrapassa a faixa dos 90%, meta imposta pela gerência.

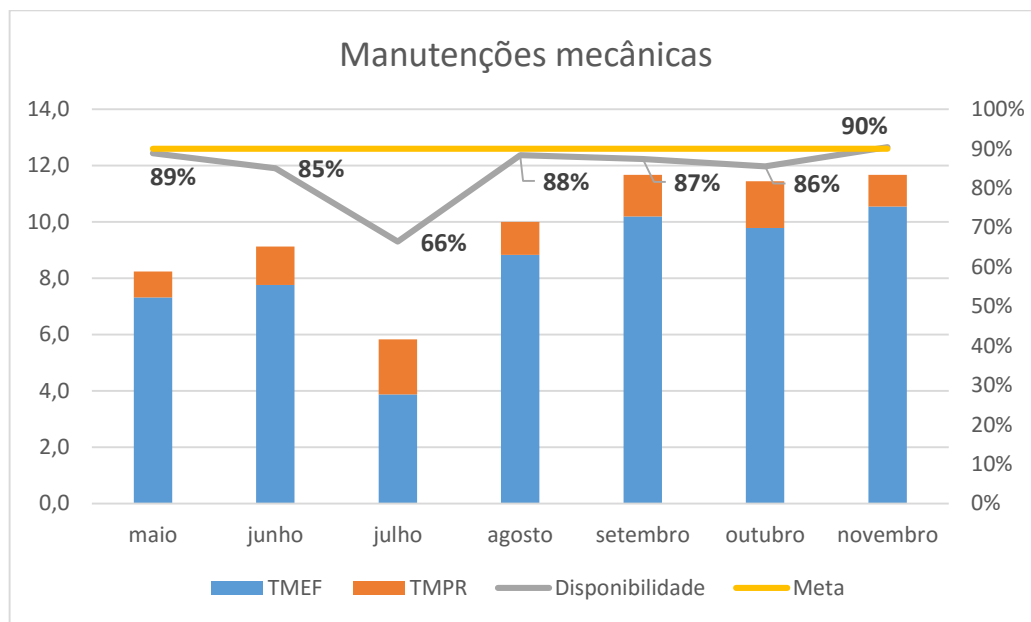


Gráfico 9 - Resultado disponibilidade equipamentos mecânicos

Em relação às manutenções mecânicas, a meta de 90% de disponibilidade dos equipamentos também foi atingida no mês de novembro, com valores de TMEF e TMPR iguais a 10,54 e 1,13. Semelhante ao indicador de manutenções elétricas, o período de implantação do plano de ação é representado pelo mês de outubro, onde obteve-se valores de TMEF igual a 9,78 e TMPR igual a 1,65.

Pensar e agir estrategicamente agora faz parte da rotina da empresa, as ações tomadas e a metodologia utilizada para resolver os problemas encontrados na manutenção, podem ser aplicadas para encontrar soluções em outros possíveis indicadores de outros departamentos e setores.

5.1 Barreiras e limitações

Algumas dificuldades foram encontradas durante a realização do estudo. A resistência encontrada por parte dos gestores do setor de manutenção em realizar mudanças estratégicas no processo geral das execuções das manutenções foi algo que surpreendeu à primeira vista, tendo

em vista que inicialmente foi mais fácil de se obter aceitação em um nível operacional do que gerencial.

Outra dificuldade encontrada foi conseguir extrair os dados iniciais do estudo, na forma de preenchimento do formulário das atividades realizadas, e conseqüentemente do relatório de alimentação dos indicadores, conseguindo alinhar as atividades de coleta dos dados com as operações de rotina do terminal.

6 CONCLUSÃO DO TRABALHO

A necessidade de se manter uma gestão da manutenção como função estratégica dentro das organizações se mostra cada vez mais necessária quando se trata de busca por melhorias e métodos de redução de desperdícios e otimização de recursos como forma de obtenção da excelência produtiva e conseqüentemente, o atendimento ao cliente.

O presente trabalho teve como objetivo geral criar uma rastreabilidade das atividades relacionadas à manutenção como função estratégica dentro de uma organização, alinhados aos conceitos da Manutenção Produtiva Total. Os objetivos específicos que compuseram o trabalho eram, além de apresentar e entender o processo produtivo de um terminal logístico, criar uma ferramenta de coleta de dados relacionados as atividades de manutenção e apresenta-los em forma de indicadores de desempenho, realizar uma análise do impacto das atividades de manutenção na produtividade do terminal e propor um plano de manutenção preventiva.

A rastreabilidade das atividades de manutenção foi um dos pontos fortes alcançados pela realização do estudo, tendo em vista que na comparação com o antigo cenário, as atividades estão claramente mais organizadas e estruturadas, evitando perdas de informações e retrabalho.

