

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA

**PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL:
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA.**

JOSÉ DA LUZ PIRES JUNIOR

Dourados/MS
2012

JOSÉ DA LUZ PIRES JUNIOR

**PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL:
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA.**

Trabalho de Graduação apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Prof. Dr. Fábio Alves Barbosa - Orientador

Dourados/MS
2012

**PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL:
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA.**

Por

JOSÉ DA LUZ PIRES JUNIOR

Monografia julgada e apresentada à Fundação
Universidade Federal da Grande Dourados –
Faculdade de Engenharia, para obtenção do
grau de Bacharel Engenharia, pela Banca
Examinadora, formada por:

Presidente: Prof. Dr. Fábio Alves Barbosa, - Orientador
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados

Membro: Prof. Dr. Gerson Ribeiro Homem
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados

Membro: Eng. Msc. Carlos Vinícius Martines Vanti
Empresa Sucroenergética

Dourados, 05 de Julho de 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder saúde e sabedoria durante toda a caminhada do curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais por estarem sempre ao meu lado apoiando e incentivando com toda sua dedicação.

Aos meus irmãos Cristian e Marcos, e cunhadas Ellen e Cinthya pelo incentivo, força e conselhos para que eu seguisse sempre focado no meu objetivo.

A minha namorada por estar sempre comigo com seu carinho, atenção e paciência.

Aos companheiros de curso que me concederam a grande felicidade de passar estes cinco anos de aprendizagem e crescimento pessoal em sua companhia.

Aos mestres que me forneceram seus conhecimentos e a oportunidade de crescer como pessoa e se tornar um Engenheiro de Produção.

A gerencia da empresa e todos os colaboradores, por fornecer todo o suporte e compartilhar seus conhecimentos para realização deste trabalho.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, confiando e acreditando que um dia chegaria ao fim desta jornada, para enfim começar uma nova.

Não há nada mais certo que nossos próprios erros. Vale mais fazer e arrepender, que não fazer e arrepender

Nicolau Maquiavel

RESUMO

Com o desenvolvimento do setor sucroenergético a partir dos anos de 1970, as empresas passaram a se modernizar e buscar a eficiência como ponto primordial e não apenas a produção. Assim, grandes investimentos foram feitos nos setores quando relacionados à aquisição de equipamentos e automatização de processo. Contudo, com essa nova filosofia ficou cada vez mais difícil gerenciar as informações sem que ocorra perda na produtividade e custos indevidos que encareçam os produtos finais e comprometam sua qualidade, dificultando um posicionamento no momento da tomada de decisão. Dentre as perdas detectadas que comprometem todo esse processo, tem-se às relacionadas à Manutenção, que é o setor responsável por manter todos os equipamentos em condições ideais de operação. Nesse contexto, encontra-se o setor de Planejamento e Controle e Manutenção como gestor e, para auxiliá-lo, nas atividades de gerenciamento e execução têm-se a elaboração de planos, dentre as quais, pode-se destacar a Manutenção Produtiva Total, que é a soma de esforços de todas as áreas para que os equipamentos estejam em condições ideais de operação o maior tempo possível. A Manutenção Produtiva Total utiliza ferramentas como rotas de manutenção, que são os caminhos que devem ser percorridos no momento da manutenção; subsistemas de equipamento, que são os periféricos de características semelhantes; planos de manutenção, que engloba todos os tipos de manutenção. Assim, como objetivo do presente trabalho foi confeccionado para o Equipamento Sedimentador de Fuligem (recurso crítico), um conjunto de procedimentos, que contemplam o plano de manutenção produtiva total, baseado nestas ferramentas, que estão em estágio de avaliação para possível implantação. Ressaltando que há outros setores que possibilitam a realização do mesmo estudo.

Palavras-chave: planejamento e controle de manutenção, manutenção produtiva total, procedimentos operacionais.

ABSTRACT

With the development of the sugarcane industry from the 1970s, companies began to modernize and seek efficiency as a primary point not just production. Thus, major investments were made in the industry when related to the acquisition of equipment and process automation. However, with this new philosophy has become increasingly difficult to manage the information loss occurs without undue costs on productivity and end products that could raise and compromising its quality, a difficult position at the time of decision making. Among the losses detected that compromise this whole process has been related to maintenance, which is the sector responsible for maintaining all equipment in ideal conditions of operation. In this context, is the sector of Maintenance Planning and Control and as a manager, and to assist in the management and implementation activities have been drawing up plans, among which, one can highlight the Total Productive Maintenance, which is the sum of efforts of all areas for which the equipment is operating under ideal conditions as long as possible. Maintenance Total Productive using tools such as route maintenance, which are the paths that must be driven at the time of maintenance; subsystems equipment, which peripherals are the similar characteristics, maintenance schedules, that comprises all types of maintenance. Thus, the objective of this study was made to the equipment settler Soot (critical resource), a set of procedures, which include the total productive maintenance plan, based on these tools, which are in evaluation stage for possible deployment. Noting that there are other sectors that allow performing the same study.

Keywords: planning and control of maintenance, total productive maintenance, operating procedures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos para Implantação da Manutenção Preditiva.....	19
Figura 2: Resultados x Tipo de Manutenção.....	21
Figura 3: Composição dos Custos de Manutenção.....	22
Figura 4: Custo Anual da Manutenção com base no PIB.....	23
Figura 5: Ponto de Equilíbrio nos Custos de Manutenção.....	24
Figura 6: Etapas da Implantação do Sistema TPM.....	26
Figura 7: Oito Pilares da TPM.....	27
Figura 8: Organograma da Unidade.....	34
Figura 9: Fluxo de Processo Simplificado.....	35
Figura 10: Fluxo de Bagaço.....	38
Figura 11: Fluxo da Estação de Tratamento de Água.....	39
Figura 12: Fluxo do Equipamento Sedimentador de Fuligem.....	43
Figura 13: Manutenção Centro de Trabalho (unidades).....	46
Figura 14: Manutenção Centro de Trabalho (\$).....	46
Figura 15: Manutenção Periféricos do Equipamento (unidades).....	47
Figura 16: Manutenção Periféricos do Equipamento (\$).....	48
Figura 17: Manutenção Lubrificação.....	50

SUMÁRIO

1.	INTRODUCAO	11
1.1	PROBLEMÁTICA.....	12
1.2	OBJETIVO GERAL	12
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4	JUSTIFICATIVA.....	13
1.5	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	13
2.	REVISÃO TEÓRICA	14
2.1	CONCEITOS DE MANUTENÇÃO.....	14
2.2	EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	14
2.2.1	A Primeira Geração	15
2.2.2	A Segunda Geração	15
2.2.3	A Terceira Geração	16
2.2.4	A Quarta Geração	16
2.3	TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	17
2.3.1	Manutenção Corretiva.....	17
2.3.2	Manutenção Preventiva	18
2.3.3	Manutenção Preditiva.....	19
2.3.4	Engenharia de Manutenção.....	20
2.4	MANUTENÇÃO GESTÃO ESTRATÉGICA	21
2.4.1	Custos de Manutenção	21
2.4.2	Qualidade na Manutenção.....	24
2.4.2.1	Ferramenta PDCA	24
2.4.2.2	ISO 9001	25
2.5	MÉTODOS E FERRAMENTAS.....	26
2.6	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	27
2.6.1	Os Oito Pilares da TPM.....	27
3.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
4.	ESTUDO DE CASO	31
4.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA.....	31
4.1.1	Cenário do Setor Sucroenergético	31
4.1.2	Processo Global	33
4.2	SETOR DE EXECUÇÃO DO ESTUDO.....	37

4.2.1	Esteiras de Bagaço.....	38
4.2.2	Estação de Tratamento de Água (ETA)	39
4.2.3	Caldeira de Queima Suspensa.....	40
4.2.4	Sedimentador de Fuligem	42
4.3	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA	
	TOTAL.....	44
4.3.1	Histórico de Manutenção da Safra 2010/2011	45
4.3.2	Roteiros de Manutenção	48
4.3.3	Plano de Manutenção Visual	49
4.3.4	Plano de Roteiro de Lubrificação	49
4.3.5	Plano de Manutenção de Troca de Itens de Desgaste	51
4.3.6	Plano de Manutenção Preventiva	51
4.3.7	Plano de Manutenção Preditiva	52
5	CONSIDERACOES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXOS	58

1. INTRODUCAO

A última década proporcionou para o setor sucroenergético grandes investimentos, que foram frustrados pela crise mundial de 2008 e trouxe incertezas sobre o rumo do crescimento do setor. Contudo, a alta demanda por álcool, açúcar e energia, fez o Brasil ter que retomar seus investimentos, mesmo que de forma lenta. Segundo estudos de uma das mais importantes consultorias internacionais do setor, a Czarnikow Group, o Brasil precisará investir até 2030 cerca de 338 bilhões de reais para conseguir processar 1,4 bilhão de tonelada de cana, atualmente são 600 milhões de toneladas, vale ressaltar, que esta perspectiva é representação de um cenário conservador (ECONÔMICO, 2011). Com essa visão, faz-se necessário ter sistemas produtivos cada vez mais eficientes e confiáveis, que sejam capazes de reduzir custos e aumentar a produtividade. Nesse âmbito a manutenção e confiabilidade de sistemas produtivos estão cada vez mais presentes, tornando-se um diferencial para as empresas que almejam ser competitivas e referências no segmento.

Para Barros Filho (2004), a confiabilidade se tornou um atributo indispensável às empresas que tem visão de atender melhor seus clientes, sendo este item importante na avaliação do quesito qualidade. A confiabilidade depende inteiramente de sistemas de manutenção, condizentes com os objetivos e estratégia adotada pela empresa, que almejam o crescimento da produtividade. Branco Filho (2006) define manutenção como a função que controla a todo o momento as instalações, englobando reparos e revisões que garantam o pleno funcionamento e conservação das instalações produtivas, serviços e instrumentação dos estabelecimentos. Ainda, segundo o autor, cabe à manutenção acrescentar valor aos bens e serviços durante sua transformação. Assim, seu foco tem que estar na minimização de todas as perdas para gerar aumento da produtividade a empresa.

Nesse contexto, Branco Filho (2010) afirma que a produtividade está ligada à redução dos custos e ao real aumento de faturamento, melhorias na confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos contribuindo, de forma significativa, para o aumento da competitividade das organizações. Cabral (2006) complementa dizendo que os custos em manutenção transformaram essa área em um segmento estratégico para o sucesso empresarial. Perante, a evolução das estratégias das empresas, a manutenção deixou de ser apenas um setor responsável pelo funcionamento de máquinas e ferramentas dentro de um processo, presente em todas as empresas, para se tornar um diferencial competitivo, incorporando técnicas de gerenciamento com foco na melhoria contínua para possibilitar um produto final que atenda as necessidades do cliente. Slack, Chambers e Johnston (2008) contextualizam que a função

produção tem que estar bem inserida dentro do negócio, com objetivos que definam sua inserção na estratégia. Assim, a manutenção apoia a produção e precisa estar alinhada com a visão global da empresa.

Para conseguir resolver os problemas de forma eficaz, a manutenção tem que ter uma combinação de ações e estratégias para diminuir riscos e ter apenas as despesas inerentes, que somente podem ser obtidos com um controle total de suas atividades. Com isto, os resultados serão utilizados pela alta gerencia no momento da tomada de decisão.

Diante da importância da manutenção no ambiente empresarial, tem-se segundo Osada e Tokahashi (2002), que descrevem a Engenharia voltada à Manutenção, como sendo o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida.

1.1 PROBLEMÁTICA

A ABEPRO (2011) conceitua a Gestão da Manutenção como subárea incorporada dentro da grande área Engenharia de Operações e Processos da Produção da Engenharia de Produção. Com esta visão e capacitação do Engenheiro de Produção, o problema abordado no presente trabalho está relacionado ao desenvolvimento de um plano de manutenção produtiva total para o equipamento “Sedimentador de Fuligem”, que é fundamental à cogeração de energia elétrica e geração de vapor, os quais serão utilizados em todos os processos de obtenção de açúcar, álcool e energia elétrica presentes em uma Indústria Sucroenergética.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo é elaborar um plano de manutenção produtiva total para o equipamento “Sedimentador de Fuligem”, considerado um recurso restritivo crítico (recurso gargalo) no processo produtivo da indústria em questão.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos do presente trabalho, destacam-se:

- Realizar um estudo detalhado sobre os sistemas, subsistemas e componentes que integram o referido equipamento para proceder a uma análise de manutenibilidade;

- Confeccionar, a partir de dados históricos sobre manutenção e especificações técnicas, os roteiros de manutenção e subsistemas do equipamento.
- Definir os tipos de manutenções que serão utilizadas no equipamento, podendo ser estes de natureza preventiva, preditiva e corretiva;
- Desenvolver planos de manutenção para cada tipo de manutenção aplicada no equipamento formando desta forma, o conceito de Manutenção Produtiva Total.

1.4 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho se faz de grande importância devido à demanda de expansão do setor sucroenergético e grandes perspectivas de crescimento, aliadas a essa demanda o setor se depara com a realidade de redução de custos produtivos, aumento da produtividade, confiabilidade e disponibilidade, tendo que obter ao final do processo um produto com custos relativamente mais baixos e com a qualidade exigida.

Focados nestes pontos a manutenção produtiva total é uma filosofia capaz de reduzir as perdas no processo, relativas às quebras, paradas não programadas e ociosidade. O projeto-piloto, que será elaborado no equipamento “Sedimentador de Fuligem”, contempla os problemas relacionados à falta de um plano de manutenção que compromete a qualidade do processo produtivo, sendo que posteriormente este mesmo plano poderá ser implantado em outras áreas da cadeia produtiva sucroenergética.

1.5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A falta de conhecimento sobre o projeto original do equipamento “Sedimentador de Fuligem”, o qual teve algumas modificações realizadas, dificultam a real compreensão do seu funcionamento e dimensionamento assim como dos seus periféricos.

O sistema de obtenção de dados automatizados é eficiente, contudo informações do momento em que o equipamento e seus periféricos foram ligado/desligado são de difícil mensuração, pois não há um banco de dados que contabiliza o período de tempo em que permaneceram ligados.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

Com uma nova visão de sistemas produtivos cada vez mais integrados atuando de forma estratégica, a alta produtividade vem sendo o objetivo de várias organizações, e um dos principais fatores para este sucesso, depende da disponibilidade, capacidade e qualidade dos processos produtivos. Por este motivo, a manutenção é um dos setores responsáveis por manter as atividades da produção em pleno funcionamento.

É necessário às organizações compreenderem a real função da manutenção. Nesse sentido os autores Slack, Chambers e Johnston (2008) conceituam manutenção como sendo a forma pela qual as empresas buscam evitar as falhas cuidando das instalações físicas, e sua importância pode ser notada nas atividades de produção, especificamente naquelas que estão diretamente ligadas à produção do bem e/ou serviço. Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção tem o intuito de propor soluções que maximizem os resultados, estando voltada à resolução de problema na produção, tornando-a competitiva.

A manutenção deve ser vista de acordo com Corrêa e Corrêa (2010), Nepomuceno, (1989), Lacombe, (2004); como um conjunto de esforços organizados para manter os recursos físicos operacionais (maquinas, equipamentos e instalações) em bom estado de conservação e operação, estando prontos para uso quando necessário, sendo que suas atividades abrangem amplas funções aliadas a custos reduzidos de operação.

2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Desde o final da década de 1970 a manutenção tem evoluído e passado por diversas transformações, e segundo Kardec e Nascif (2009), essas alterações se deram em virtude de:

- Aumento drástico da quantidade e diversidade dos itens físicos (equipamentos, instalações e edificações) esta tendência vem sendo contínua no decorrer dos anos;
- Os projetos estão cada vez mais complexos;
- Surgimento de novas técnicas de manutenção;
- Nova metodologia de enfoque da manutenção dentro das organizações;

- Visão da manutenção como função estratégica para melhoria e aumento dos resultados juntamente com uma maior competitividade das empresas.

