

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Implantação de Sistema de Gerenciamento da Manutenção
Elétrica e de Automação Industrial de uma Empresa do Setor
Agroenergético**

Angelo Marino Nishizima

TCC-EP-16-2011

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Implantação de Sistema de Gerenciamento da
Manutenção Elétrica e de Automação Industrial de
uma Empresa do Setor Agroenergético**

Angelo Marino Nishizima

TCC-EP-16-2011

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá – UEM.
Orientador (a): Prof^a.Dr^a. Márcia Marcondes Altimari
Samed

**Maringá - Paraná
2011**

Angelo Marino Nishizima

**Implantação de Sistema de Gerenciamento da Manutenção Elétrica
e de Automação Industrial de uma Empresa do Setor
Agroenergético**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador (a): Prof. (ª) Dra. Márcia Marcondes Altimari Samed
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia
de Produção, DEP

Prof. (ª) Componente da Banca: Prof. (ª) Msc. Daiane Maria de
Genaro Chirolí
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia
de Produção, DEP

**Maringá – Paraná
2011**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Inez Sueka Nishizima e ao meu pai Moacyr Yoshiyuki Nishizima (*In Memoriam*), pois sem eles não seria possível realizar meus objetivos. Aos meus irmãos, Fernando e Ameline que me apoiaram sempre. E por fim a minha noiva Silvia pelo carinho, atenção e amor por todo esse período que estamos juntos.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, que sempre presente deu sabedoria, fé e paciência a todos que tornaram possível a construção deste trabalho como também a minha graduação;

Aos *meus familiares*, sempre dispostos a ajudar e que tornaram possível essa conquista;

Aos *meus amigos* que contribuíram da forma que puderam;

A *empresa* na qual realizei o estudo, em especial ao André Roll pela oportunidade e pela confiança;

A minha linda *noiva Silvia*, que sempre presente procurou me dar forças quando não tinha, me apoiou, e persistiu junto a mim para a conquista de meus objetivos;

E por fim e é claro, a minha *orientadora Márcia Marcondes Altimari Samed*, por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão deste estudo.

RESUMO

O presente estudo se refere a uma proposta de Implantação de Sistema de Gerenciamento da Manutenção Elétrica e de Automação Industrial de uma Empresa do Setor Agroenergético localizada no noroeste do Paraná. O contexto histórico descreveu a definição da evolução da manutenção e de sua necessidade. A exigência por qualidade e eficiência tornou as indústrias cada vez mais competitivas. Nesse contexto, o departamento de manutenção adquiriu papel fundamental para o processo de produção. Deste modo, suas ações requerem precisão e agilidade, sendo assim a necessidade de um planejamento de técnicas e de gerenciamento podem garantir a competitividade no mundo atual. O objetivo desse trabalho é elaborar e monitorar o programa de gestão da manutenção, na parte elétrica e de automação de uma caldeira de uma indústria agroenergética. O problema foi definido a partir da necessidade de garantir uma ação preventiva sobre o desempenho dos equipamentos. O processo de implantação mostrou que é possível acompanhar por meio de planilhas, o monitoramento das solicitações de manutenção e que com o auxílio de ferramentas da qualidade como Ishikawa, 5W1H, folha de verificação, *check-list* e o ciclo PDCA foi possível criar um plano de ação, a fim de tornar possível a análise de algumas possíveis falhas e defeitos relacionado com a manutenção elétrica e de automação de uma Caldeira, assim viabilizando uma gestão de manutenção preventiva para esta.

Palavras- chave: Manutenção, Planejamento e controle da manutenção, ferramentas da qualidade, Caldeira, Motor elétrico.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
SUMÁRIO.....	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 BREVE DEFINIÇÃO E HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	5
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO	6
2.2.1 <i>Manutenção Reativa ou Corretiva</i>	7
2.2.2 <i>Manutenção Preventiva</i>	8
2.2.3 <i>Manutenção Preditiva</i>	9
2.2.4 <i>Manutenção Detectiva</i>	10
2.2.5 <i>Manutenção Produtiva</i>	11
2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	12
2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	13
2.4.1 <i>Folha de Verificação</i>	14
2.4.2 <i>Check list</i>	15
2.4.3 <i>Estratificação</i>	15
2.4.4 <i>Brainstorming</i>	15
2.4.5 <i>Diagrama de Causa e Efeito</i>	15
2.4.6 <i>Método 5WIH</i>	17
2.4.7 <i>Ciclo PDCA</i>	18
3 DESENVOLVIMENTO.....	19
3.1 INTRODUÇÃO.....	19
3.2 METODOLOGIA	19
3.3 A EMPRESA	20
3.4 O PROCESSO PRODUTIVO	20
3.5 O SETOR DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	21
3.5.1 <i>O Departamento de Eletroeletrônica Industrial</i>	21
3.5.2 <i>O Departamento de Mecânica</i>	22
3.6 A CALDEIRA.....	22
3.6.1 <i>Moega</i>	23

3.6.2	<i>Esteiras transportadoras</i>	23
3.6.2.1	Esteira transportadora de elevação	23
3.6.2.2	Esteira transportadora de talisca	23
3.6.2.3	Esteira transportadora de retorno	23
3.6.3	<i>Câmara de combustão (Fornalha)</i>	23
3.6.4	<i>Tubulão</i>	24
3.6.5	<i>Pré-aquecedor de ar</i>	24
3.6.6	<i>Multiciclone</i>	24
3.6.7	<i>Ventiladores</i>	25
3.6.7.1	Ventilador <i>Under-fire</i>	25
3.6.7.2	Ventilador <i>Over-fire</i>	25
3.6.7.3	Ventilador Exaustor	25
3.6.7.4	Ventilador Espargidor	25
3.6.8	<i>Chaminé</i>	25
3.6.9	<i>Fluxograma da água, gases e vapor da Caldeira</i>	25
3.6.10	<i>Operação da Caldeira</i>	27
3.7	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM)	28
3.8	ESTUDO DE CASO	29
3.8.1	<i>Identificação dos equipamentos</i>	29
3.8.2	<i>Implantação do gerenciamento dos serviços de manutenção</i>	31
3.8.3	<i>Folha de Verificação</i>	35
3.8.4	<i>Estratificação</i>	36
3.8.4.1	Diagrama de Causa e Efeito	36
3.8.5	<i>Plano de Ação</i>	37
3.8.5.1	Fase P - Planejamento	37
3.8.5.2	Aplicação do 5W1H	38
3.8.5.3	Análise dos resultados	41
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	6
FIGURA 2 - CICLO PDCA		18
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DA CALDEIRA		26
FIGURA 4 – TELA PRINCIPAL DE OPERAÇÃO DA CALDEIRA.....		28
FIGURA 5 – MODELO DE SOLICITAÇÃO DE MANUTENÇÃO		32
FIGURA 6 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA QUEIMA DE MOTOR.....		37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - 5W1H	17
TABELA 2 - TABELA DE MOTORES ELÉTRICOS	30
TABELA 3 - TABELA DE PAINÉIS ELÉTRICOS	31