Em relação os indicadores de desempenho, os mesmos se mostraram eficazes como ferramenta de auxílio às tomadas de decisões, e se consolidaram dentro da empresa como monitoramento mensal das atividades relacionadas à manutenção, bem como o impacto que essas ações causam na disponibilidade operacional.

Outro ponto importante na busca pela excelência e como otimização máxima dos ativos da empresa, é a criação de um plano de manutenção preventiva na empresa, pois através dele pode-se reduzir a degradação dos equipamentos, melhorar a capacitação dos colaboradores, reduzir as quebras e chances de acidentes e conseqüentemente reduzir os custos oriundos de manutenções corretivas.

Sendo assim, conclui-se que este trabalho cumpriu com seus objetivos ao identificar problemas referentes à atividade manutenção, propor soluções para resolve-los e aplica-las. Os resultados obtidos são encorajadores, mas não devem ser interrompidos, pois o ciclo de melhorias deve ser contínuo e a excelência profissional sempre objetivada por todas organizações.

6.1 Trabalhos futuros

A busca por melhorias dentro das organizações não pode ser interrompida, a realização de auditorias mensais deve continuar acontecendo para que se encontrem os desvios e para que o plano de ação proposto se mantenha ativo. A criação de um quadro de gestão à vista, onde pode-se apresentar os indicadores para que todos possam acompanhar e monitorar o desempenho das atividades da manutenção, devem fazer parte dos planos de auditoria e melhoria contínua.

Outra sugestão de trabalho futuro a ser desenvolvido é a execução das manutenções preditivas realizadas na empresa. Embora já existentes, as manutenções são restritas à alguns equipamentos como bombas e compressores de ar, o serviço é terceirizado e não há um registro adequado das execuções dessas manutenções. A qualificação do pessoal interno para que não se necessite mais terceirizar o serviço, e a adequação e registro das atividades ao sistema interno de gestão são recomendados.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 5462 – **Confiabilidade e Manutenibilidade**, 1994.

BRANCO FILHO, G. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

CAMPOS, L. M. de S. **SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental: uma Proposta de Implementação**. 2001. 220 f. Tese – Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CHIAVENTATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 12ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2003.

CLARCK, A. B. **How managers can use the Shewhart PDCA Cycle to get better results**. Houston: Jesse H. Jones School of Business – Texas Southern University, 2001.

CONTADOR, José Carlos. **Gestão de operações: a engenharia da produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1998.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 275 f. Tese – Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**, 3ª Edição. Editora Atlas. São Paulo, 1991

GOMES, L.G.S. **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Rev. FAE, Curitiba, 2006.

KARDEC A. e NASCIF J. **Manutenção: Função Estratégica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

KARDEC A. e RIBEIRO H. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, A., FLORES, J. F., SEIXAS, E. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002. (Coleção Manutenção).

LINS, B. F. E. **Ferramentas básicas da qualidade**. Brasília, 1993.

MARTINS, R. A.; **Sistemas de Medição de Desempenho: Um Modelo para Estruturação do Uso**. Tese de Doutorado em Engenharia de produção, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 1998.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para indicar, observar e analisar problemas**. Arte & Ciência, São Paulo, 2001.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção preditiva: caminho para zero defeitos**. São Paulo: Makron McGraw-Hill, 1991.

- MONCHY, F.. **A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.** São Paulo: Durban\EBRAS, 1989.
- MONKS, Joseph G. **Administração da Produção.** 1 ed. São Paulo: Makron Books, 1989
- NAKAJIMA, S. (1989). **Introdução ao TPM.** São Paulo: IMC: Internacional Sistemas Educativos.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico, Conceitos, Metodologias e prática.** São Paulo, Ed. Atlas, 2004.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- RODRIGUES, M.V. **Ações para a Qualidade.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora : 2006.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (2009). **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas S.A.
- SUZUKI, T. **TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: JIPM & IMC, 1993.
- TAKAHASHI, Y. e OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total.** 4ª ed. São Paulo: Instituto Imam,2010.
- TAVARES, LOURIVAL. **Administração Moderna da Manutenção.** Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações, 1999)
- VIANA, H. R. **Fatores de Sucesso Para Gestão da Manutenção de Ativos: Um Modelo Para Elaboração de Um Plano Diretor de Manutenção.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.** Minas Gerais: Falconi, 2004.
- WERKEMA, M. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento.** Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- ZAGO, C.A.; ABREU, L.F.; GRZEBIELUCKAS, C.; BORNIA, A.C. **Modelo de avaliação de desempenho logístico com base no balanced scorecard (BSC):** proposta para uma pequena empresa. São Paulo. Campo Limpo Paulista .2008. Artigo retirado da internet. Acesso em: 09 de outubro de 2015.