Ainda, citam Kardec e Nascif (2009) que ocorreu a evolução da manutenção de acordo com as transformações da sociedade e dos sistemas de produção, sendo que essas sintetizadas em quatro gerações, a seguir.

2.2.1 A Primeira Geração

Caracterizada pelo período antes da Segunda Guerra Mundial, quando quase não existiam indústrias mecanizadas e os equipamentos eram simples e de grande porte.

A economia da época não priorizava a produtividade, por isso a manutenção era simples, como: serviço de limpeza, lubrificação e reparos pós quebra, sendo sua base para correção dos problemas. Tinha como visão que os equipamentos iriam se deteriorar com o tempo vindo a falhar ou quebrar, sendo cobrada do operador apenas a habilidade para executar o reparo.

2.2.2 A Segunda Geração

Ocorrida logo o pós Segunda Guerra Mundial, entre os anos 1950 e 1970, o que justifica a grande demanda por todo tipo de produto, porém com uma mão de obra de baixa qualidade, o que influenciou o aumento da mecanização.

Começa a existir uma cobrança por maior disponibilidade, e conseqüentemente maior confiabilidade e produtividade, o que reflete na dependência do bom funcionamento das máquinas, a partir deste momento tem-se a noção de que as falhas poderiam e deveriam ser evitadas, criando o conceito de manutenção preventiva.

Ao aumentar a realização da manutenção os seus custos também sobem, quando comparados aos demais custos operacionais, fazendo crescer os sistemas de planejamento e controle de manutenção.

Outra questão desta época foram os grandes investimentos em capitais físicos, que desencadeou o aumento destes custos, levando gestores a buscar maneiras de aumentar a vida útil dos itens físicos.

2.2.3 A Terceira Geração

Inicia-se na década de 1970, um período de diminuição de capacidade produtiva e aumento de custos, que era percebida na qualidade do produto. A filosofia *Just in Time*, começa a ser incorporada pelas organizações, onde na tentativa de reduzir estoques produtivos as fábricas muitas vezes paravam por falta de material.

Neste mesmo período houve crescimento da automação e mecanização, que indicava maior confiabilidade e disponibilidade. As falhas passam a serem mais percebidas e menos toleradas, aliadas as novas pressões exercidas pela área de segurança e meio ambiente.

Nessa fase tem-se:

- Aumento da manutenção preditiva;
- Avanços na informática disponibilizaram *softwares* capazes de planejar, controlar e acompanhar a manutenção;
- Aplica-se cada vez mais o conceito de confiabilidade dentro da manutenção;
- A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) é implantada no Brasil a partir da década de 1990;
- Novos projetos buscam maior confiabilidade, porém à falta de interação entre engenharia, manutenção e operação, resultavam em resultados abaixo do esperado.

2.2.4 A Quarta Geração

Nesta fase continua a preocupação com a melhoria da confiabilidade e disponibilidade. A Engenharia de Manutenção garante dentro das organizações a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade, razões pela qual foi criada.

Com intuito de intervir cada vez menos na estrutura física, a manutenção preditiva é cada vez mais utilizada, diminuindo a necessidade de manutenções preventivas e corretivas não planejadas, sendo que esta última passa a ser um indicador de ineficácia da manutenção.

As organizações passam a ter uma visão sistêmica das áreas de manutenção, operação e engenharia, que tem na sua soma, garantia de melhores resultados.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção tem seu princípio de existência focada em três abordagens, sendo que a soma destas são responsáveis por manter todo o sistema de instalações físicas.

Os diversos tipos de manutenção são classificados de acordo com sua aplicação, podendo ser segundo Slack, Chambers e Johnston (2008) de caráter corretivo, preditivo e preventivo.

2.3.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é conceituada por Corrêa e Corrêa (2010), quando a intervenção é efetuada somente após ter ocorrido à falha, sendo comumente usada em falhas inesperadas. Contudo, este tipo de manutenção obedece aos conceitos de que falhas devem ser evitadas, por isso é aplicada em varias situações:

- As falhas não justificam os custos de prevenção: exemplo: término de tintas de cartucho de impressora, aparelhos telefônicos, monitores de TV;
- A falha não é previsível – quando não há vantagem em se utilizar manutenção preventiva, pois as probabilidades de falhas são iguais independentes de a manutenção preventiva ser realizada ou não, isso é notado na queima de fusíveis.

Como nesses casos as falhas não podem ser evitadas, o mínimo que deve ser feito são ações que minimizem seus efeitos. Para que isto se torne possível, algumas funções devem estar bem alinhadas por seus gestores.

- Procedimento e comunicação – Todos devem saber o que fazer, a quem avisar a falha, e quem solicitar correção da mesma;
- Organização – Todas as informações, materiais e ferramentas, devem ser de fácil acesso para evitar perdas de tempo;
- Padronização – permite reduzir estoques de reposição, facilita treinamento e reduz tempo de correção;
- Treinamento – com treinamento os próprios operadores podem realizar pequenas manutenções sem a necessidade de ativar o setor manutenção;

2.3.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva para Slack, Chambers e Johnston (2008) tem seu princípio em reduzir as probabilidades de falhas do equipamento por manutenção em intervalos de tempo pré-determinado. Por exemplo, motores indústrias são verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação após horas de utilização. Parar os motores é uma decisão muito complexa para a indústria, pois está diretamente ligada a possível parada na produção.

Kardec e Nascif (2009) entendem que a manutenção preventiva tem que evitar a ocorrência de falhas. Como muitas vezes os fabricantes não fornecem bons dados para adoção de um plano de manutenção preventiva, além das condições ambientais e operacionais influenciarem na degradação do equipamento, cada instalação deve elaborar seu plano de manutenção, o que leva a duas fases iniciais de operação.

- Ocorrência de falhas antes do período de intervenção estimado pelo fornecedor;
- Abertura do equipamento prematuramente.

Ao se realizar manutenções preventivas, a manutenção corretiva não deverá ser descartada no intervalo entre as preventivas.

Para implantar a manutenção preventiva os seguintes fatores devem ser considerados:

- Quando não é possível realizar a manutenção preditiva;
- Pontos ligados à segurança pessoal ou da instalação tornam obrigatório à intervenção, normalmente para substituição de componentes;
- Criar oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Risco de agressão ao meio ambiente;

2.3.3 Manutenção Preditiva

Na visão de Nepomuceno (1989) a manutenção preditiva tem por finalidade escolher os parâmetros que devem ser escolhidos em cada máquina ou equipamento, e como a alteração em algum desses parâmetros pode afetar um determinado componente. Há uma necessidade nesse sistema de se ter uma organização rígida, que coordene e analise as inspeções que serão realizadas periodicamente nos equipamentos selecionados. A organização é imprescindível na realização da manutenção preventiva, visto que, elimina pequenas irregularidades evitando que a situação do equipamento piore, resultando em aumento de custos. Sua implantação é a mais viável em termos técnicos e econômicos, já que permite atingir a eficiência global.

A Figura 1 mostra os elementos que são essenciais para implantação de um programa de manutenção preditiva, onde os dados são utilizados de forma inteligente, e as áreas responsáveis atuam de forma coordenada, programada, cronometrada e harmoniosa durante suas atividades.

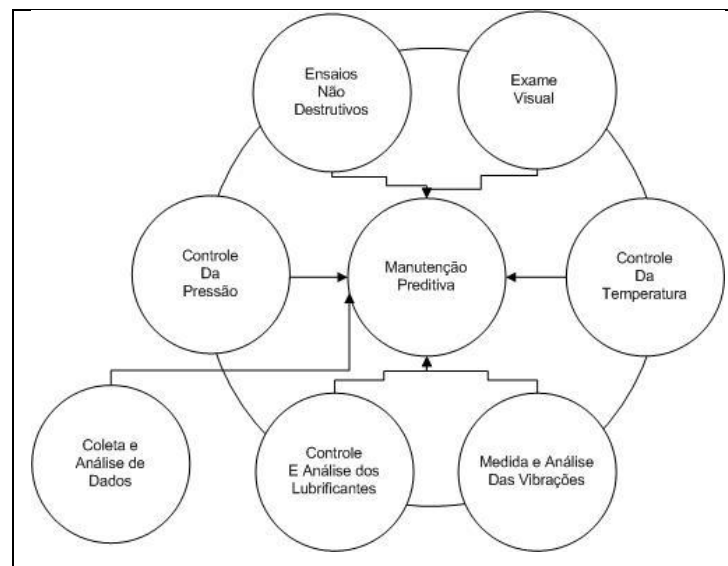


Figura 1: Elementos para Implantação da Manutenção Preditiva
Fonte: NEPOMUCENO (1989)

2.3.4 Engenharia de Manutenção

Para Kardec e Nascif (2009) a Engenharia da Manutenção é um novo modo de pensar e atuar dentro da manutenção, sendo suporte e estando dedicado a:

- Consolidar a Rotina;
- Implantar a Melhoria.

Com essas formas de atuar a Engenharia da Manutenção tem como objetivos as seguintes atribuições:

- Aumentar a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança;
- Melhora a manutenibilidade e capacitação pessoal;
- Eliminar problemas crônicos;
- Solucionar problemas tecnológicos;
- Gerir materiais e sobressalentes;
- Participar de novos projetos (interface com a engenharia);
- Suporte a execução;
- Fazer análise de falhas e estudos;
- Elaborar planos de manutenção e de inspeção, fazendo análise crítica;
- Acompanhar os indicadores;
- Zelar pela documentação técnica.

A Figura 2 mostra o gráfico com a evolução dos tipos de manutenção de acordo com os resultados apresentados. Nota-se que na manutenção corretiva e preventiva as melhorias são discretas, e nos modelos de manutenção preditiva e engenharia de manutenção essa melhora é mais significativa.

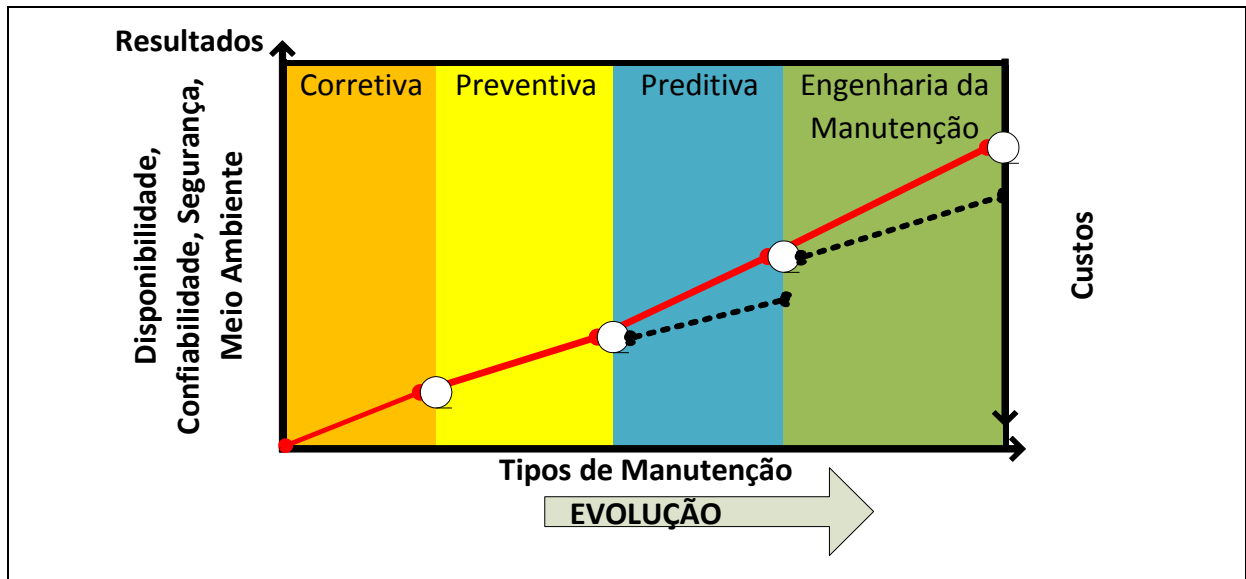


Figura 2: Resultados X Tipo de Manutenção
Fonte: KARDEC E NASCIF (2009)

2.4 MANUTENÇÃO GESTÃO ESTRATÉGICA

Para Slack, Chambers e Johnston (2008) a atuação de cada tipo de manutenção se adequa a diferentes situações. Assim a manutenção corretiva “trabalha-se até quebrar”, sendo utilizada quando o conserto é fácil. A manutenção preventiva tem sua atuação quando o custo da falha não planejada é alto e sua ocorrência não é totalmente aleatória. Quando a atividade de manutenção tem um alto valor, deve se tentar implantar um sistema preditivo.

A área de manutenção tem sua existência para que a manutenção não exista, por isto tem que estar bem alinhada com o modelo de gestão da organização, com relações de parceria entre todas as áreas. A nova gestão esta focada na satisfação dos seus clientes, ofertando produtos e serviços condizentes com sua necessidade, sem aumentos de custos. Nesse cenário a manutenção é parte responsável por esta qualidade, pois condiciona que os demais setores sejam capazes de executar suas tarefas.

2.4.1 Custos de Manutenção

Viana (2002) caracteriza que no início da década de 1990, os custos envolvendo a manutenção abrangiam apenas os gastos com pessoal, material, e serviços externos e com a evolução da maneira de gerenciar a manutenção, foram incluídos nesses custos a perda de faturamento e a depreciação, a partir dessa concepção a manutenção teve seus custos relacionados às seguintes áreas:

- Pessoal – salários e prêmios (direto), encargos sociais e benefícios (indireto), além dos gastos com treinamento.
- Materiais – reposição de itens (direto), energia elétrica, aluguel, água (indireto), administração do almoxarifado e compras.
- Contratação de serviços externos – contratos de serviços permanentes e/ ou temporários.
- Depreciação – reposição de itens ou compras de equipamentos e ferramentas (direto), capital imobilizado e administração do setor contábil (indireta).
- Perda de faturamento – perda na produção e desperdício de matéria prima.

Os custos de manutenção foram avaliados, segundo a ABRAMAN (2011), nas áreas de pessoal, serviço contratado, materiais e outros, e sua evolução é observado no gráfico da Figura 3.