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	35
QUADRO 2 - PLANO DE AÇÃO	38
QUADRO 3 - CHECK-LIST DE MOTORES ELÉTRICOS.....	39
QUADRO 4 - CHECK-LIST DE PAINÉIS DE ACIONAMENTO	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
PNPB	Plano Nacional de Produção de Biodiesel
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
NBR	Norma Brasileira

LISTA DE SÍMBOLOS

- B2 Mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo
- B4 Mistura de 4% de biodiesel ao diesel de petróleo
- B5 Mistura de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo
- B100 Biodiesel 100% puro

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2011), desde o dia primeiro de Janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Conforme Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), onde aumentou de 4% (B4) para 5% (B5) o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao diesel.

Segundo o Plano Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB, 2004), o percentual obrigatório tende a aumentar com o decorrer dos tempos, inicialmente o programa iniciou a mistura com 2% (B2) e como se pode notar já chegou-se na proporção dos 5% (B5), sabe-se que existe possibilidade de empregar percentuais de mistura mais elevados e até mesmo o biodiesel puro 100% (B100).

Para o setor agroenergético, as operações das usinas de Biodiesel foram inicializadas recentemente, porém devido ao surgimento e a difusão de tecnologias, as empresas agroenergéticas brasileiras se direcionam para automatização e inovação da estrutura organizacional. As empresas de Biodiesel estão em processo de adequação de suas estruturas positivas para enfrentar o aumento da competição entre mercados, setores e elos de suas cadeias produtivas.

A gestão tecnológica industrial pode ser definida como a sistematização do conjunto de conhecimentos, técnicas e princípios aplicados à gerência de relações entre pessoas, estruturas, tarefas e tecnologia utilizadas em uma organização.

A gestão industrial, engloba a produção e manutenção industrial para a produção de biodiesel, necessita possuir um sistema em que a tecnologia e o controle de operações sejam interligados e trabalhados de forma conjunta para se obter um diferencial perante os concorrentes do segmento.

Conforme Otani e Machado (2008), a manutenção industrial revela desempenho essencial no funcionamento de uma indústria, uma vez que:

“[...] como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção.” (OTANI e MACHADO, 2008, p. 2).

Desta forma, será realizado um estudo sobre a manutenção industrial com o objetivo de garantir melhoria e aumento da vida útil do funcionamento dos equipamentos. Neste trabalho será destacada a relevância do planejamento e controle de manutenção elétrica e automação industrial de uma caldeira no setor agroenergético.

1.1 Justificativa

Sabe-se que o processo de industrialização tornou o mercado industrial cada vez mais produtivo e competitivo. O mundo contemporâneo industrial traça metas constantes para que a produção ocorra cada vez mais qualitativa e quantitativa. Por esse motivo as indústrias investem de forma considerável na implantação de sistemas de produção e confere papel fundamental a manutenção.

O advento da utilização de novas tecnologias fez com que o mercado industrial repensasse seu processo de produção e seus produtos, conforme afirmação abaixo:

[...] a inovação tecnológica consiste em um meio utilizado para projetar ou reprojeter os produtos e processos de uma organização, de forma a desenvolver as tecnologias necessárias para atender as demandas das pessoas naquele instante (OLIVEIRA, 2003 apud AUGUSTO et al., 2008).

Pode-se dizer que além da melhoria da qualidade dos produtos e da produção, a inovação tecnológica reduziu custos, aumentou a garantia de confiabilidade e maior precisão de controle.

A redução de custos e a produtividade garantem assim a competitividade no mercado industrial. Seguindo essa linha de pensamento e em função do bom funcionamento do setor agroenergético o presente trabalho busca analisar a gestão de manutenção de uma caldeira em uma usina de biodiesel localizada no Noroeste do Paraná.

1.2 Definição e delimitação do problema

Com o objetivo mútuo de consolidar o desenvolvimento do mercado brasileiro de biodiesel em linha com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), foi criada a BsBios Marialva Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A, parceria da Petrobrás Biocombustível S/A e a BsBios Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A. Cada empresa apresenta percentual participativo de 50%, possibilitando a integração de suas competências de produção, gestão e qualidade.

A usina de biodiesel, BsBios Marialva Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A, localizada na cidade de Marialva no estado do Paraná, teve a inauguração de sua planta industrial dia 14 de Maio de 2010, possui capacidade de produzir 127 milhões de litros de combustível por ano.

O comércio de toda produção é realizado praticamente através de leilões realizados pela ANP. Como o preço do produto final interfere nas negociações, no qual se pode considerar que quanto menor o custo para a manutenção de uma planta industrial, menor será o custo de produção, maior será a possibilidade de ofertar um produto mais barato e que possua as mesmas características físico-químicas que as empresas concorrentes.

Com o intuito de monitorar a manutenção e de garantir o bom funcionamento dos equipamentos relacionados com a parte elétrica e de automação de uma caldeira, será demonstrada uma forma de gestão da manutenção para garantir uma boa operação dos processos industriais que necessitam do vapor produzido. Como consequência se evita paradas não programadas, que dificultam a produção previamente planejada, assim não colocando em risco a produção esperada.

Assuntos relacionados com a manutenção de caldeiraria e mecânica estão excluídos do presente trabalho.

O objetivo não é desenvolver o melhor sistema de gestão da manutenção, porém implantar uma forma de trabalho de fácil aplicação para os sistemas eletroeletrônicos e que contribua para se obter resultados positivos para a empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar e monitorar o programa de gestão da manutenção, na parte elétrica e de automação, de uma caldeira de uma indústria agroenergética.