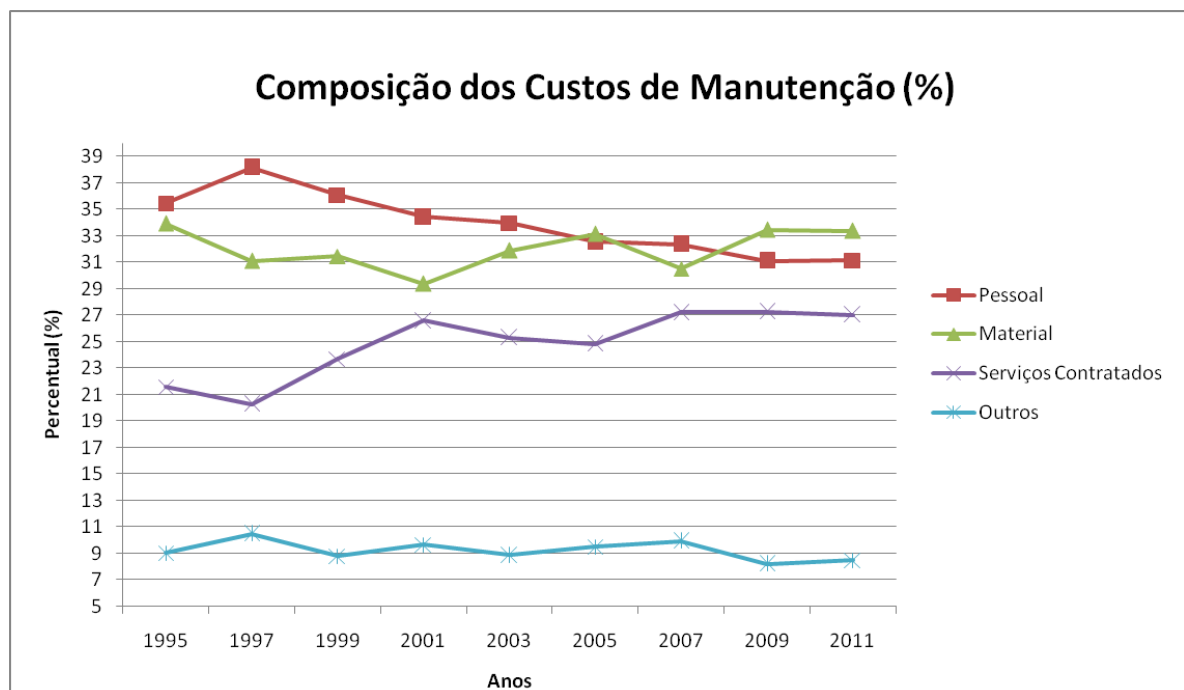


Figura 3: Composição dos Custos de Manutenção
Fonte: ABRAMAN (2011)

As mudanças de entendimento do setor manutenção podem ser percebidas na composição dos custos, que deixaram de ser concentrado em pessoal, passando a se terceirizar os serviços e a ter mais custos com material.

Kardec e Nascif (2009) relatam que antes da nova visão, grande parte dos gerentes relacionavam os custos envolvidos em manutenção com a ideia de que não se poderiam controlar estes custos, por serem altos e sobrecarregar o produto final.

Para os autores, a manutenção não tinha uma forma técnica correta de mensurar seus custos, além de sua eficiência ser baixa. Uma justificativa era que a gerencia não entendia a importância da manutenção, o que refletia em baixos investimentos no setor e baixa representativa dentro da organização. Na antiga visão os custos eram analisados apenas em relação ao faturamento bruto e/ou patrimônio.

A Figura 4 mostra o gráfico da evolução dos custos em manutenção entre 1995 e 2011 no Brasil. Observa-se que os custos giram em torno da média de 4,11% do faturamento bruto das organizações e apesar de ser relativamente baixo, é real, podendo ser mais bem gerido resultando em reduções, como a observada no ano de 1999.



Figura 4: Custo Anual da Manutenção com base no PIB

Fonte: ABRAMAN (2011)

Dentro da gerencia tem que haver o entendimento que mais realizações de manutenção, não significa diretamente uma melhor manutenção. Tem que haver comprometimento entre a disponibilidade operacional e o nível de manutenção, encontrando um ponto de equilíbrio em que os custos com operação e manutenção sejam ótimos ao ideal da organização, como é visto na Figura 5.

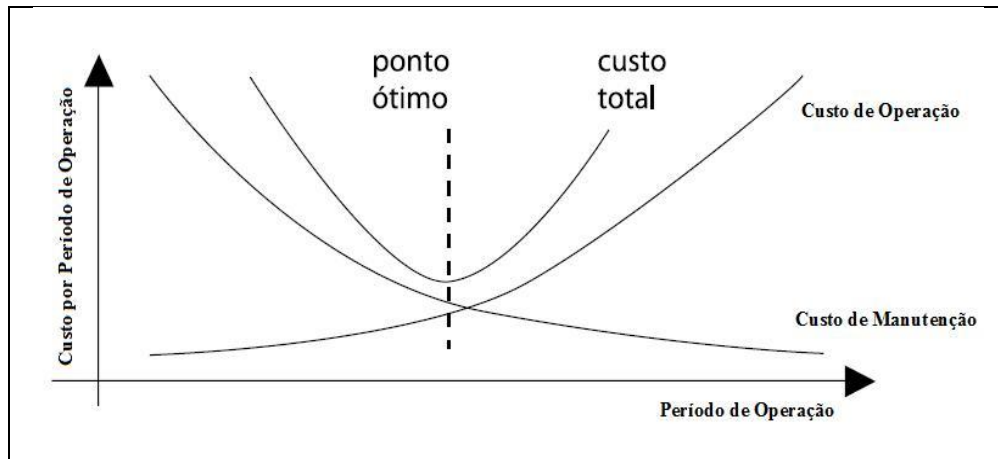


Figura 5: Ponto de Equilíbrio nos Custos de Manutenção
 Fonte: KARDEC E NASCIF (2009)

2.4.2 Qualidade na Manutenção

Os sistemas de qualidade segundo Kardec e Nascif (2009), são formados por inter-relações entre os diversos setores da organização, cabe à manutenção coordenar as atividades de suprimentos de materiais e engenharia, mantendo todos os padrões ligados à disponibilidade e confiabilidade dos recursos e instalações, para que quando exigidos estejam condizentes com os padrões de qualidade e metas produtivas da organização.

Para conseguir atender aos seus requisitos, a manutenção conta com ferramentas da qualidade, através da implantação de conceitos antes visto somente na área de processo é possível alinhar o foco da manutenção com os demais setores.

2.4.2.1 Ferramenta PDCA

O conceito desta ferramenta está alinhada ao objetivo da TQM (Gerenciamento Total da Qualidade) que busca a melhoria contínua, e essa busca pertence aos conceitos do Ciclo PDCA, que pode ser aplicado em todos os segmentos da organização.

Slack e Chambers (2008) descrevem a ferramenta PDCA como sendo uma maneira cíclica para melhorar as atividades. Tem seu início com o planejamento das atividades, que é o estágio P (Planejar), que consiste na elaboração de planos de ação. Após planejar é preciso executar, que é o estágio D (do verbo *do*, fazer). Com a execução das atividades é preciso saber os resultados e avaliá-los, sendo este o estágio C (de checar). Por último, com a avaliação dos resultados a organização tem os pontos que devem ser melhorados e estudam com realizar esta melhoria, que é o momento do estágio A (agir).

2.4.2.2 ISO 9001

Para que um sistema consiga operar em condições ideais, a qualidade deve ser garantida, e a melhor maneira de se garantir essas condições consiste na minimização dos erros humanos, que é alcançado com procedimentos descritos e capacitação das pessoas. Estes itens garantem que o processo conseguirá ser repetido por quaisquer pessoas em diferentes condições de operação, com o mesmo nível de qualidade.

Segundo Carpinetti, Miguel e Gerolamo (2009), a ISO 9001:2008 diz que a melhoria continua deve ser realizada de acordo com a política da qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análise de dados, ações corretivas, preventivas e análise crítica da administração.

Os autores mencionados acima completam afirmando que as ações corretivas e preventivas fazem parte da melhoria do sistema, sendo que as ações corretivas e os procedimentos devem conter:

- Análise crítica da não conformidade, incluindo reclamações do cliente;
- Determinação das causas da não conformidade;
- Avaliação da necessidade de ações, para evitar que não conformidades se repitam;
- Determinação e implementação de ações necessárias;
- Registros dos resultados das ações executadas;
- Análise crítica da eficácia das ações corretivas executadas.

Para a elaboração dos procedimentos das ações preventivas, este deve conter:

- Definição das não conformidades potenciais e de suas causas;
- Avaliação da necessidade de ações que previnam a ocorrência de não conformidade;
- Definição e implementação de ações necessárias;
- Registros de resultados de ações executadas;
- Análise crítica da eficácia das ações críticas preventivas executadas.

2.5 MÉTODOS E FERRAMENTAS

Um sistema produtivo bem gerenciado deve evitar a ocorrência de falhas e que estas venham a comprometer todo o sistema com paradas na produção, aumento de custos e comprometimento da qualidade e produtividade. A confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade são requisitos fundamentais para o funcionamento ideal desse sistema.

Segundo Corrêa e Corrêa para se implantar a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance / TPM*) tem que haver comprometimento de todos os níveis, começando pela alta direção, sendo que caberá a manutenção as seguintes responsabilidades:

- Planejar as necessidades, dentre elas: nível de manutenção necessário em cada item de cada recurso; padrões de manutenção preditiva; responsabilidades da manutenção autônoma; etc.
- Treinar os envolvidos nas atividades relevantes da manutenção, sendo que o pessoal de operação e manutenção deverá ser constantemente treinado para cumprir as manutenções planejadas.
- Gerenciar recursos físicos: considerar as causas potenciais de falhas e tomar ações para sua eliminação na fase de projeto, construção e instalação.

Para Kardec e Nascif (2009), a implantação do sistema TPM segue normalmente a Figura 6.

Fase	Nº	Etapa	Ações
I n t r o d u ç ã o	1	Comprometimento da alta administração	Divulgação da TM em todas as áreas da empresa, sendo que esta poderá ser feita através de jornais internos
	2	Divulgação e treinamento inicial	Seminário interno dirigido a gerentes de níveis superior e intermediário; treinamento de operadores
	3	Definição do órgão ou comitê responsável pela implantação	Estruturação e definição das pessoas do comitê de implantação
	4	Definição da política e metas	Escolha das metas e objetivos a serem alcançados
	5	Elaboração do plano diretor de manutenção	Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis
	6	Outras atividades relacionadas com a introdução	Convite a fornecedores, clientes e empresas contratadas
C o n s o l i d a ç ã o	7	Melhorias em máquinas e equipamentos	Definição de área e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho
	8	Estruturação da manutenção autônoma	Implementação da manutenção autônoma, por etapas, de acordo com programa, com realização de auditoria em cada etapa
	9	Estruturação do setor de manutenção e condução da manutenção preditiva	Condução da manutenção preditiva, sobressalentes, ferramentas e desenho
	10	Desenvolvimento e capacitação do pessoal	Treinamento do pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas a manutenção; treinar pessoal da manutenção para análise, diagnósticos, etc.
	11	Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase inicial	Gestão do fluxo inicial; LCC (<i>Life Cycle Cost</i>), ou seja, custo do ciclo de vida
	12	Realização da TPM e seu aperfeiçoamento	Candidatura ao prêmio TPM; busca de objetivos mais ambiciosos

Figura 6: Etapas da Implantação do Sistema TPM

Fonte: KARDEC E NASCIF (2009)

2.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Na visão de Netto (2006) a TPM é considerada uma metodologia que busca aumento da produtividade, diminuindo falhas nos equipamentos, defeitos dos produtos e não ocorrência de falhas. Tem seu foco em pessoas, com maior produção e manutenções constantes para que o sistema esteja sempre em condições de uso.

Corrêa e Corrêa (2010), afirmam que na TPM os operadores são responsáveis pela disponibilidade dos equipamentos, sendo apoiado pela manutenção. Por isto seus principais objetivos são melhorar eficiência dos equipamentos e realizar manutenção autônoma.

2.6.1 Os Oito Pilares da TPM

A TPM segundo Kardec e Nascif (2009) está apoiada em oito pilares para se atingir a maior eficiência de um sistema produtivo, isso é representado pela Figura 7, que mostra a casa da TPM.

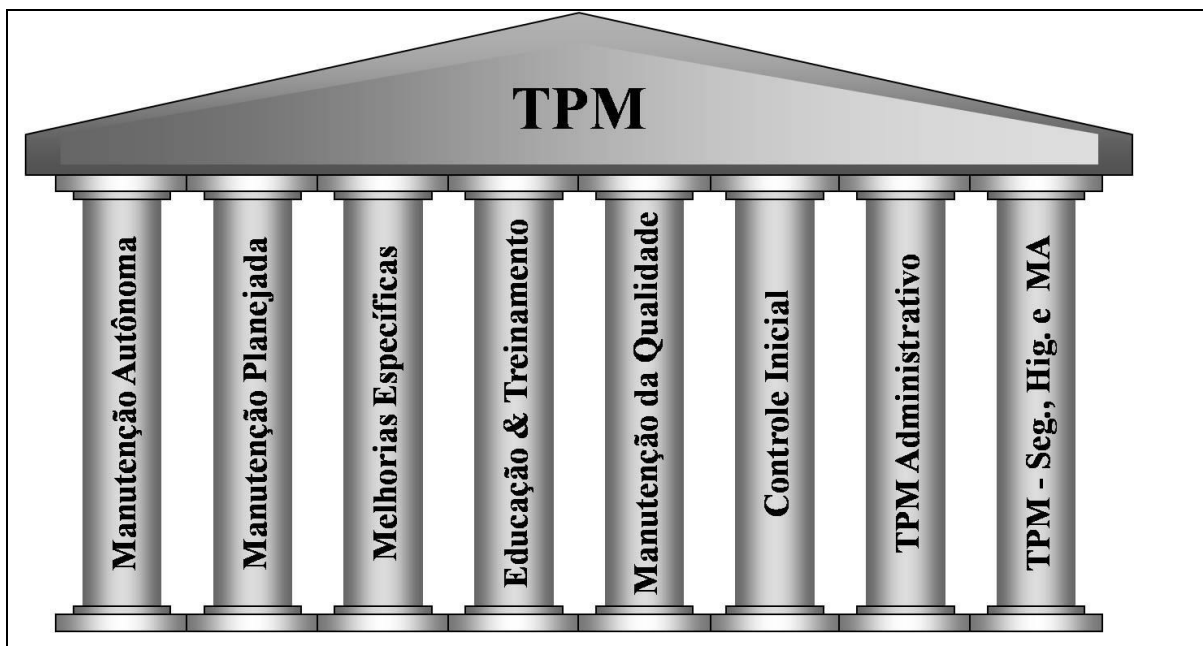


Figura 7: Oito Pilares da Manutenção
Fonte: KARDEC E NASCIF (2009)

Estes pilares estão comentados a seguir:

- Manutenção autônoma – autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia da TPM.

- Manutenção planejada – ter realmente o controle da manutenção, investindo em treinamento em técnicas de planejamento (*software*), utilizar um sistema de planejamento de programação diária e do planejamento de paradas.
- Melhorias específicas (focadas) – este pilar se foca a melhoria global do negócio. Procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho.
- Educação e treinamento – aumento da capacitação técnica, gerencial, comportamental do pessoal de manutenção e operação.
- Manutenção da qualidade – implantar sistema de zero defeito.
- Controle inicial – sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos e equipamentos. Eliminar falhas na concepção de projetos, implantar sistemas de monitoramento.
- TPM administrativo (*Office*) – estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, a fim de possibilitar aumento de sua eficiência.
- TPM segurança, higiene e meio ambiente – implantar sistema de segurança, higiene e meio ambiente.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente estrutura do trabalho se baseia no método científico dedutivo, no qual faz parte deste processo a pesquisa bibliográfica, coleta de dados e observação do objeto o qual será estudado para elaboração de modelos (GIL, 2010). Segundo a ABEPRO (2012), a pesquisa se encontra dentro da área de conhecimento Engenharia de Operações e Processos da Produção, subárea Gestão da Manutenção e estas ramificações serão a base para utilização do método dedutivo, que visa explicar o objeto em estudo, levando em consideração que os conhecimentos iniciais são insuficientes.

O estudo se fundamenta como sendo uma pesquisa de natureza explicativa, e seu objetivo é encontrar os fatores que ajudam a compreender o objeto em questão. Este tipo de pesquisa tem sua base em revisões bibliográficas atuais, coleta de dados (pesquisa de campo) e realização de estudo de caso simples (SEVERINO, 2007).