1.3.2 Objetivos específicos

Diante do exposto, os objetivos específicos são:

- Caracterizar o funcionamento de uma caldeira;
- Elaborar o programa de gestão de manutenção elétrica e de automação para a caldeira;
- Implantar o monitoramento da manutenção e criar um plano de ação para a manutenção elétrica e de automação para a caldeira.

1.4 Estrutura do trabalho

Apresenta-se a seguir a estruturação do trabalho.

O estudo está dividido em quatro capítulos. O primeiro aborda a descrição dos elementos introdutórios: como uma breve menção sobre como a gestão da manutenção industrial está organizada, justificativa pela escolha do tema, o levantamento do problema e objetivos pretendidos com o estudo.

O segundo capítulo compreende uma breve revisão da literatura acerca do tema e definições sobre a manutenção e seus tipos.

O terceiro capítulo corresponde ao estudo de caso realizado e inicia-se com a apresentação da empresa na qual o estudo foi realizado, apresenta o problema, a metodologia utilizada e os resultados lançados.

Por fim, apresentam-se as considerações finais relativas à pesquisa desenvolvida, com os resultados encontrados e a viabilidade da implantação do projeto desenvolvido.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Breve definição e histórico da manutenção

Este breve histórico trata do conceito da manutenção como também do advento da modernização das indústrias e o percurso de evolução para a melhora nos diversos setores em que se faz necessária.

Segundo Quinello e Nicolett (2005, p. 22) o termo manutenção tem origem do vocabulário militar e significava: “[...] manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”.

Conforme a Norma Brasileira- NBR 5462 (1994), manutenção é a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinados a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

A necessidade de excelência e resultados imediatos na produtividade, fez com que os últimos 100 anos referentes ao processo de manutenção evoluíssem de tal maneira que a condição inicial dita como “socorro” e assim indica KMITA (2003) para uma “[...] ferramenta que confere confiabilidade a um processo produtivo” (ASSIS, 1997 apud KMITA, 2003, p. 1).

Esse processo tornou-se um ciclo fundamental e decisivo para a concorrência no mercado mundial, pois que a manutenção é base para um bom funcionamento de qualquer indústria e visa qualidade e quantidade ao produto final.

A evolução da manutenção veio para superar os atrasos tecnológicos existentes e de produtividade, desta forma a manutenção deve ser “moderna e eficiente” como cita Wyrebski (1997), e seu objetivo é buscar as melhores soluções para que o conjunto aja de forma dinâmica e eficiente.

Confere ao departamento de manutenção importância essencial ao funcionamento de uma indústria, visto que:

À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos (ROCHA, 1995 apud WYREBSKI, 1997, s/ p.).

Sendo sua função vital, a manutenção deve traçar metas, planos e objetivos de atividades para que ocorra o mínimo de perdas possíveis, pois que a cada parada dos equipamentos e das máquinas significa atraso e perda de produtividade ocasionando um aumento do custo de produção.

De acordo com Souza (2008- b), um dos principais recursos produtivos criados nas indústrias são a mecanização e a automação dos processos industriais, que destaca que ainda existem empresas que não empregam uma gestão de manutenção dos equipamentos industriais como deveriam. Dessa forma, as ações tomadas são em sua maioria corretivas, acarretando em uma redução da produção e, conseqüentemente, da lucratividade.

2.2 Tipos de Manutenção

Moraes (2007), revela que existem vários tipos de classificar a manutenção, entre elas destaca: manutenção corretiva, manutenção preditiva, manutenção preventiva e manutenção produtiva.

Se o processo de manutenção é vital para o bom funcionamento de qualquer indústria e para que a mesma se mantenha com potencial considerável para concorrência mundial, define-se manutenção não só como a maneira pela qual é realizada a intervenção dos sistemas, máquinas e equipamentos, pois que essa manutenção pode vir de uma degradação natural, desgastes que podem ser de forma parcial ou total das funções, conseqüentemente perda da qualidade e dos produtos.

Conforme Ribeiro (2003), em conseqüência desses desgastes, há uma variação sobre os tipos de manutenção e sobre seus usos e isto tem ocasionado uma forma mais clara e objetiva dos vários tipos de manutenção.

Seguindo o pensamento de Ribeiro (2003) e de Siqueira (2005) apud Souza (2008- b), ao classificar os principais tipos de manutenção encontramos:

- Manutenção Reativa ou Corretiva: Não-Planejada e Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Manutenção Produtiva.

Seguindo a linha de pensamento de Kardec (2001, apud Moraes, 2007), pode-se concluir que a gestão de manutenção é fator decisivo para o bom andamento de qualquer indústria ou empresa, visto que a manutenção pode ser tida como função estratégica que irá agregar valor ao produto final.

2.2.1 Manutenção Reativa ou Corretiva

Caracteriza-se pela ação de realizar o reparo em equipamentos e/ou máquinas já quebrados.

É a manutenção dita como imediata e, por vezes pode ter um custo alto para indústria já que sua utilização só é necessária quando não é possível fazer uso imediato do equipamento, ocasionando paradas inesperadas, perda na produção e aumento no custo da produção (SOUZA, 2008).

A Manutenção Corretiva Não Planejada é caracterizada pela correção quando a mesma acontece de forma aleatória, pois não há um devido planejamento para atuação de correção.

Segundo Ribeiro (2003), este tipo de manutenção provoca altos custos, visto que:

[...] a quebra inesperada pode acarretar perdas da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, as quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior (RIBEIRO, p. 7, 2003).

Já a Manutenção Corretiva Planejada, caracteriza-se pela atuação de corrigir o equipamento por decisão gerencial, ou seja, pela “[...] decisão de operar até a quebra” (RIBEIRO, 2003, p.8).

Ribeiro (2003), afirma ainda que esse tipo de manutenção tem um custo mais barato, pois que uma ação planejada pode ser considerada mais segura, de melhor qualidade, com eficácia e com planos futuros de reparo e até mesmo de substituição imediata na quebra ou falha do equipamento, pois que há todo um planejamento e conhecimento da equipe que realizam o trabalho de manutenção.

A decisão de atuar com a manutenção corretiva planejada pode surgir a partir de diversos fatores, como indica Kardec (1999):

- Possibilidade de compartilhar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- Aspectos relacionados com a segurança – a falha não provoca qualquer situação de risco para o pessoal ou para a instalação;
- Melhor planejamento de serviços;
- Garantia de existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, ser buscados externamente à organização (KARDEC, 1999 apud RIBEIRO, 2003, p. 8).

2.2.2 Manutenção Preventiva

É definida pelo ato de prevenir. Sua ação se contrapõe a da manutenção corretiva, pois a mesma é planejada e dispõe de ações realizadas em intervalos de tempo programado.

Segundo Souza (2008- b), foi tida como uma das técnicas mais avançadas e utilizadas entre as décadas de 1960 e 1980 pelas equipes de manutenção.

Otani e Machado (2008, p.4) definem manutenção preventiva como: “é a atuação realizada para reduzirem falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo”.

Desta forma, Xavier (2005) *apud* Otani e Machado (2008), revelam que aí está o segredo da manutenção preventiva, nas ações programadas em intervalos de tempo, porém Otani e Machado (2008) advertem que as práticas dessas ações ocorrem em intervalos muito menores que o previsto e que esse fato muitas vezes provocam a troca de peças desnecessárias e paradas dispensáveis.

De acordo com Souza (2008- b), para que a manutenção preventiva tenha uma boa política de funcionamento é necessário que se faça um planejamento com propósitos claros para as intervenções, os critérios adotados para realizar a ação deve considerar o tempo de uso e sua intensidade do equipamento como também respeitar a particularidade de cada um.

Consoante com Otani e Machado (2008) e Souza (2008- b), Ribeiro (2003) faz menção aos objetivos e descreve a manutenção preventiva como a ação de prevenir falhas e reparo nos equipamentos com tempo determinado, pois que a ação do tempo (degradação natural) e as condições operacionais contribuem para o processo de expectativa de uso do equipamento, e exige-se não somente definição de periodicidade na manutenção, mas também planejamento de substituição.

Kardec (1999), elenca fatores que devem ser levados em consideração para que as ações da manutenção preventiva ocorram de forma eficaz:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam mandatária a intervenção, normalmente para substituição de componentes;
- Por falta de oportunidades em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos de agressões ao meio ambiente (KARDEC, 1999 apud RIBEIRO, 2003, p. 9).

Sendo assim, Ribeiro (2003, p.9), destaca que a manutenção preventiva proporciona não só conhecimento precedente para suas ações, “[...] permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos” e ainda promove a retirada do equipamento quando necessário, mesmo quando este encontra-se em bom funcionamento.

2.2.3 Manutenção Preditiva

É a técnica de análise de sintomas dos equipamentos de forma sistemática, que acompanha o desempenho para o diagnóstico e preparação programada para a sua ação, ou não, se não for necessário. A intervenção da manutenção preditiva se baseia em dados em não em suposições como indicam Otani e Machado (2008).

Oito metas foram definidas por Takahashi e Osada (1993) para a manutenção preditiva:

- Determinar o melhor período para a manutenção;
- Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
- Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejado;
- Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
- Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
- Reduzir os custos de manutenção;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento (TAKAHASHI E OSADA, 1993 apud SOUZA, 2008- b, p. 9).

Para que ocorra a manutenção preditiva é necessário sistematizar a intervenção que analisa o tempo de degradação dos equipamentos e indica se há a necessidade da ação de manutenção.

Ribeiro (2003), revela que a manutenção preditiva, precisa de acompanhamento direto sobre a funcionalidade dos equipamentos e isto possibilita definir planos e decisões de manutenção que resultará diretamente na produção. Ao considerar tais fatos, pode-se dizer que: “a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos, e, quando a intervenção é decidida, o que se faz na realidade é uma manutenção corretiva planejada” (RIBEIRO, 2003, p. 10).

2.2.4 Manutenção Detectiva

Caracteriza-se pela atuação na busca de falhas ocultas e/ ou não perceptíveis ao pessoal da manutenção conforme indica Ribeiro (2003).

Ribeiro (2003, p. 10) cita como exemplo de manutenção detectiva: “[...] é o botão de teste da lâmpada de sinalização e alarme em painéis”.

Ainda de acordo com Ribeiro (2003, p.10):

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área da manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal da operação (RIBEIRO, p.10, 2003).

Desta forma, destaca-se papel importante na manutenção detectiva, pois que a mesma pode identificar falhas ocultas na operação dos equipamentos e, possibilita reparo quando necessário e dá garantia de confiabilidade na atuação dos equipamentos e na sua produção.

2.2.5 Manutenção Produtiva

Compreende um conjunto de fatores e atividades de manutenção que propendem a melhoria da performance e da produtividade dos equipamentos de uma indústria.

Sua definição é denominada como: Manutenção Produtiva Total, pois que “total” é um termo que abrange toda a fábrica e o processo nela inserida, desde a gerência, até os operários.

Conforme Mirshawka (1994) apud Moraes (2007), uns dos princípios da manutenção produtiva é que se torna necessária uma ação conjunta entre os departamentos de uma indústria, visto que somente o departamento de manutenção não garantiria um resultado eficaz, as ações do setor de produção devem cooperar para a melhora do desempenho dos equipamentos.

Moraes (2007), traz que a manutenção produtiva deve considerar todo o ciclo de vida dos equipamentos, desde sua especificação até o seu sucateamento, como também considerar os custos de manutenção e produção dos equipamentos.

A definição do objetivo da manutenção produtiva é assim definida por Moraes (2007, p. 8):

O objetivo fundamental da manutenção produtiva não é apenas evitarem falhas nos equipamentos, mas aplicar a melhor combinação dos métodos de manutenção para que a produção não fique prejudicada, obtendo como retorno um elevado resultado econômico para toda a empresa (MORAES, 2007, p.8).

Suposto a característica dos principais tipos de manutenção compreende-se que houve uma evolução considerável nos tipos de manutenção e pode-se avaliar que a manutenção corretiva talvez seja a menos indicada, pois trarão conseqüências, como perdas e custos elevados na produção. Já a manutenção preventiva pode garantir um bom funcionamento para a indústria, uma vez que suas ações acontecem de forma planejada e desta forma abona prejuízos suntuosos para a empresa.

A decisão de escolha pelo tipo de manutenção por parte da empresa irá refletir de forma direta na qualidade e quantidade da sua produção, ou seja a melhor combinação de métodos para a manutenção dependerá da criticidade de desempenho do equipamento(MORAES, 2007).