A pesquisa bibliográfica, na visão de Gil (2010), permite um prévio conhecimento teórico sobre o tema e objeto a ser estudado, que é obtida a partir de informações que se encontram dispersas em muitos tipos de publicações técnicas e científicas. Severino (2007) entende que a revisão bibliográfica é crucial para a produção do conhecimento científico e incide na escolha de documentos que tenham relação direta com o problema de pesquisa. Normalmente, dentre os materiais consultados durante a realização da pesquisa bibliográfica estão livros, portais de periódicos, revistas e jornais especializados, trabalhos de congresso, publicações técnicas, dissertações e teses.

A pesquisa de campo é vista por Lakatos, Marconi e Silva (2010) como uma investigação do objeto estudado, sendo executadas por meio de visitas técnicas, entrevistas dirigidas, aplicação de questionários e metodologias de investigação, coleta de dados, análise de documentos e observações sistemáticas.

Para Nakano (2000) a metodologia do estudo de caso possui natureza empírica e procura investigar problemas da realidade, ainda mais quando estes estão claramente definidos. Cervo, Bervian e Silva (2007) complementam dizendo que no estudo de caso é importante observar o objeto através dos seus sentidos para conhecê-lo, e sem esta observação o estudo da realidade seria apenas adivinhação. Para Gil (2010) no estudo de caso a consulta de documentos é fundamenta, pois, torna possível obter informações de caráter estrutural e organizacional, descrição de cargos e funções.

Lakatos, Marconi e Silva (2010) relatam que a observação sistemática, é planejada previamente com utilização de anotações e controle de tempo e periodicidade, recorrendo a recursos técnicos, mecânicos e eletrônicos.

De forma geral, a pesquisa a ser desenvolvida está fundamentada em três macros atividades interdependentes e sequenciais, destacando-se:

- A construção do referencial teórico fundamentado nas áreas de Engenharia de Manutenção, Engenharia de Operações e Processos da Produção, configurando a pesquisa bibliográfica e representando o processo de sistematização do conhecimento a partir de fontes secundárias;
- Proposta de um plano de manutenção produtiva total (TPM) para o sistema de sedimentação de fuligem, caracterizando o produto da aplicação do método científico dedutivo/pesquisa explicativa;
- Delineamento do estudo de caso, que consiste na observação do setor de estudo, análise do banco de dados das manutenções realizadas durante a safra e discriminação das partes críticas do setor que serão utilizadas como base para a proposição do plano de manutenção produtiva total.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA

A *joint venture* onde foi realizado o trabalho é uma das grandes empresas do setor sucroenergético detendo um valor de mercado em torno dos US\$ 12 bilhões, 40 mil funcionários, mais de 500 lojas de conveniências, 53 terminais de distribuição, 54 aeroportos e 4,5 mil postos com uma previsão de dobrar sua capacidade produtiva de etanol, passando dos 2,2 bilhões de litros em 2010 para 5 bilhões de litros num período de 5 anos.

Segundo o conselho do grupo, foi aprovado o plano que em cinco anos pretende aumentar a produção de cana de açúcar de 62 milhões de toneladas para 100 milhões, com isto, o plano é consolidar a cana de açúcar como *commodity* internacional, e aumentar a produção de açúcar de 4 milhões de toneladas para 6 milhões de toneladas. Dentro do setor energético as usinas da *joint venture* que se encontram nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás deverão aumentar a produção de energia por cogeração de 900 megawatts para 1300 megawatts. Com esse aumento produtivo a grupo almeja um faturamento de R\$ 50 bilhões.

Está posicionada no mercado com o ideal de propor soluções na área de energia sustentável, utilizando-se de tecnologia, talento e agilidade, adicionando valor aos seus aos seus clientes, acionistas e sociedade. Assim pretende ser vista como referencia no desenvolvimento, produção e comercialização de energia sustentável.

A unidade onde foi realizado o estudo aborda tecnologia e inovação de processos produtivos. Com capacidade instalada de moagem média de 14000 toneladas/dia de cana-de-açúcar.

4.1.1 Cenário do Setor Sucroenergético

O programa de produção de etanol surgiu na década de 1970, com o intuito de controlar a alta do petróleo devido à crise que ocorreu na época. Contudo em 1980 com a recuperação do petróleo, os parques industriais de etanol foram abandonados, juntamente com os planos de implantação do setor.

Para Martins (2012), a tecnologia *flex* criada no início da década de 2000, como forma de combustível alternativo para motores, foi responsável pela retomada do setor no Brasil. Porém ainda há uma grande necessidade de investimentos no setor para que este

consiga competir de forma igual com o petróleo. Nos últimos sete anos a gasolina manteve seu preço praticamente estável no país, enquanto o preço no barril de petróleo no mercado mundial sofreu grandes altas, o que derrubou a competitividade do etanol frente à gasolina no mercado nacional.

Ainda, segundo Sardenberg (2012), a questão está no fato de que a política praticada na gasolina é controlada pelo governo, que obriga a estatal Petrobras a não aumentar o preço do produto no mercado interno, assim o preço não oscila de acordo com a flutuação de mercado. Contudo o etanol está inserido em um mercado livre, expostos a estas oscilações do mercado, assim quando há uma queda na produção a tendência é que seu preço aumente. Sardenberg (2012) relata que o governo não consegue enxergar a real situação do mercado, onde há grande crescimento do setor de automóveis *flex*, o que depende de uma grande demanda de etanol. Outro ponto levantado é a questão ambiental, onde em países da Europa a gasolina é taxada através de impostos altos, como forma de incentivar a busca por fontes de energia alternativa. Esse ponto seria uma solução inteligente para expansão do setor sucroenergético, visto que o etanol emite menos gases poluentes quando comparado com a gasolina, atrairia investimentos ao setor, além do Brasil possuir tecnologia para construção das usinas e produção de açúcar, etanol e energia.

Cogo (2012) prevê que o mercado do açúcar na safra 2011/2012, terá queda de 1,5 milhões de toneladas na produção interna, contudo o mercado externo manterá o superávit pequeno do setor, que não será capaz de suprir os estoques dos países produtores. Os preços do produto que chegaram a R\$50,00 pela saca de 50 Kg no período de safra atingiram o valor de R\$76,00 reais durante a entressafra, entre os meses de novembro e fevereiro da safra passada. A expectativa para atual safra é que esse preço seja bem maior, tanto durante a safra quanto na entressafra, devido à China, que é o grande importador de açúcar, e pretende aumentar suas importações em 20%.

A Índia é um grande produtor sinaliza com produção recorde para esta safra, porém 93% da produção serão destinados a reposição dos estoques do país, restando apenas 7% para as exportações, além da safra brasileira que deverá ter diminuição da produção. Com esse cenário será difícil controlar o preço do açúcar no ano de 2012, por esta razão os produtores brasileiros planejam aumentar o estoque de açúcar e vendê-lo nos meses de preços elevados, para aumentar sua margem de lucros.

4.1.2 Processo Global

A unidade está em sua terceira safra completa e possui por volta de 400 funcionários, divididos em três turnos industriais, além do turno administrativo. Tem como produtos principais a energia elétrica obtida a partir da queima do bagaço da cana, o álcool hidratado obtido pelo do processo de destilação, e o açúcar obtido através dos processos de tratamento, evaporação, cozimento e centrifugação.

A energia elétrica produzida é vendida à concessionária do setor elétrico Estado de Mato Grosso do Sul, sendo esta no valor de 30 MW hora e disponibilizados na rede elétrica que é compartilhada com unidades localizadas no Município de Dourados e Naviraí que pertencem ao grupo de usinas sucroenergética da região da Grande Dourados.

A produção média na unidade é de 23000 sacas/dia de açúcar, e este açúcar pode ser dividido nos seguintes tipos:

- Açúcar VHP – (*Very High Polarization*), com teor de umidade máximo de 10%, o que facilita seu transporte que é realizado a granel. Sua alta taxa de polarização, que é o teor de sacarose contida no açúcar, e quanto maior seu valor, mais puro é o açúcar, sendo este medido em ($^{\circ}$ Z) Graus Zucker e no caso do açúcar VHP este teor se encontra na faixa de 99,0 e 99,5° Z, permitindo que este seja refinado, por isso este produto é exportado em altos volumes para países que são referências em refino do açúcar.
- Açúcar VVHP – (*Very Very High Polarization*), possui maior taxa de polarização, que se encontra no valor de 99,6°Z. Sua cor é mais baixa e sua filtrabilidade melhor quando comparado com o Açúcar VHP, contudo sua umidade é a mesma.
- Açúcar Tipo 3 – possui taxa de polarização de 99,6°Z, contudo sua umidade é mais baixa com valor máximo de 7%.
- Açúcar Tipo 2 – possui taxa de polarização de 99,7°Z e umidade de 5%, contudo sua cor tem valor máximo de 150 U.I (Unidade Icumsa - Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar, que definiu o nome da comissão como unidade de medida da cor do açúcar, e quanto maior seu valor, mais cor estará presente no açúcar).
- Açúcar Tipo 1 - possui taxa de polarização de 99,7°Z e umidade de 5%, contudo sua cor tem valor máximo de 100 U.I.

O álcool etílico produzido é do tipo hidratado, ou seja, com INPM (porcentagem de álcool absoluto presente em 100 gramas da mistura) entre 92,5% e 93,8%, sua produção chega à média de 600 m³/dia e é armazenado em dois tanques com capacidade 20 milhões de litros cada. Nestes tanques o álcool aguarda ser carregado em caminhões para seguir até às refinarias, de onde por fim será comercializado no mercado interno e externo.

O organograma da unidade conta com gerente industrial, supervisores de produção, líderes de setores, operadores 1,2 e 3, além de auxiliares, conforme descrito na Figura 8.

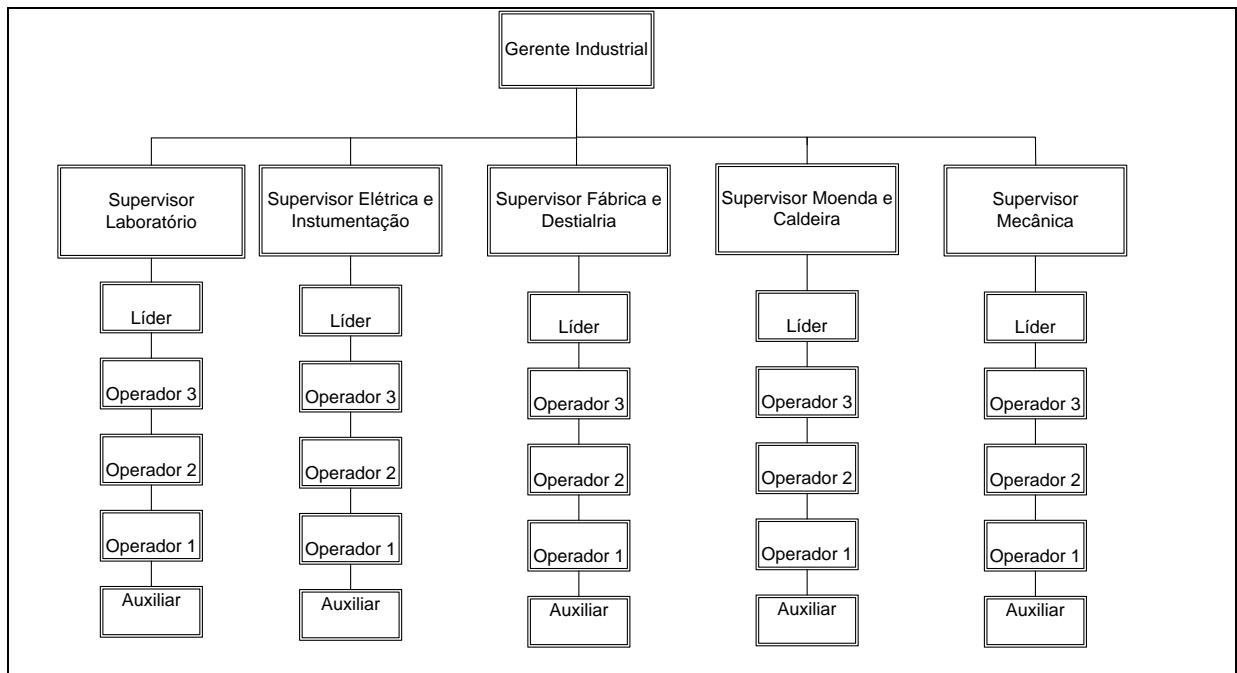


Figura 8: Organograma da Unidade

O processo para obtenção de todos os produtos comercializados, pode ser observado no fluxo de processo na Figura 9.

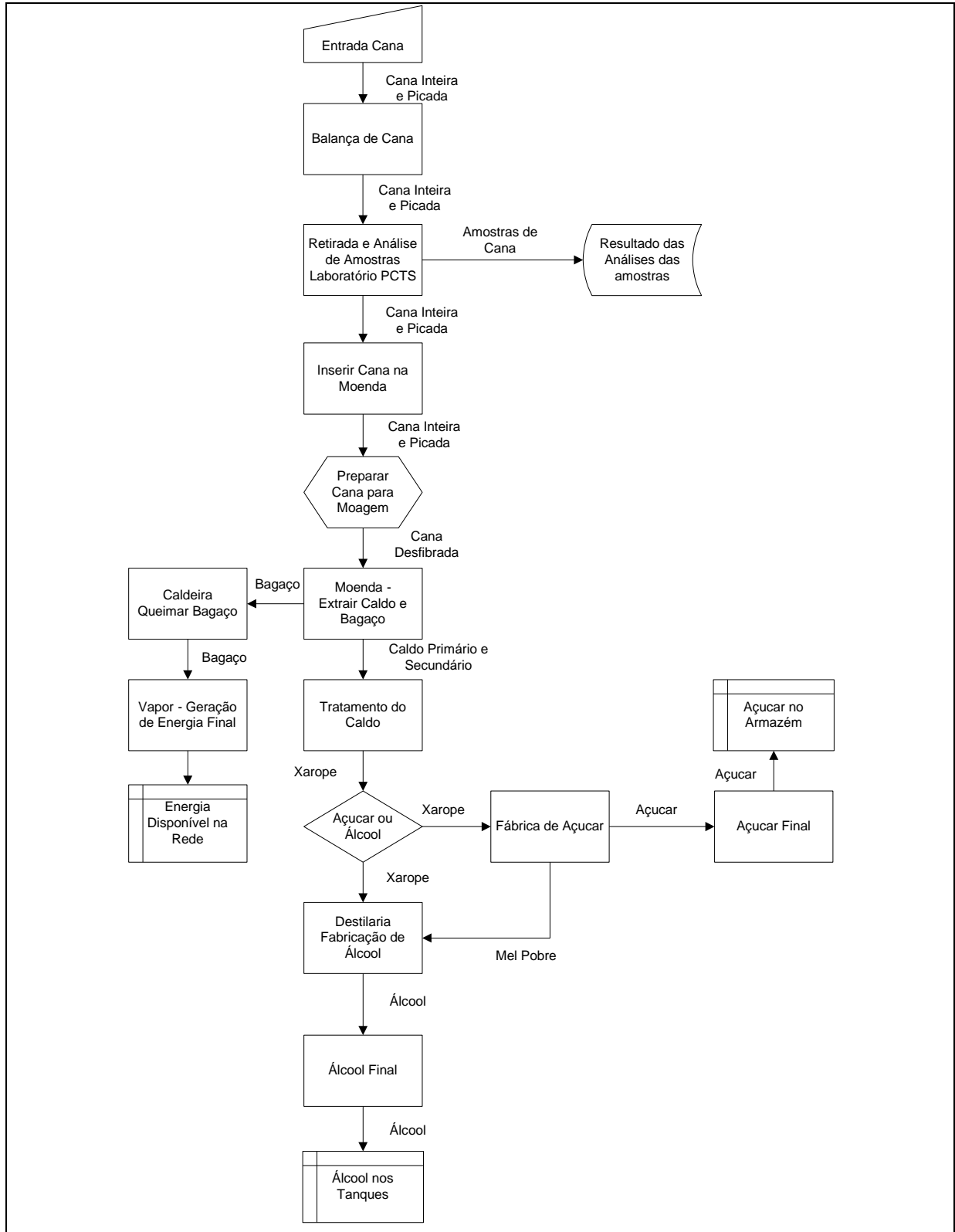


Figura 9: Fluxo de Processo Simplificado

Neste fluxo de processo temos:

- Entrada da cana – Cana adentra à Usina Sucreenergética através de carretas com vagões.