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção

Conforme Souza (2008- a), o planejamento e controle da manutenção passaram a ser utilizado na década de 90. Viana (2002) apud Souza (2008- a), aponta que a técnica de planejamento e controle da manutenção tem papel fundamental nos dias úteis, pois que tal procedimento visa garantir o perfil e a disponibilidade e a confiabilidade tanto da produção como dos equipamentos.

A preocupação das indústrias em geral na década de 1980 pela qualidade dos produtos resultou de uma exigência de forma considerável pelos consumidores do produto final, a confiabilidade dos produtos (resultado garantido pelos departamentos de manutenção), tornou o mercado industrial cada vez mais competitivo e estes passaram a procurar meios (técnicas) para investirem e dessa forma garantir a concorrência e sobrevivência na era industrial.

A inovação tecnológica, a necessidade de se produzir mais e cada vez melhor fez com que as indústrias refletissem sobre a agilidade nos processos, produtos e serviços, entretanto, para que uma indústria se mantenha em plenas condições de funcionamento, gera um custo elevado e, conforme Reis *et al.* (2010), há fatores determinantes como a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos, pois que esses fatores ditos com “chaves” definem se tudo ocorrerá como o planejamento, não só em termos que se referem á quantidade, mas também prazos de entrega, custos e qualidade, uma vez que: “[...] todo e qualquer equipamento está sujeito às falhas” (REIS *et al.* 2010, p. 2).

Seguindo o raciocínio que a manutenção está ligada a rentabilidade, visto que:

[...]exerce influência direta na capacidade de produção e no custo operacional dos equipamentos. Neste sentido, Xenos (1998), explica que todos os equipamentos possuem um desgaste natural pelo seu uso e que com a finalidade de evitar a degradação destes e das demais instalações das empresas é que existem as atividades de manutenção (REIS *et al.* 2010, p. 3).

Ainda conforme autor citado anteriormente, pode-se dizer que uma manutenção bem planejada torna-se possível produzir maior vida útil dos equipamentos como também aumento da disponibilidade e menor custo específico (BRANCO FILHO, 2008 apud REIS, 2010).

O ciclo de gerenciamento de manutenção, com a implementação de certas atividades, pode ser consolidado pelo Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), desta forma Branco Filho (2008) apud Souza (2008- a), elenca atividades a serem implantadas pelo PCM, destaca-se algumas delas:

- Atualizar com frequência os planos de manutenção;
- Realizar a revisão de cadastro de ordens de serviços de forma sistemática referentes aos planos de manutenção dos equipamentos;
- Realizar criteriosamente análise dos serviços planejados e das programações como também *back-log*;
- Sistematizar e verificar com periodicidade os relatórios gerenciais de manutenção;
- Gerar histórico técnico de forma estruturada dos equipamentos, máquinas e também instalações, com devido registros de ocorrências planejadas e imprevistas;
- Acompanhar e dar suporte a instalação de versões recentes de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com os outros sistemas.

2.4 Ferramentas da qualidade

Segundo Rossato (1996) ferramentas da qualidade são:

[...] recursos utilizados que identificam e melhoram a qualidade dos produtos, serviços e processos. As ferramentas não são unicamente para solucionar problemas, elas devem também fazer parte de um processo de planejamento para alcançar objetivo (s. p.).

As ferramentas da qualidade são utilizadas para supervisionar e manter sob controle a variabilidade, ou seja, a quantidade de diferença referente a um padrão, visto que o propósito das ferramentas é extinguir e minimizar a variação em produto e serviço (ROSSATO, 1996).

Para estabilizar os processos e manter um nível de variação mínimo, utiliza-se duas estratégias, assim como indica Rossato (1996):

- Padronização dos processos da empresa;
- Controlar a variabilidade dos processos envolvendo as ferramentas adequadas, visando a sua redução.

Os objetivos das ferramentas da qualidade foram assim definidos por Oliveira (1995) apud Rossato (1996, s. p):

- a- Facilitar a visualização e entendimento dos problemas;
- b- Sintetizar o conhecimento e as conclusões;
- c- Desenvolver a criatividade;
- d- Permitir o conhecimento do processo;
- e- Fornecer elementos para o monitoramento dos processos.

Entre as ferramentas da qualidade existentes, as mais difundidas são:

- Folha de Verificação;
- *Check List*;
- Estratificação;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Método 5W1H;
- Ciclo PDCA.

2.4.1 Folha de Verificação

Segundo Moraes (2007), a Folha de Verificação é caracterizada pelo registro e coleta de dados de itens a serem verificados de forma fácil e breve e, permitem uma percepção da realidade, pois ao sistematizar os formulários garante-se uma interpretação imediata da situação e possibilita diminuir os erros e confusões.

2.4.2 Check list

Conforme Moraes (2007), o *Check List* pode ser definido como uma forma simples e rápida para verificar as condições de funcionamento de um equipamento, através de itens específicos a serem checados, visando o acompanhamento e bom desenvolvimento dos equipamentos.

2.4.3 Estratificação

De acordo com Campos (2004), estratificar é dividir um problema em camadas de origens diferentes. Pelo fato do método buscar a origem do problema e de certa forma realizar uma análise do processo, a mesma chama-se estratificação.

Para Campos (2004), a estratificação deve reunir informações das pessoas envolvidas no processo para a análise de um problema, assim relacionando-se as opiniões a respeito do problema e depois elegendo as mais importantes.

2.4.4 Brainstorming

Segundo Costa (2011), *Brainstorming* é um método estruturado no qual se geram ideias, soluções e dessa forma o aumento de empenho no processo de melhoria. Geralmente utilizado para produzir ideias e soluções em um curto espaço de tempo, assim facilitando o processo de pensamento criativo. Após reunir todas as ideias e soluções, avalia-se e prioriza-se as ideias e soluções.

2.4.5 Diagrama de Causa e Efeito

Os diagramas de Ishikawa, conhecidos também por diagramas de causa-e-efeito, são um método bastante efetivo no que diz respeito à identificação das raízes do problema. Fazem isso formulando as questões: “o que, onde, como e por quê”, acrescentando algumas possíveis respostas para as mesmas. Tal ferramenta tornou-se usada extensivamente em programas de melhoramento (SLACK *et al.*, 2009).

Conforme Rossato (1996), essa ferramenta revela as causas principais de uma ação, levando para as sub- causas direcionando para o resultado final.

Para utilizar o diagrama de causa e efeito é necessário elencar os seguintes fatores, assim definidos por Rossato (1996, s.p.):

- Quando necessitar identificar todas as causas possíveis de um problema.
- Obter uma melhor visualização da relação entre a causa e efeito delas decorrentes.
- Classificar as causas fatorando em sub-causas, sobre um efeito ou resultado.
- Para saber quais as causas que estão provocando este problema.
- Identificar com clareza a relação entre os efeitos, e suas prioridades.
- Em uma análise dos defeitos: perdas, falhas, desajuste do produto, etc. com o objetivo de identificá-los e melhorá-los.

Segundo Slack *et al.*(2009), sua estrutura “envolve identificar possíveis causas sob a classificação de maquinário, força de trabalho, materiais, métodos e dinheiro. Na prática, no entanto, qualquer categorização que cubra todas as possíveis causas relevantes pode ser usada”. Um exemplo desse diagrama segue abaixo, onde um grupo de melhoramentos da KPS que trabalha em uma área particular experimentava um problema.

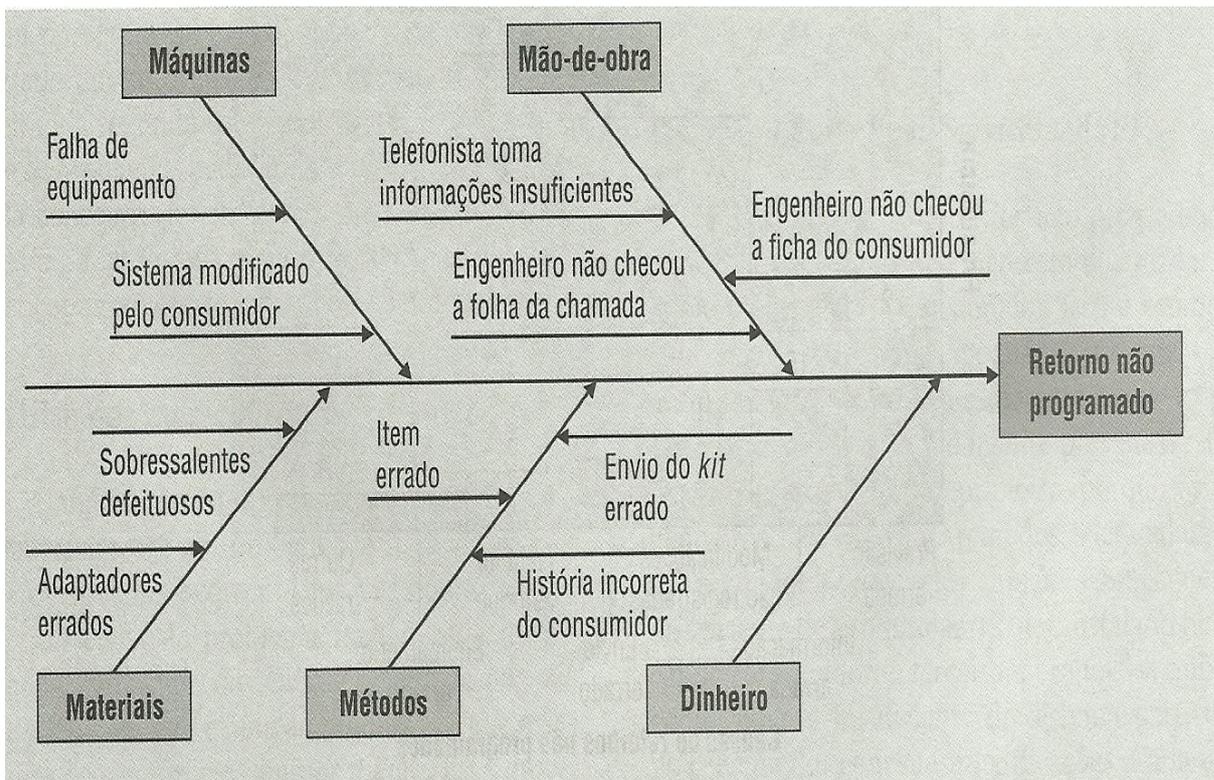


Figura 1 - Diagrama de causa-efeito para retornos não programados na KPS
 Fonte: Slack et al. (2009, p.585)

O exemplo acima mostra o problema ocorrido “retorno não programado”, suas causas primárias (máquinas, mão-de-obra, materiais, métodos e dinheiro) e causas secundárias, que derivam de cada uma das causas primárias. Atuando sobre elas diretamente é possível diminuir a frequência do ocorrido (indesejado ao processo).

2.4.6 Método 5W1H

Segundo Shingo (1996), “uma atividade-chave à qual é dada muita importância na Toyota é a procura pelas causas reais dos problemas e perdas.” Pergunta-se, repetidamente “Por quê?” cinco vezes ou mais até que a causa de um problema seja descoberta.

Para Shingo (1996, p.116), tradicionalmente, o 5W1H significa:

- Quem – sujeito da produção
- O quê – objetos da produção
- Quando – tempo
- Onde – espaço
- Por quê – encontrar a causa para cada uma das perguntas acima porque todas são importantes fatores na resolução de um problema
- Como – métodos

Essa metodologia impede determinar a investigação antes de atingirmos as raízes reais do problema, que é fundamental para o processo de melhoria. “Ao perguntarmos “Por quê” cinco vezes, o como devemos solucionar o problema também será esclarecido” (SHINGO, 1996).

Tabela 1 - 5W1H

<i>What?</i>	<i>Where?</i>	<i>When?</i>	<i>Who?</i>	<i>How?</i>	<i>Why?</i>
O que?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?	Por quê?
Objetivo e/ou finalidade do instrumento de gestão.	Território, espaço físico ou unidade geográfica de aplicação/ abrangência do instrumento	Temporalidade, período e/ou prazo para cumprir o objetivo.	Responsável, Pela ação que será realizada.	Método, forma, procedimento e/ou diretriz.	Entender a necessidade, causa, dificuldade, os fatores que impedem ou condicionam a aplicação ou os requisitos necessários a implementação do instrumento.

Fonte: adaptado pelo autor

Após a compreensão da relevância da definição das etapas a serem seguidas cria-se um plano de ação com o objetivo de determinar com exatidão o passo a passo do 5W1H.

2.4.7 Ciclo PDCA

De acordo com Werkema (1995) apud Silva (2005), para a sobrevivência de uma Organização, a garantia de metas para mesma são necessárias, o qual o método gerencial de tomada de decisão contribui para esse êxito.