- Balança de cana – Cana é pesada para poder realizar controle de entrada de matéria prima, bem como pagamento aos fornecedores.
- Laboratório PCTS – Retirada de amostras através de sonda em 50% das cargas, as quais são sorteadas aleatoriamente pelo sistema informatizado. As amostras são analisadas para estimativa de produção e pagamento de sacarose ao fornecedor.
- Resultados das análises – Os resultados das análises são inseridos no sistema informatizado e disponibilizado na rede intranet.
- Inserir cana na moenda – Cana é inserida no sistema através de dois hilos que tombam a cana nas mesas alimentadoras, sendo que esta cana pode ser tanto picada (colheita mecânica) ou cana inteira (colheita manual).
- Preparar cana para moagem – As mesas alimentadoras distribuem a cana na esteira que a leva até os picadores, que tem função de picar a cana em pedaços menores, logo depois essa cana em pedaços menores passa pelo desfibrador, que abre as fibras da cana com intuito de melhorar e aumentar a extração de caldo.
- Moenda – realiza a moagem da cana, através de um conjunto composto por quatro ternos, sendo que o primeiro é responsável pela retirada do caldo primário, com maior concentração de açúcares, e no restante o caldo secundário com menor teor de açúcares. Como subproduto da extração, temos o bagaço.
- Caldeira – Utiliza o bagaço retirado na moagem para queima, que aquece água até que esta se torne vapor que é utilizado nos processos de produção de açúcar, álcool e energia. Este bagaço é levado através de esteiras até a entrada da caldeira, e a sobra armazenada em uma área de estoque.
- Vapor – O vapor é utilizado para movimentar duas turbinas que juntas geram em média 46 MW, sendo 30 MW exportados para rede e 16 MW utilizados no consumo da indústria. Esse mesmo vapor é utilizado na fabricação de álcool e açúcar.
- Tratamento do caldo – O caldo extraído na moenda é enviado ao setor de tratamento, onde ocorrem vários processos para purificação como: decantação (utilização de polímeros para que as impurezas decantem), flotação (utiliza polímeros e ar comprimido para que as impurezas flodem, ou seja, flutuem). Há também processos de correções químicas, tais como: sulfitação (utilização de

enxofre para aumentar a clarificação do açúcar final), calcificação (correção do PH do caldo).

- Fabrica de açúcar – o caldo tratado é enviado à fabricação do açúcar, que consiste inicialmente da evaporação do caldo que é realizada nas seguintes etapas: Pré-Evaporação que realiza a primeira evaporação do caldo aumentando assim sua concentração de açúcar. O mesmo ocorre na evaporação de primeiro efeito. Ao sair da evaporação do primeiro efeito, o caldo é enviado para as caixas de evaporação do segundo, terceiro e quarto efeito. No final da evaporação o caldo já se tornou xarope e se encontra na concentração desejada para o cozimento nos vácuos. Após o cozimento as massas são centrifugadas dando origem ao açúcar e méis.
- Armazenagem do açúcar – o açúcar final é secado e enviado ao armazém, onde permanece até ser transportado.
- Destilaria – esse processo é responsável pela obtenção do álcool, sendo que este consiste em alimentar as leveduras inseridas em dornas com xarope ou mel final. Através de processo de digestão as leveduras transformam o produto em mosto que é então centrifugado separando as leveduras do então produto originado que recebe o nome de vinho. As torres de destilação recebem este vinho e através do vapor ocorre a sua transformação em álcool e seus subprodutos que são a vinhaça, flagmassa e álcool de segunda.
- Álcool nos tanques – o álcool é armazenado em pequenos tanques inicialmente e depois enviado para o armazém final, onde aguardará até ser carregado.

4.2 SETOR DE EXECUÇÃO DO ESTUDO

O setor de execução deste estudo é denominado “Caldeira”, sendo que o mesmo será dividido neste trabalho nos seguintes subsectores, para uma melhor exemplificação.

- Esteira de Bagaço
- Estação de Tratamento de Água
- Caldeira de Queima Suspensa.
- Sedimentação de Fuligem

A caldeira conta com estes quatro subsectores, os quais são responsáveis pela geração de vapor e energia elétrica, desta maneira, o plano de manutenção produtiva total (TPM), será

desenvolvido no subsetor Sedimentação de Fuligem, contudo há necessidade de compreensão do processo global do setor para que se possa desenvolver a proposta no subsetor em questão.

4.2.1 Esteiras de Bagaço

A função deste setor consiste em realizar o transporte do bagaço proveniente da moagem da cana até a caldeira para queima e geração de vapor, além da estocagem do bagaço para posterior queima.

Este é composto pelos seguintes equipamentos:

- TC – oito transportadora por correia
- TT – uma transportadora por talisca
- TTR – uma transportadora por talisca de recuperação
- Moega – uma moega para reinserir bagaço do estoque no processo

O objetivo das transportadoras é realizar a movimentação de bagaço emitido pela moenda, sendo este alimentado na caldeira e seu restante armazenado em uma determinada área, que é denominada estoque de bagaço. Quando há necessidade de utilizar o bagaço do estoque, este é inserido na Moega, que reinsere o bagaço no fluxo das transportadoras. Para realizar este transporte o bagaço segue o fluxo mostrado na Figura 10.

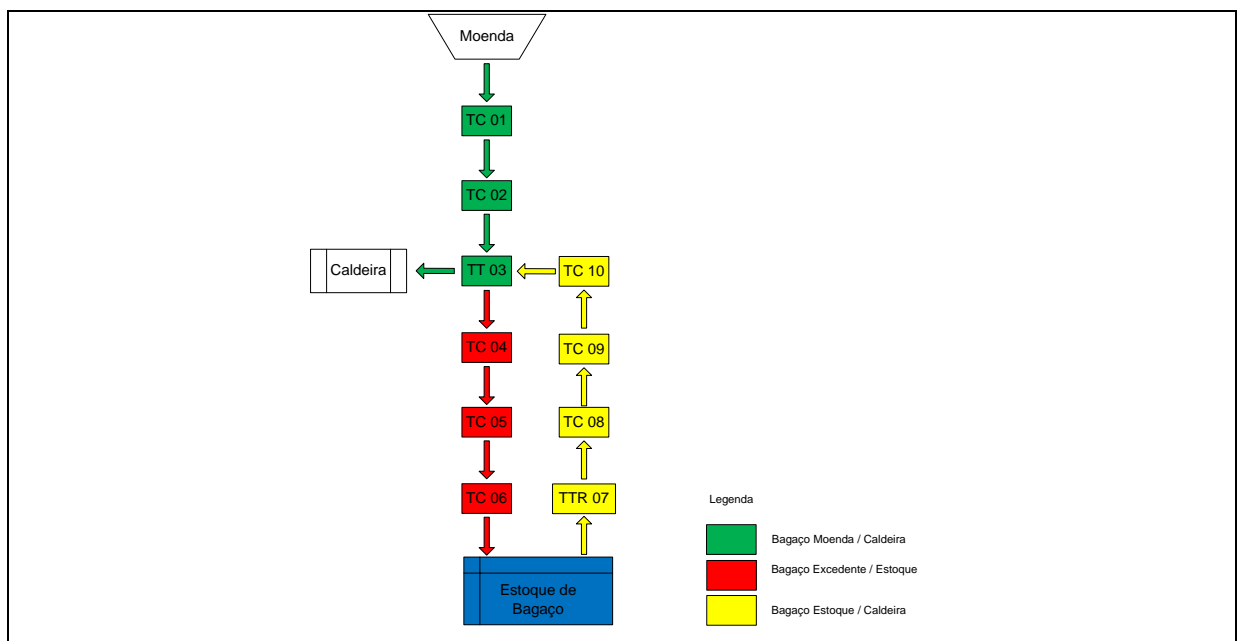


Figura 10: Fluxo do Bagaço

4.2.2 Estação de Tratamento de Água (ETA)

O setor é responsável por realizar a obtenção e tratamento da água que será utilizada no consumo humano e preparar água que será utilizada no processo na caldeira, retirando impurezas, minerais e oxigênio. Esse processo para obter água com essas características, está descrito abaixo, e pode ser melhor entendido por meio da Figura 11.

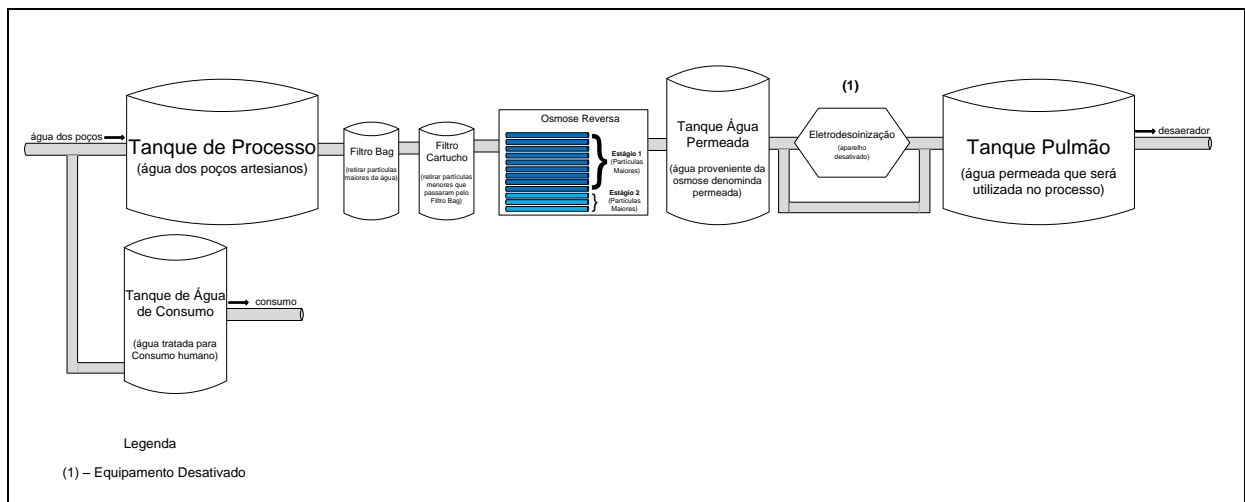


Figura 11: Fluxo da Estação de Tratamento de Água

A unidade conta com poços artesianos para obtenção de água, sendo que estes poços estão sobre a responsabilidade operacional da Caldeira, especificamente do subsetor Estação de Tratamento de Água. São quatro poços artesianos com profundidade média entre 700 e 800m, contudo apenas três estão em operação, sendo divididos em:

- Poço 2 – Vazão média de 400m³/h
- Poço 3 – Vazão média de 350m³/h
- Poço 4 – Vazão média de 250m³/h

Ressaltando que após a utilização de um dos poços, este deve ficar no mínimo quatro horas parado em descanso.

Ainda no subsetor Estação de Tratamento de Água encontramos os seguintes equipamentos:

- Cinco torres de refrigeração, sendo que três são utilizadas para resfriar água proveniente do condensador do Gerador G2, e o restante para resfriar água do sistema central de refrigeração de óleos que lubrifica os mancais dos geradores.

- Equipamento de polimento de condensado - o condensado da fábrica é enviado para o tanque de polimento, porém o aparelho de polimento do condensado não está em funcionamento, por não haver necessidade momentânea de realizar polimento no condensado, devido à eficiência dos *falling films* do tratamento de caldo, que estão em níveis aceitáveis.
- Equipamento de eletrodesoinização – este aparelho está desativado devido a problemas em sua manutenção.
- Equipamento desaerador – este aparelho recebe água do tanque pulmão e também o condensado da fábrica, que fica armazenado no tanque de condensado polido. A função deste aparelho é retirar o oxigênio que se encontra nas partículas de água.

A água com baixa concentração de oxigênio é aquecida na caldeira até se tornar vapor saturado, que será utilizado na fábrica em forma de vapor de escape e para movimentar as turbinas no processo de geração de energia.

Nesta área são realizadas atividades de limpeza do filtro, manobras nas tubulações, controle de volume e níveis, dosagem de produtos químicos.

4.2.3 Caldeira de Queima Suspensa

A Caldeira de Queima Suspensa é responsável pela obtenção de vapor saturado proveniente da água de processo e condensado dos Evaporadores *Falling Films*, através da queima do bagaço de cana que aquece esta água até se tornar vapor saturado, este será utilizado como fonte de energia para movimentar as turbinas a vapor e gerar energia, além de servir como vapor de escape que será utilizado no Processo de Evaporação para concentrar o xarope que dará origem ao açúcar.

O processo de geração de vapor saturado consiste em duas linhas de fluxo. A primeira etapa faz referência a água que será transformada em vapor, e a segunda a queima do bagaço que irá gerar o calor necessário para conversão da água em vapor saturado. Estes serão descritos de forma interligada.

Etapas da Água/ Vapor Saturado

1 – Água de processo juntamente com o vapor condensado proveniente dos Evaporadores *Falling Films*, são armazenados no Tanque Pulmão com capacidade de 4.000 m³.

2 – Do tanque-pulmão esta água é enviada para o Aparelho Desaerador, responsável pela retirada de oxigênio da água. (Obs.: Neste aparelho são injetados insumos sequestrantes de oxigênio, onde o valor máximo tolerado é de 30 ppb (parte por bilhão) de oxigênio na água e também inibidor de corrosão para caldeira.

3 – Realizado a retirada de oxigênio da água, esta é bombeada a 100 Kgf/cm² e 80°C até a parte da Caldeira denominado Economizador 1, conhecido (ECO 1), para realizar a troca de calor com os gases emitidos pela combustão do bagaço na caldeira, aumentando sua temperatura.

4 – Ao passar pelo ECO 1 a água segue até o Condensador da Caldeira, onde troca calor com o vapor superaquecido proveniente do Tubulão (condensador, que separa água do vapor superaquecido).

5 – Ao sair do Condensador da Caldeira, a água desce até o segundo Economizador (ECO 2), onde troca calor com os gases emitidos pela combustão da caldeira, ganhando temperatura suficiente para ser enviado ao Tubulão já em forma de vapor.

6 – Quando sai do ECO 2, o vapor segue até o Tubulão, onde troca calor com vapor superaquecido, ganhando mais temperatura, para posteriormente descer pelo equipamento *dowcomer* e ser inserido na caldeira.

7 – Ao ser inserido na caldeira o vapor vai sendo aquecido, até a área de maior temperatura, que é no topo da caldeira, onde estão os tubos dos Super-Aquecedores. Ao sair dos Super-Aquecedores o vapor saturado com temperatura por volta de 700°C é enviado ao Tubulão, e posteriormente para o Condensador, onde sua temperatura é rebaixada através da troca de calor até 515°C, estando na temperatura e condições ideais para ser enviado as turbinas que irão movimentar os geradores.

Etapas de queima do bagaço para gerar Calor

1 – O oxigênio é inserido na Caldeira pelos ventiladores HT (Superior) e LT (Inferior), e o bagaço é enviado aos 10 alimentadores, via as transportadoras de correia.

2 – Após a combustão, os gases emitidos vão para o vaporizador onde se situa o ECO 2, que aumenta a temperatura da água condensada e diminui a dos gases.

3 – Os gases passam pela parte da Caldeira denominada de Pré-Ar, onde trocam calor com o Ar de entrada (ar de entrada que alimenta a caldeira tem que estar em temperatura alta, para que não ocorra choque térmico na caldeira, e esta venha a perder desempenho). Os resíduos maiores dos gases decantam no Pré-Ar e são eliminados através de água, sendo esta água com resíduos enviada ao Sedimentador de Fuligem para recuperação e ter condições de ser reutilizado no processo, formando um circuito fechado.

4 – Ao sair do Pré-Ar os gases vão para o ECO 1, onde realizam o mesmo trabalho ocorrido no ECO 2, trocando calor com o vapor condensado.

5 – Ao passar pelo ECO 1, vão para os equipamento chamados Lavadores de Gases, onde são retirados o restante das impurezas resultantes da queima, e assim os gases são puxados pelos exautores e enviados a chaminé da caldeira para emissão na atmosfera. A água utilizada nos lavadores de gases é enviada ao Sedimentador de Fuligem para realizar o mesmo processo da água proveniente do Pré-Ar.

4.2.4 Sedimentador de Fuligem

As caldeiras das Usinas Sucroenergéticas, utilizam o bagaço, proveniente da moagem da cana, como combustível da queima, que libera partículas que são enviadas a atmosfera juntamente com os gases e saem pela chaminé, poluindo toda região.

Hoje em dia esse processo é bem semelhante, tendo diferencial na lavagem dessas partículas e gases. Toda essa mudança se faz necessária devido a uma legislação mais rigorosa, que proibiu a emissão de particulados na atmosfera, sendo aceitáveis valores mínimos de emissão.

Para controlar a emissão dessas partículas, criou-se um sistema de lavagem de gases, a fim de reter o particulado e deixar os gases subir pela chaminé sem carregar o particulado, que é feito por um equipamento denominado Lavador de Gases ou Scrubber.

Em sistema antigo a água com sólidos, que pode chegar a valores de 1000 m³/h dependendo do porte da usina, passava por peneiras estáticas que retiravam as partes mais grossas e estas era enviada para a lavoura. Nesse sistema era necessário repor essa água para novas lavagens, acarretando em grandes custos de captação e bombeamento de água. Para mitigar este problema foi desenvolvido o equipamento Sedimentador de Fuligem, que minimiza o desperdício com água, energia e sistema de bombeamento.

O equipamento Sedimentar de Fuligem segundo o Manual Técnico (2011) tem como objetivo recuperar a qualidade da água utilizada na lavagem dos gases da caldeira, possibilitando seu reaproveitamento no sistema. Este trabalho é realizado através da remoção dos sólidos, terra, areia e fuligem que ficam na água após a lavagem dos gases, através dos processos de peneiramento, decantação e filtração.

Este tratamento permite além da reutilização da água, que é um recurso natural de extrema importância, a separação da fuligem, que é constituída pelas cinzas do bagacilho de

cana queimado na caldeira, sendo este material sólido enviado a lavoura por ser um ótimo fertilizante.

O sistema é composto pelos seguintes equipamentos:

- Peneira – separa água da fuligem
- Filtro a vácuo – filtra o lodo proveniente do Decantador/ Clarificado, separando a água da torta.
- Decantador/ Clarificador – decantação da água proveniente do aparelho de filtragem.
- Tanque de armazenamento – armazenamento de água clarificada.
- Sistema de decantação de fuligem auxiliar - utilizado quando ocorre problema com o Sedimentar de Fuligem, funciona com um sistema de *backup*.
- Tanque de Polímero – envia polímero ao Decantador/ Clarificador, auxiliando na decantação das impurezas.

O processo para sedimentação da fuligem obedece ao seguinte fluxo, que pode ser observado na figura 12.

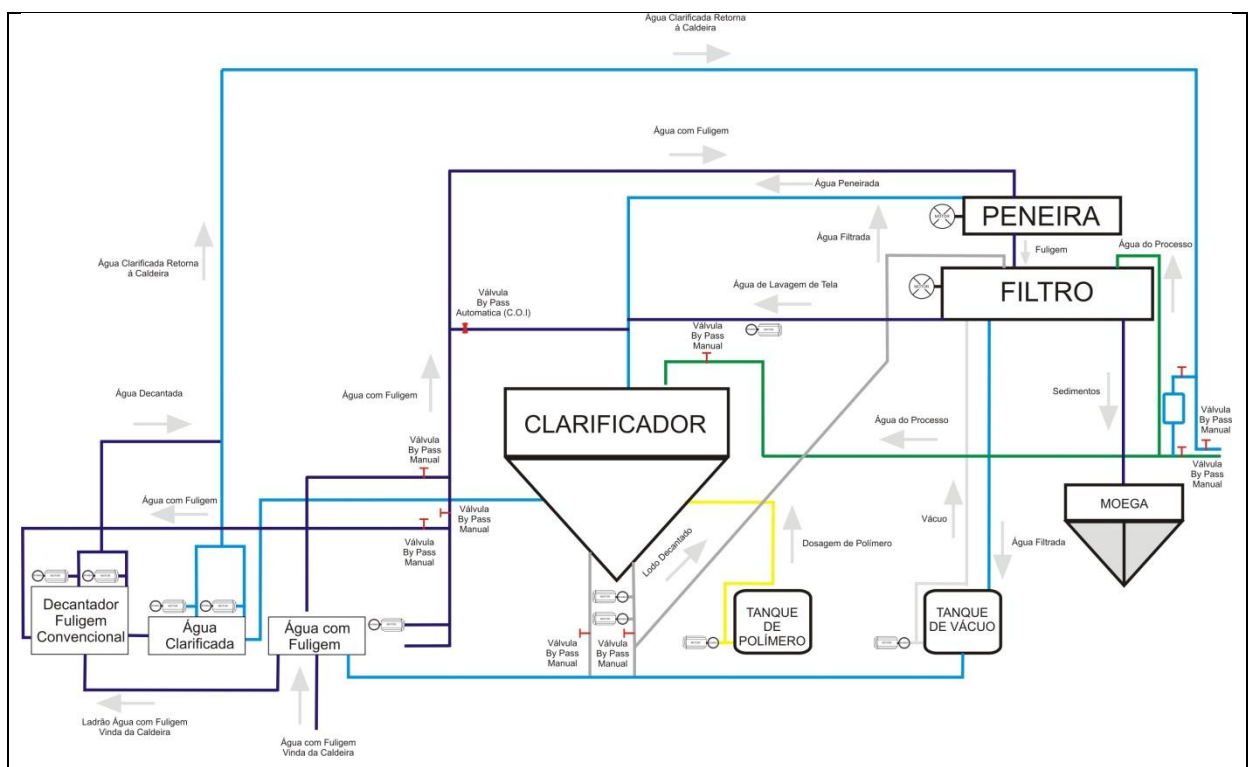


Figura 12: Fluxo do Equipamento Sedimentador de Fuligem

O fluxo do sedimentador de fuligem visto na figura 12 pode ser exemplificado da seguinte maneira:

- Água com fuligem proveniente da caldeira (Água de Selagem, Pré Ar e Lavador de Gases) segue através das canaletas até um tanque pulmão, de onde é bombeada para a peneira. Caso o fluxo de água seja alto, a água com fuligem é desviada através da válvula *by pass* para o sistema de Decantação convencional. Na ocorrência de falha com o sistema de peneira e filtro, a água com fuligem pode ser desviada através de válvula *by pass* automática acionada pelo C.O.I (Central de Operações Integradas) para o Clarificador.
- A peneira realiza a separação da água e fuligem, sendo a água enviada para o clarificador e a fuligem para o filtro.
- Água peneirada segue para o Clarificador e a fuligem contendo uma parcela de água para o Filtro.
- O Filtro separa a fuligem que contem água, assim se forma a torta que é enviada a Moega e água que segue para o Clarificador
- O Clarificador recebe a água proveniente da Peneira e do Filtro e realiza pela adição de polímero a decantação das partículas que não foram eliminadas anteriormente, sendo estas denominadas como lodo, que é bombeado para o filtro, constituindo assim um fluxo fechado do processo.
- Água clarificada do clarificador é enviada ao Tanque de Água Clarificada e bombeada novamente para a Caldeira.
- A torta fica armazenada na moega e é carregada em caminhões para ser enviada a lavouras como ótimo fertilizante.

4.3 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A implantação de um Plano de Manutenção Produtiva Total, na visão de Viana (2002) tem seu foco em orientar de forma perfeita às atividades de manutenção, que representam na prática a forma como a empresa gerencia a manutenção. Para um desempenho satisfatório tem de haver sinergia entre disposição do tempo e espaço e a qualidade das suas instruções que serão determinadas pelo Planejamento e Controle da Manutenção. Assim

Viana (2002) entende que os planos de manutenção podem ser divididos para obter um melhor desempenho e eficiência, sendo estes listados posteriormente.

4.3.1 Histórico de Manutenção da Safra 2010/2011

Um banco de dados permite a gerencia da empresa, realizar análises do comportamento de cada setor de forma consistente e realista. Neste caso a unidade onde foi realizado o estudo, possui um banco de dados informatizado, contando com *software* ERP (*Enterprise Resource Planning*), que tem em sua essência gerenciar todas as informações relacionadas à processos e pessoas.

Através do *software*, podem-se obter dados relativos às manutenções realizadas no equipamento Sedimentador de Fuligem durante o período da safra 2010/2011. Estes dados são inseridos no sistema através das Ordens de Manutenção (OM), que são emitidas por líderes e supervisores. Após a realização do trabalho a Ordem de Manutenção é enviada ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), que se encarrega de gerenciar todos os dados e alimentar o *software* ERP, posteriormente essas informações ficam disponíveis para acesso, de acordo com necessidade.

Com os dados obtidos foram realizadas análises estatísticas para obter a melhor maneira de conduzir a elaboração do Plano de Manutenção para o equipamento, sendo estas em forma de cálculos de porcentagens, como está descrito abaixo:

Cálculo de Porcentagem:

$$(1) \quad \text{Porcentagem da variavel } (x) = \frac{\sum \text{variavel } (x)}{\sum \text{variaveis envolvidas } (x,y,z\dots)}$$

No caso do equipamento Sedimentar de Fuligem está análise de porcentagem foi realizada considerando apenas às manutenções feitas no equipamento, e pode ser visualizada por meio de dois cenários que foram simulados com auxílio do *Software Microsoft Excel 2007*, que possibilitou a construção de gráficos para uma melhor visualização das informações e definição dos cenários.

- Primeiro cenário (roteiros de manutenção) – consideraram-se os centros de trabalho (mecânica, instrumentação e elétrica) como variáveis, com duas abordagens: uma relacionada à quantidade de manutenções realizadas e a outra com o custo das mesmas, o que pode ser visto nas figuras 13 e 14

respectivamente. Como o equipamento possui pequena quantidade de periféricos, ao se planejar as rotas de manutenções, ou seja, caminhos a serem percorridos pelo mantenedor para cumprir o cronograma de manutenção, optou-se por definir cada centro de trabalho como uma rota a ser seguida pelos planos de manutenção, facilitando o processo organizacional e operacional.

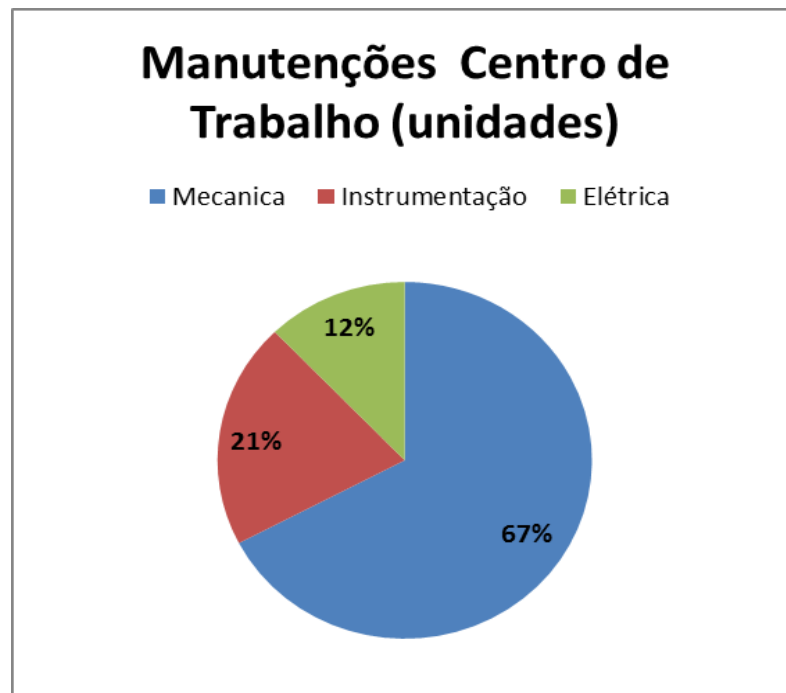


Figura 13: Manutenção Centro de Trabalho (unidades)

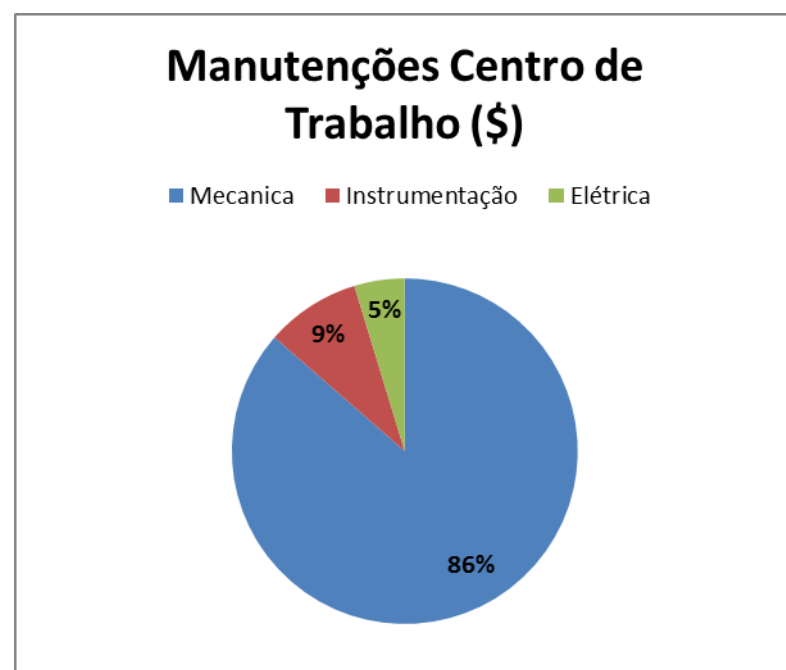


Figura 14: Manutenção Centro de Trabalho (\$)

Os gráficos das figuras 13 e 14 permitem compreender o peso de cada centro de trabalho dentro do contexto do equipamento. Pode se notar que o Centro de Manutenção Mecânica é o mais exigido nas manutenções, chegando ao valor de 67% das manutenções realizadas e 86% dos custos totais, o que denota criticidade mecânica e requer maior planejamento na sua execução.

- Segundo cenário (subsistemas do equipamento) – consideraram-se os periféricos do equipamento (bombas, peneira / filtro, moega / outros) com variáveis, utilizando a mesma abordagem do primeiro cenário. Os gráficos visualizados nas figuras 15 e 16 ilustram as manutenções realizadas em cada periférico do equipamento, ou seja, subsistemas do equipamento. Estes três subsistemas permite um trabalho mais específico e direto por parte do mantenedor, e juntamente com rotas formam um mapa de como prestar a manutenção de forma eficaz.