Para Slack et al. (2009), um importante elemento dentro do conceito de melhoria contínua é a idéia de que é possível representar o melhoramento como um processo, literalmente sem fim, de questionarmos repetidamente sobre como melhorar a partir daquele certo ponto. Portanto, o melhoramento pode ser representado de maneira cíclica, e o ciclo PDCA é um modelo que tem sido amplamente utilizado.

O modelo é ilustrado abaixo:

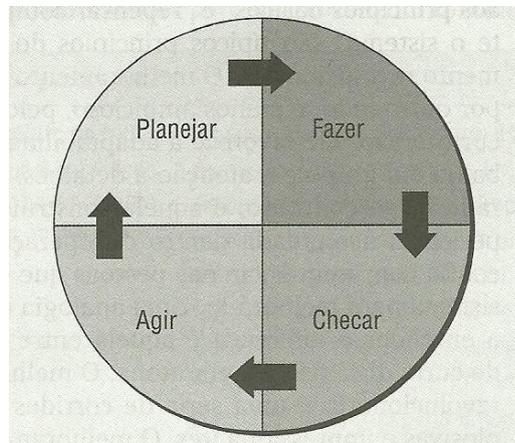


Figura 1 - Ciclo PDCA
Fonte: Slack et al. (2009, p.578)

Inicialmente, temos o estágio P (planejar), que envolve o exame atual do método ou da área problema em questão. Essa etapa envolve analisar dados da situação atual e traçar planos de ação, com a intenção de melhorar o desempenho. O próximo passo é o estágio D (fazer). Esse é o estágio de implementação. A fase C (checar) representa a situação em que as ações já foram tomadas, e então, são checados os resultados. Finalmente, vem o estágio A (agir). Durante esse estágio, a mudança é consolidada ou padronizada, se foi bem sucedida (SLACK et al. 2009).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Introdução

De acordo com as diversas literaturas pesquisadas a respeito do tema apresentado, procurou-se demonstrar experimentalmente a aplicação dos conceitos teóricos na prática, dentro de uma empresa de médio porte.

Nesse capítulo é apresentado o estudo de caso, a empresa na qual foi implantado o estudo, o processo produtivo e a metodologia utilizada.

3.2 Metodologia

O seguinte estudo teve como objetivo a busca pelo conhecimento mais aprofundado sobre o tema descrito, desta forma procurou-se levantar o problema para que intervenções fossem na realidade.

Após a definição do problema determinou-se os métodos que seriam utilizados no estudo.

O estudo obteve informações mais aprofundadas através da revisão bibliográfica e, os dados coletados possibilitaram aplicar a teoria na realidade em questão, sendo assim o estudo teve caráter exploratório em uma indústria de biocombustível, focalizando o desempenho de funcionamento da caldeira em específico a atuação dos motores que a compreendem.

O objeto de escolha para observação, os motores elétricos da caldeira, são partes fundamentais para o funcionamento da mesma, visto que sem eles toda a produção pode ser comprometida.

Para a realização desse estudo, voltou-se atenção para a caldeira e para os motores para que toda falha e/ou danos pudessem ser reparados e minimizados, por esse motivo o autor do seguinte trabalho enriqueceu sua pesquisa por meio da literatura e de conceitos pertinentes ao objeto de estudo como também uma observação mais comprometida para que os conceitos teóricos pudessem ser relacionados com a prática.

3.3 A Empresa

Dia 14 de maio de 2010 foi oficialmente inaugurada à primeira usina de biocombustível do Estado do Paraná com capacidade de produzir 127 milhões de litros de biodiesel por ano.

A empresa foi instalada em uma cidade da região noroeste do Estado do Paraná, onde se encontra situada em um local estratégico, pois o Paraná é um dos maiores consumidores de biodiesel do País.

Além disso, a empresa possui fácil acesso logístico, solo fértil e clima propício para produção de oleaginosas, tais fatores contribuem para que o Paraná se torne auto-suficiente na produção de biodiesel, e também para a qualificação da matriz energética do país.

A indústria tem aproximadamente 260 mil hectares e 12 mil metros quadrados de área construída. Entretanto, toda esta estrutura não é somente para produção de biocombustível.

Além do biodiesel propriamente dito, a empresa trabalha com outro subproduto, a glicerina que depois de purificada tem finalidades nobres, como produção de cosméticos, na indústria farmacêutica, como carrapaticida e ainda pode ser utilizada como sabão ou desengraxante.

3.4 O Processo Produtivo

A indústria é provida de várias etapas para a obtenção do produto final com as especificações desejadas. Dentre elas estão os processos de branqueamento, de esterificação, de neutralização, centrifugação, dentre outros. O processo é praticamente todo automatizado, nos quais são utilizados uma infinidade de equipamentos e máquinas para proporcionar uma operação de forma facilitada.

Em várias etapas do processo é necessária a utilização de vapor, os quais são produzidos a partir de uma Caldeira de construção mista, constituída do tipo aquatubular e flamotubular. O fornecimento quantitativo e qualitativo do vapor interfere diretamente no processo produtivo.

3.5 O Setor da Manutenção Industrial

O setor da Manutenção Industrial desenvolve um importante papel nas atividades da empresa, uma vez que esse é responsável por manter a disponibilidade de todos os equipamentos e máquinas da planta industrial para as operações do processo produtivo.

Para um melhor desempenho da produção, o setor de Manutenção Industrial é responsável pela decisão da melhor forma de manutenção, a periodicidade das manutenções, determinação do melhor equipamento para as aplicações necessárias, as especificações dos equipamentos, assim como determinar o momento ideal de sua substituição.

O desempenho e a eficiência das atividades industriais são influenciados diretamente pelas atividades do setor de manutenção industrial. Uma vez que os resultados de produção estão ligados diretamente com a disponibilidade dos equipamentos e máquinas.

A empresa possui em sua planta industrial uma grande quantidade de equipamentos e máquinas. A Manutenção Industrial subdivide-se em dois departamentos:

- Departamento de Eletroeletrônica Industrial;
- Departamento de Mecânica.

Cada departamento é responsável por determinadas atividades no processo de manutenção dos equipamentos e máquinas.

3.5.1 O Departamento de Eletroeletrônica Industrial

O departamento de Eletroeletrônica Industrial é responsável pelas atividades relacionadas com as manutenções elétricas realizadas nos equipamentos e máquinas da unidade produtiva. Este departamento é também responsável pelas atividades que fazem parte das intervenções na área de automação e instrumentação industrial executadas nos equipamentos e máquinas da indústria.