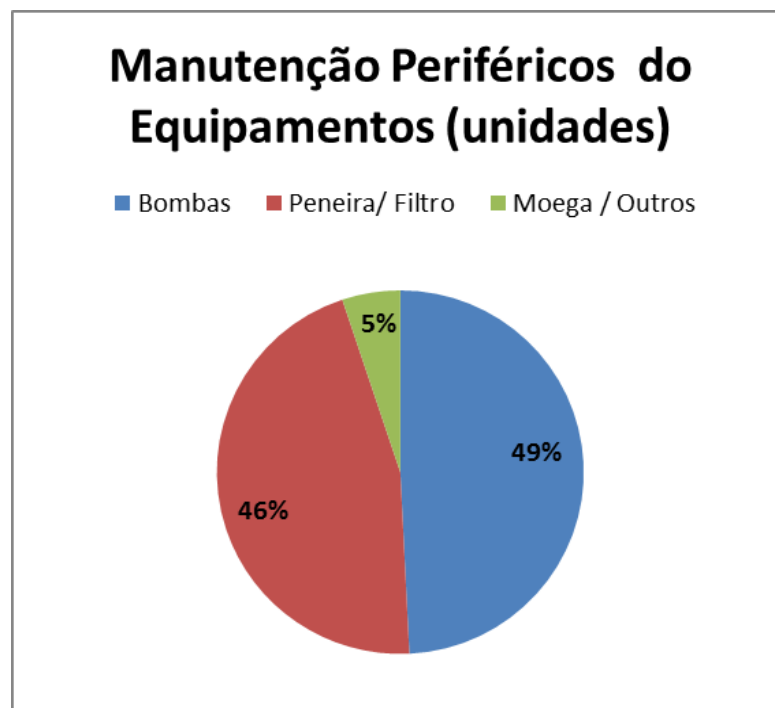


Figura 15: Manutenção Periféricos do Equipamento (unidades)

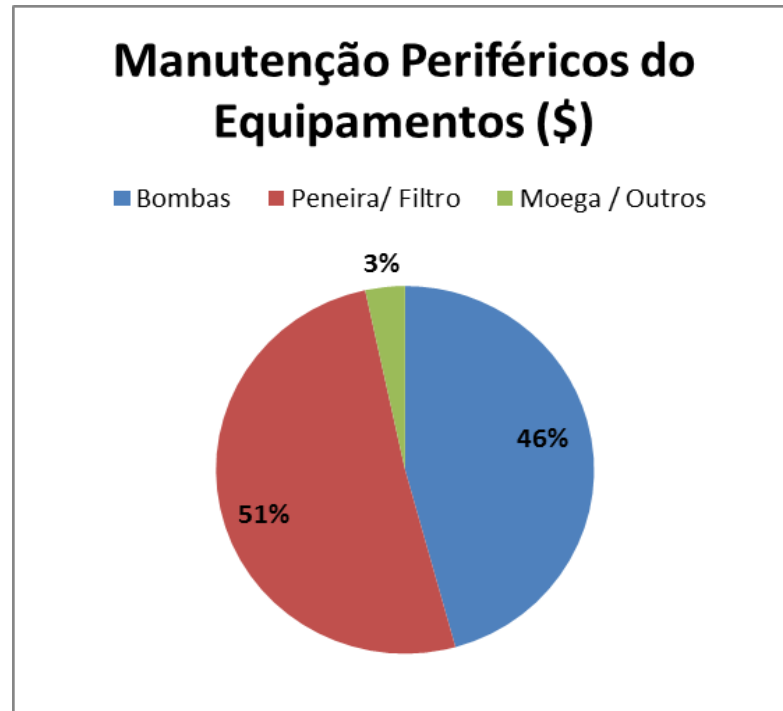


Figura 16: Manutenção Periféricos do Equipamento (\$)

Ao analisar os gráficos da figura 15 e 16, tem-se o conjunto de bombas como responsáveis pela maior parte das manutenções com valor em 49% e quando relacionado aos custos destas manutenções, este subsistema atinge valor de 46% que é o segundo maior, o que faz deste um subsistema crítico.

Com estes cenários é possível entender o plano de manutenção composto por rotas principais, que poderão ser expandida para uma maior eficiência da manutenção, e subsistemas que juntos compõe o equipamento como um todo.

4.3.2 Roteiros de Manutenção

Ao analisar o equipamento tem-se a necessidade de definir os roteiros de manutenção, ou seja, um caminho a ser percorrido para realização das manutenções, com isto há uma melhor aplicação do Planejamento Total da Manutenção. Essa divisão permite tanto o mantenedor como ao PCM maior eficiência nas suas respectivas atividades, pois haverá acompanhamento de todas as manutenções efetuadas em cada rota, e o mantenedor terá informações essenciais tais como: quais itens devem ser analisados em cada rota, quais procedimentos devem ser realizados de acordo com o periférico em análise, datas das últimas manutenções, periféricos que mais sofrem manutenções, quais manutenções já foram realizadas. As características de cada manutenção também é um ponto crucial, visto que

roteiros de manutenção elétrica não devem conter informações de caráter mecânico, assim fica bem definido que cada roteiro deve atuar em sua área, sendo estas de natureza mecânica, elétrica e instrumentação. Com essas informações tem-se capacidade de construir um mapa do equipamento com seus pontos críticos que devem ser analisados com maior atenção e cuidado.

Para definição dos roteiros é necessário uma base de dados como referencial, neste caso o histórico de manutenção é utilizado como base, o que permite visualizar todo sistema do equipamento e onde há incidências de falhas.

4.3.3 Plano de Manutenção Visual

As inspeções visuais rotineiras dos equipamentos permitem através de exames simples detectarem falhas simples de fácil resolução, utilizando certas características a serem observadas como: ruído, temperatura, vibração, etc.

Sua eficácia se concentra na observação periódica e constante, pois a tendência dos problemas é que estes surjam e evoluam em pouco tempo, daí provem o controle rígido dos planos de manutenção. As inspeções devem acompanhar uma periodicidade padronizada para conseguir detectar pequenas alterações no comportamento dos equipamentos. Para melhor controle uma simples ferramentas é utilizada, que é a Rota de Inspeção, que consiste em mapear equipamentos de uma mesma seção, dividindo-os conforme sua natureza e sem exceder o tempo de inspeção.

A execução das rotas poderá ser realizada por operadores, sendo que o planejador também poderá acompanhar no sentido de propor melhorias conjuntas e não perder o foco no equipamento que é de sua responsabilidade.

Os planos de manutenção confeccionados são visualizados nos anexos 1, 2 e 3 fazendo referência ao Plano de Manutenção Visual, no qual foram desenvolvidos os itens de verificação na parte frente da folha e a área destinada a descrição de anormalidades detectadas no verso da mesma folha.

4.3.4 Plano de Roteiro de Lubrificação

A lubrificação tem sua importância, devido à necessidade de conservação de partes mecânicas de máquinas e equipamentos. O seu objetivo é evitar atrito entre as superfícies e possíveis desgastes prematuros e aumento da temperatura.

Alguns elementos mecânicos passíveis de lubrificação são as engrenagens, mancais, cilindros, superfícies planas, etc. Neste caso temos elementos de famílias diferentes, por isso a necessidade de um Roteiro de Lubrificação, que irá fazer distinção entre os elementos que serão utilizados em cada item da lubrificação, como graxas e óleos lubrificantes.

Ao se definir os pontos de lubrificação, com relação a graxas e óleos, deve se subdividir esses grupos com os tipos mais adequados para cada situação e sua periodicidade de ação.

Na unidade as lubrificações assumem um papel crucial sendo sua execução responsabilidade do centro de trabalho mecânico, visto que o fato de a lubrificação ter natureza preventiva, alto número de itens a serem atendidos e grande incidência, como pode ser observado na figura 16, onde 23% de todas as manutenções realizadas no equipamento foram lubrificações, este tipo de manutenção exige um roteiro específico.

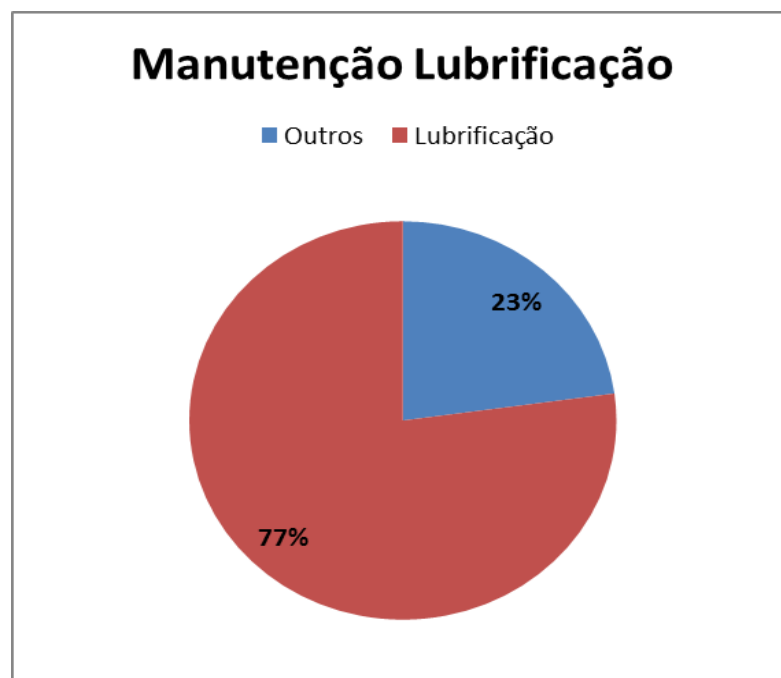


Figura 17: Manutenção Lubrificação

O Plano de Roteiro de Lubrificação que foi confeccionado seguindo este pressuposto e pode ser visualizado no anexo 4, ficando evidente que este plano pertence à Rota Mecânica e utiliza apenas a parte frontal da folha.

4.3.5 Plano de Manutenção de Troca de Itens de Desgaste

Quando nos referimos às indústrias, podemos afirmar que a maioria dos equipamentos se deprecia no tempo, por isso existe o termo “vida útil” que é utilizado para designar quanto tempo o equipamento irá durar.

Há itens em equipamentos que são feitos para se deteriorar em função de um bem maior do conjunto como um todo. Sua recuperação não é compensatória, ou seja, devem ser descartados após o uso, como podemos observar nos casos de gaxetas, escovas de um motor, correias de transmissão, etc.

Este plano deve ser realizado de forma simples, focando primeiro onde estão os itens de desgastes e posteriormente a periodicidade que será realizado sua troca, que deverão coincidir com o período de término da vida útil, assim tem-se simples Ordem de Manutenção de troca, sem a necessidade de análise de todo o equipamento.

Os itens de desgastes devem ser relatados ao se analisar as características de cada equipamento, podendo coincidir a troca de itens por desgastes com outras manutenções, sendo que neste caso não há necessidade de criação de outro plano de manutenção, basta que um plano seja adicionado no outro como forma de complemento, economizando recursos de processo.

Os Planos de Manutenção de Troca de Itens de Desgastes estão nos anexos 5, 6 e 7. Nesse plano temos há ocorrência de itens desgastados em todos os centros de trabalhos (mecânica, elétrica, instrumentação), com isso temos Planos para as três Rotas de Inspeção.

4.3.6 Plano de Manutenção Preventiva

O plano preventivo tem em suas tarefas, manter o equipamento em seu melhor estado de operação. Seu objetivo é gerar Ordens de Manutenção, que evitem que passem despercebidas tarefas cruciais na conservação do maquinário.

O conteúdo do plano deve estar alinhado às tarefas, ou seja, o que deve ser feito e como deve ser feito, e para isso deve se conhecer bem o equipamento e todas suas características, com isso, será possível detectar possíveis pontos de falhas. Com esse conhecimento será possível criar procedimentos de montagem e desmontagens e ajustes a serem realizados com valores aceitáveis.

Um plano de manutenção deve estar com as revisões nos prazos adequados, pois as melhorias serão propostas de acordo com a evolução dos planos e o conhecimento dos equipamentos por parte dos mantenedores.

Os Planos Preventivos que foram confeccionados segundo a realidade da empresa são vistos nos anexos 8, 9 e 10, sendo estes aplicados em cada Rota de Inspeção (Mecânica, Elétrica e Instrumentação).

4.3.7 Plano de Manutenção Preditiva

Os Planos Preditivos são em seu formato iguais aos Planos Preventivos, o diferencia está no fato de que o primeiro se refere a ações de intervenção real nos equipamentos e o segundo tem a função de monitorar os equipamentos, a fim de detectar sintomas que poderão levar a futuras falhas.

Quanto ao seu conteúdo, será utilizado técnicas preditivas de acordo com a necessidade de cada equipamento, sendo que seu sucesso depende de instrumentos eficazes, profissionais capacitados e organização no gerenciamento de recursos. Esta organização cabe diretamente ao Planejamento e Controle de Manutenção que deve controlar todas ações de manutenção bem como seu histórico.

Como os Planos Preventivos tem seu formato idêntico aos Planos Preditivos, não houve necessidade de confeccionar novos planos, expondo apenas de maneira coesa que a diferenciação está na natureza e aplicação de cada tipo de Plano de Manutenção.

5 CONSIDERACOES FINAIS

Como se pode observar neste trabalho, ao realizar um estudo detalhado dos sistemas, subsistemas e demais periféricos que compõe o equipamento, através do tratamento estatístico dos dados, conseguiu-se dividir o equipamento em roteiros principais onde há maior ocorrência de falhas e possuem características semelhantes, sendo estes: roteiro de manutenção mecânica, roteiro de manutenção elétrica, roteiro de manutenção instrumentação e roteiro de lubrificação. Outra vantagem na definição destes roteiros, esta no fato de serem centros de trabalhos definidos pela empresa, (exceto no caso do roteiro de lubrificação, que pertence ao centro de trabalho mecânico), cada um com seus mantenedores e organização individualizada. Como o equipamento não obtêm grande complexidade e número de periféricos, não há necessidade momentânea de se ter mais de uma rota em cada dentro de cada centro de trabalho.

Ao ser realizado todas as análises foram obtidos os seguintes roteiros de manutenção:

- Roteiro de Manutenção Mecânica – representado pela sigla RMM e atendendo os seguintes periféricos (motobombas, válvulas, filtro, peneira, moega, clarificador, sistema de vácuo). Este roteiro foi utilizado na elaboração dos anexos 1, 5 e 8
- Roteiro de Manutenção Elétrica – representado pela sigla RME e atendendo os seguintes periféricos (motobombas, válvulas, filtro, peneira, moega, clarificador, sistema de vácuo). Este roteiro foi utilizado na elaboração dos anexos 2, 6 e 9.
- Roteiro de Manutenção Instrumentação – representado pela sigla RMI e atendendo os seguintes periféricos (motobombas, válvulas, filtro, peneira, moega, clarificador, sistema de vácuo). Este roteiro foi utilizado na elaboração anexos 3, 7 e 10.
- Roteiro de Manutenção Lubrificação – representado pela sigla RML e atendendo apenas aos periféricos motobombas. Este roteiro utiliza o mesmo caminho do roteiro mecânico por ser de mesma natureza, o qual foi utilizado na elaboração do anexo 4.

Para aplicação destes roteiros, o referido equipamento foi dividido em Subsistemas, o que facilita a visualização dos periféricos, diminui o tempo de manutenção, aumento na qualidade no serviço prestado, além da melhor alocação de custos e acompanhamento do

funcionamento de todos os subsistemas, possibilitando ao mantenedor uma visão detalhada do seu real funcionamento.

Com a definição dos roteiros e subsistemas o setor de Planejamento e Controle de Manutenção tem condições de definir quais tipos de planos de manutenções, que juntos fazem parte do Plano de Manutenção Produtiva Total, devem ser realizadas, sendo estes listados abaixo:

- Plano de Manutenção Visual;
- Plano de Roteiro de Lubrificação;
- Plano de Manutenção de Troca de Itens de Desgastes;
- Plano de Manutenção Preventiva;
- Plano de Manutenção Preditiva.

A importância na aplicação de cada plano de manutenção esta na sinergia entre os setores operacionais e organizacionais, visto que o correto funcionamento da TPM não depende apenas dos planos, mas da sua forma de aplicação, interpretação e tomada de decisão.

Como pode ser analisado neste trabalho a implantação de um Plano de Manutenção Produtiva Total, se faz uma importância ferramenta para gerenciamento e execução das atividades de manutenção no Sedimentador de Fuligem, visto que a criação de Rotas de Inspeção, Subsistemas do Equipamento e Planos de Manutenção contemplam a real necessidade de se ter disponibilidade e eficácia, não comprometendo assim as suas atividades e a das demais partes do setor.

REFERÊNCIAS

ABEPRO, Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e sub-áreas de Engenharia de Produção**. Disponível em:

<<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 27 mai. 2012.

ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção: **A situação da manutenção no Brasil: Congresso Nacional de Manutenção**. 26. ed. Curitiba: Abraman, 2011.

BARROS FILHO, L. C. **Gestão da manutenção em micro e pequenas empresas**: Luis Cordeiro, 2004.

BRANCO FILHO, G. **Custos em manutenção**. Rio de Janeiro: LCM, 2010.

BRANCO FILHO, G. **Indicadores e índices de manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

CABRAL, J. S. **Organização e gestão da manutenção**. 6. ed. São Paulo: Lidel, 2006.

CARPINETTI, L. C. R; MIGUEL, P. A. C; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade ISO 9001:2008**: princípios e requisitos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CERVO, A. L; BERVIAN, P. A; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COGO, C. **Cana/ Açúcar/ Álcool: Preços do açúcar em alta e etanol em escalada**.

Disponível em: <

http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/sugar_cane.html>. Acesso em:

21 mai. 2012.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ECONÔMICO, Valor. **Agroenergia: Incertezas desestimulam novas usinas.** Disponível em: <<http://agron.com.br/v/33538-agroenergia-incertezas-desestimulam-novas-usinas>>. Acesso em: 27 set. 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LACOMBE, F. J. M. **Dicionário da administração.** São Paulo: Saraiva, 2004.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A; SILVA, R. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, L. C. C. **Revista opiniões: confiança para retomada do crescimento.** Jan-Mar. ed. Ribeirão Preto: WDS Ltda, 2012. Disponível em: <<http://revistaonline.revistaopinioes.com.br/revistas/suc/73/>>. Acesso em: 21 mai. 2012.

NAKANO, M. Anteg: autogestão como marca. In: SINGER, P.; SOUZA, A.R. (Org.) **A economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego.** São Paulo: Contexto, 2000.

NEPOMUCENO, L X. **Técnicas de manutenção preditiva.** São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

NETTO, A. A. O; TAVARES, W. R. **Introdução à Engenharia de Produção: estrutura-organização-legislação.** Florianópolis: Visual Books, 2006.

OSADA, T; TOKAHASHI, Y. **TPM/ MPT: manutenção produtiva total.** 3. ed. São Paulo:Imam, 2022.

SARDENBERG, C. A. **Decisão de preço dos combustíveis é política.** Disponível em: <<http://globo.com/globo-news/jornal-das-dez/v/carlos-alberto-sardenberg-afirma-que-decisao-de-preco-dos-combustiveis-e-politica/1730273/>>. Acesso em: 21 mai. 2012.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

VLC, Indústria e Comércio Ltda. **Manual Técnico Planta de Recuperação de Água de Lavagem dos Gases, Limpeza de grelhas e cinzeiros das Caldeiras Vazão e 800 m³/h.** Cosmópolis: 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Plano de Manutenção Produtiva Total – Inspeção Visual Mecânica (modelo de documento proposto).

Frente

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Inspeção Visual								Data	XX/XX/XXXX
PCM	Indústria Sucroenergética - Unidade Caarapó								Frequência.:	Diária
Itens de Verificação Mecânica - Sedimentação de Fuligem										
Equipamentos	TAG	Fixação	Temperatura	Ruído	Vibração	Limpeza	Vedação	Condições Gerais de Integridade		
Bomba 01 Decantador de Fuligem	52656	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	N	Ok		
Peneiras - Retenção de Fuligem	50983	Ok	Ok	Ok	N	Ok	Ok	Ok		
Ok - Situação Conforme (Sem Problemas)	P - Equipamento Parado					N - Situação Não Conforme (Problemática)				
Executante:	Assinatura / CS		Líder do Setor:			Assinatura / CS				
Obs: Utilizar o verso da planilha para observações e detalhamento										

Verso

Empresa	Descrição de Anormalidades Detectadas									
Item	Defeito	Descrição	Prev.	Emer.	Urg.	Mont.	Peças Necessárias			
							Referência	Descrição	Quantidade	
52656	Vazamento	Bomba 01 com vazamento na gaxeta			X		1020	Gaxeta Bomba	1	
50983	Vibração alta	Peneira esta com vibração devido alta carga				X				
Legenda										
Prev: Preventiva (Será executado durante manutenção Preventiva)										
Emer: Emergência (Necessita correção imediata)										
Urg: Urgência (Providenciar peças e monitorar)										
Mont: Monitoramento (Acompanhamento da evolução de um problema)										
Executante:	Assinatura / CS		Líder do Setor:			Assinatura / CS				

Anexo 2: Plano de Manutenção Produtiva Total – Inspeção Visual Elétrica (modelo de documento proposto).

Frente

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Inspeção Visual						Data	XX/XX/XXXX	
							Frequência.:	Diária	
PCM	Indústria Sucoenergética - Unidade Caarapó						Rota	RME	
Itens de Verificação Elétrica - Sedimentação de Fuligem									
Equipamentos	TAG	Sobrecarga	Condutores Elétricos	Fusível	Iluminação	Condições Gerais Elétricas			
Bomba 02 Decantador de Fuligem	52657	Ok	Ok	N	Ok	Ok			
Bomba 01 Vacuo VLC	52651	N	Ok	Ok	Ok	Ok			
Ok - Situação Conforme (Sem Problemas)	P - Equipamento Parado			N - Situação Não Conforme (Problemática)					
Executante:	Líder do Setor:								
Assinatura / CS	Assinatura / CS								
Obs: Utilizar o verso da planilha para observações e detalhamento									

Verso

Empresa		Descrição de Anormalidades Detectadas							
Item	Defeito	Descrição	Prev.	Emer.	Urg.	Mont.	Peças Necessárias		
							Referência	Descrição	Quantidade
52657	Fusível Queimado	Fusível da Bomba 02 esta queimado		X			2030	Fusível	1
52651	Acoplamento Solto	Acoplamento solto gerando sobrecarga			X				
Legenda									
Prev: Preventiva (Será executado durante manutenção Preventiva)									
Emer: Emergência (Necessita correção imediata)									
Urg: Urgência (Providenciar peças e monitorar)									
Mont: Monitoramento (Acompanhamento da evolução de um problema)									
Executante:	Líder do Setor:								
Assinatura / CS	Assinatura / CS								

Anexo 3: Plano de Manutenção Produtiva Total – Inspeção Visual Instrumentação (modelo de documento proposto).

Frente

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Inspeção Visual							Data	XX/XX/XXXX
PCM	Indústria Sucreenergética - Unidade Caarapó							Frequência.:	Diária
							Rota	RMI	
Itens de Verificação Instrumentação - Sedimentação de Fuligem									
Equipamentos	TAG	Condição do Sinal	Aferição	Limpeza	Sensores	Instalações	Alinhamento	Condições Gerais do Equipamento	
Filtro - Retenção de Fuligem	50980	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	N	Ok	
Moega Carregamento de Cinzas da Caldeira	51563	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	OK	N	
Legenda									
Ok - Situação Conforme (Sem Problemas)			P - Equipamento Parado			N - Situação Não Conforme (Problemática)			
Executante:	Líder do Setor:								
	Assinatura / CS		Assinatura / CS						
Obs: Utilizar o verso da planilha para observações e detalhamento									

Verso

Empresa	Descrição de Anormalidades Detectadas								
Item	Defeito	Descrição	Prev.	Emer.	Urg.	Mont.	Peças Necessárias		
							Referência	Descrição	Quantidade
50980	Rolo desalinhado	Rolo alinhador estava desalinhado		X					
51563	Carga alta	Excesso de Carga quebrou o pistão		X			4050	Pistão Moega	1
Legenda									
Prev: Preventiva (Será executado durante manutenção Preventiva)									
Emer: Emergência (Necessita correção imediata)									
Urg: Urgência (Providenciar peças e monitorar)									
Mont: Monitoramento (Acompanhamento da evolução de um problema)									
Executante:	Líder do Setor:								
	Assinatura / CS		Assinatura / CS						

Anexo 4: Plano de Manutenção Produtiva Total – Roteiro de Lubrificação (modelo de documento proposto).

Empresa		Plano de Manutenção Produtiva Total - Roteiro de Lubrificação				Data	XX/XX/XXXX
PCM		Indústria Sucroenergética - Unidade Caarapó				Frequencia.:	Semanal
		Itens de Verificação - Sedimentação de Fuligem				Rota	RMM
Centro de Custo:		Tipo de Manutenção:		Equipe Responsável:			
Tag	O.M	Descrição da Atividade	Item	Descrição do Item	Quantidade	Unidade	Data
52656	10100	Troca de Óleo Motor Bomba 1 Decantador	6060	Óleo para motor	2	litros	XX/XX/XXXX
52658	10101	Troca de Óleo Motor Bomba 2 Decantador	6060	Óleo para motor	2	litros	XX/XX/XXXX
52656	10102	Engraxamento Motor Bomba 1 Decantador	6060	Graxa para motor	1	Kilograma	XX/XX/XXXX
52658	10103	Engraxamento Motor Bomba 2 Decantador	6060	Graxa para motor	1	kilograma	XX/XX/XXXX
Observações:							

Anexo 5: Plano de Manutenção Produtiva Total – Troca de Itens de Desgastes Mecânica (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Troca de Itens de Desgaste					Data	XX/XX/XXXX
PCM	Indústria Sucreenergética - Unidade Caarapó					Frequencia.:	Semanal
Itens de Verificação Mecânica - Sedimentação de Fuligem					Rota	RMM	
Centro de Custo: 001		Tipo de Manutenção: Preventiva		Equipe Responsável: Mecânico III e Mecânico II			
Tag	O.M	Descrição do Problema	Item	Descrição da Peça Reposta	Quantidade	Data de Troca	Próxima Troca
52656	10001	Vazamento Gaxeta	1020	Gaxeta de Bomba	1	10/XX/XXXX	17/XX/XXXX
Observações:							

Anexo 6: Plano de Manutenção Produtiva Total – Troca de Itens de Desgastes Elétrica (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Troca de Itens de Desgaste				Data	XX/XX/XXXX	
					Frequencia.:	Semanal	
PCM	Indústria Sucoenergética - Unidade Caarapó				Rota	RME	
Itens de Verificação Elétrica - Sedimentação de Fuligem							
Centro de Custo: 002		Tipo de Manutenção: Corretiva		Equipe Responsável: Eletricista II e Auxiliar			
Tag	O.M	Descrição do Problema	Item	Descrição da Peça Reposta	Quantidade	Data de Troca	Próxima Troca
52657	10005	Bomba Parada	2030	Fusível da Bomba	1	10/01/XX10	10/03/XXX10
Observações:							

Anexo 7: Plano de Manutenção Produtiva Total – Troca de Itens de Desgastes Instrumentação (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Troca de Itens de Desgaste				Data	XX/XX/XXXX	
PCM	Indústria Sucoenergética - Unidade Caarapó				Frequencia.:	Semanal	
	Itens de Verificação Instrumentação - Sedimentação de Fuligem				Rota	RMI	
Centro de Custo: 003		Tipo de Manutenção: Preventiva		Equipe Responsável: Instrumentista III e Instrumentista II			
Tag	O.M	Descrição do Problema	Item	Descrição da Peça Reposta	Quantidade	Data de Troca	Próxima Troca
50983	10010	Válvula By Pass com vazamento	1	Válvula By Pass	1	12/XX/XXX1	12/XX/XXX2
Observações:							

Anexo 8: Plano de Manutenção Produtiva Total – Plano Preventivo Mecânica (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Plano Preventivo				Data	XX/XX/XXXX
					Frequencia.:	Semanal
PCM	Indústria Sucroenergética - Unidade Caarapó				Rota	RMM
Itens de Verificação Mecânica- Sedimentação de Fuligem						
Título do Plano de Manutenção		Manutenção Mecânica Sedimentador de Fuligem				
Grupo de Máquinas / Subsistemas		Subsistemas Bombas - Peneira/Filtro - Moega/Outros				
Periodicidade (Faixa de Utilização)		Diario	Tipo de Dia	Safra	Data da Ativação	XX/XX/XXXX
Planejador	Responsavel PCM	Equipe de Manutenção		Mecanicos I, II e III e Auxiliares		
Material de Consumo		Parafusos, Arruelas				
EPI's		Capacete, Protetor Auricular, Luvas, Roupas Especiais, Óculos de Segurança, etc				
Especialidades		1 Mec I e 1 Auxiliar				
Equipamento de Apoio		Máquina de Solda				
Ferramentas		Chaves, Medidores de Temperatura				
Observações:						

Anexo 9: Plano de Manutenção Produtiva Total – Plano Preventivo Elétrica (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Plano Preventivo				Data	XX/XX/XXXX
					Frequencia.:	Semanal
PCM	Indústria Sucroenergética - Unidade Caarapó				Rota	RME
Itens de Verificação Elétrica - Sedimentação de Fuligem						
Título do Plano de Manutenção	Manutenção Elétrica Sedimentador de Fuligem					
Grupo de Máquinas / Subsistemas	Subsistemas Bombas - Peneira/Filtro - Moega/Outros					
Periodicidade (Faixa de Utilização)	Diario	Tipo de Dia	Safra	Data da Ativação	XX/XX/XXXX	
Planejador	Responsavel PCM	Equipe de Manutenção	Eletricistas I, II e III e Auxiliares			
Material de Consumo	Fitas Isolante					
EPI's	Capacete, Protetor Auricular, Luvas, Roupas Especiais, Óculos de Segurança, etc					
Especialidades	1 Ele I e 1 Auxiliar					
Equipamento de Apoio	Multímetro					
Ferramentas	Chaves, Medidores de Temperatura, Amperagem, Tensão					
Observações:						

Anexo 10: Plano de Manutenção Produtiva Total – Plano Preventivo Instrumentação (modelo de documento proposto).

Empresa	Plano de Manutenção Produtiva Total - Plano Preventivo				Data	XX/XX/XXXX
PCM	Indústria Sucroenergética - Unidade Caarapó				Frequencia.:	Semanal
					Rota	RMI
Itens de Verificação Instrumentação - Sedimentação de Fuligem						
Título do Plano de Manutenção	Manutenção Instrumentação Sedimentador de Fuligem					
Grupo de Máquinas / Subistemas	Subistemas Bombas - Peneira/Filtro - Moega/Outros					
Periodicidade (Faixa de Utilização)	Diario	Tipo de Dia	Safra	Data da Ativação	XX/XX/XXXX	
Planejador	Responsavel PCM	Equipe de Manutenção	Instrumentistas I, II e III e Auxiliares			
Material de Consumo	Fita Isolantes					
EPI's	Capacete, Protetor Auricular, Roupas Especiais, Óculos de Segurança, etc					
Especialidades	1 Inst I e 1 Auxiliar					
Equipamento de Apoio	Máquina de Solda					
Ferramentas	Chaves, Medidores de Temperatura, Pressão, Vazão					
Observações:						