3.5.2 O Departamento de Mecânica

O departamento de Mecânica é responsável pelas atividades relacionadas com as manutenções mecânicas, lubrificação e caldeirarias realizadas nos equipamentos e máquinas da unidade produtiva.

3.6 A Caldeira

A Caldeira é um equipamento que se destina a gerar vapor através de uma troca térmica entre o combustível e a água, sendo que isto é feito por este equipamento construído com chapas e tubos, com a finalidade de fazer com que água se aqueça e passe do estado líquido para o gasoso, aproveitando o calor liberado pelo combustível que faz com as partes metálicas da mesma se aqueçam e transfiram calor à água produzindo o vapor.

O combustível utilizado para queima e fornecimento de calor é a biomassa, uma mistura de bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de madeira.

O seu funcionamento se baseia em um conjunto de componentes que realizam operações simultaneamente e seqüencialmente, no qual em alguns componentes são necessários a utilização de motores elétricos.

Componentes da Caldeira que necessitam de motores elétricos:

- Moega;
- Esteiras Transportadoras;
- Câmara de combustão (Fornalha);
- Tubulão;
- Pré-aquecedor de ar;
- Multiciclone;
- Ventiladores;
- Chaminé.

Na Caldeira em questão existe um avançado sistema de controle de combustão, para proporcionar grande estabilidade na pressão de trabalho, mesmo com flutuações no consumo

de vapor. Os ventiladores, exaustores e alimentadores de combustível, são dotados de acionamento por inversor de frequência, que proporcionam, além da otimização dos controles, uma economia de energia elétrica.

3.6.1 Moega

A Moega é um recipiente onde se descarrega a biomassa, que é alimentado por máquinas tipo pá carregadora e pela esteira de retorno, que através de uma rosca dosadora mantém a quantidade de bagaço necessária para o bom funcionamento das caldeiras.

3.6.2 Esteiras transportadoras

As esteiras são utilizadas com a finalidade de fornecer em um circuito fechado, o transporte da biomassa para os 2 alimentadores da Câmara de combustão.

3.6.2.1 Esteira transportadora de elevação

A esteira transportadora de elevação tem a finalidade de transportar a biomassa da Moega para a esteira transportadora de talisca.

3.6.2.2 Esteira transportadora de talisca

Transporta a biomassa da esteira transportadora de elevação para as bicas dos 2 alimentadores dosadores da Fornalha e o que sobra para a esteira transportadora de retorno.

3.6.2.3 Esteira transportadora de retorno

Transporta a biomassa que sobra da esteira transportadora de talisca para a Moega.

3.6.3 Câmara de combustão (Fornalha)

A câmara de combustão é a região onde se dá a queima do combustível, com produção dos gases de combustão que fornecem calor à água. Esta câmara possui duas bicas providas de alimentadores dosadores de biomassa como fonte de combustível e uma rosca sem fim para a extração das cinzas após a queima do combustível.

3.6.4 Tubulão

O tubulão é um tambor horizontal, situado no ponto mais alto do corpo principal da caldeira, ao qual se acham conectados, através de tubos, os coletores, que se encontram em níveis diferentes dentro da caldeira.

A água circula várias vezes através do conjunto tubulão-coletores descendo pelos tubos externos e retornando pelos internos. Essa circulação natural é provocada pela diferença de pressão exercida pelas colunas líquidas e pelas correntes de convecção formadas.

A coluna externa contendo somente água é mais pesada do que a coluna interna contendo água junto com vapor, promovendo então a circulação. A parte vaporizada vai se armazenando no tubulão, enquanto o líquido volta a circular.

Além de acumular o vapor, o tubulão recebe também à água de alimentação, que vem do tanque de condensado através de duas bombas centrífugas. O espaço acima do nível d'água no tubulão chama-se espaço de vapor.

3.6.5 Pré-aquecedor de ar

O pré-aquecedor de ar é utilizado para aquecer o ar de alimentação das chamas, com o aproveitamento de parte do calor dos gases residuais de combustão. Ele retém parte do material particulado antes de ir para o Multiciclone e possui uma rosca sem fim em conjunto com uma válvula rotativa e são destinadas a um recipiente para sua remoção.

3.6.6 Multiciclone

O Multiciclone tem a função de reter o material particulado dos gases de combustão. Os gases, ao entrarem no filtro, obedecem a uma trajetória helicoidal, em função do posicionamento dos tubos de saída por onde são aspirados. Essa forma de trajetória, pelo princípio da força centrífuga, faz com que as partículas de pó mais pesadas se dirijam às paredes dos ciclones e, por gravidade, se depositarem na parte inferior do filtro, onde esta localizada uma rosca sem fim em conjunto com uma válvula rotativa e são destinadas a um recipiente para sua remoção.

3.6.7 Ventiladores

Os ventiladores têm a finalidade de movimentar o ar de combustão até os queimadores na câmara de combustão e os gases da câmara de combustão até a chaminé. Existem dois tipos funcionais de ventiladores:

- O de tiragem forçada, que apanha o ar atmosférico e o envia através dos dutos da caldeira para os queimadores.
- O de tiragem induzida, instalado na saída da caldeira, que succiona os gases de combustão de dentro da câmara e os conduz à chaminé.

3.6.7.1 Ventilador *Under-fire*

Sua função é de proporcionar ar para combustão embaixo das grelhas, aumentando a eficiência da queima, dessa forma ganhando rendimento.

3.6.7.2 Ventilador *Over-fire*

Sua função é de insuflar ar acima da camada de combustível para queima do monóxido de carbono (CO).

3.6.7.3 Ventilador Exaustor

Sua função é de fazer a tiragem dos gases da combustão.

3.6.7.4 Ventilador Espargidor

Possui como função a alimentação de ar, a temperatura ambiente, para soprar na entrada de biomassa da Fornalha fazendo com que facilite a queima em suspensão.

3.6.8 Chaminé

A chaminé é a parte que conduz os gases de combustão à atmosfera, nela é instalado um lavador de gases que por sua vez é alimentado por duas bombas centrífugas.

3.6.9 Fluxograma da água, gases e vapor da Caldeira

Na Figura 3 é demonstrado o fluxograma da água, gases e vapor da Caldeira em questão.

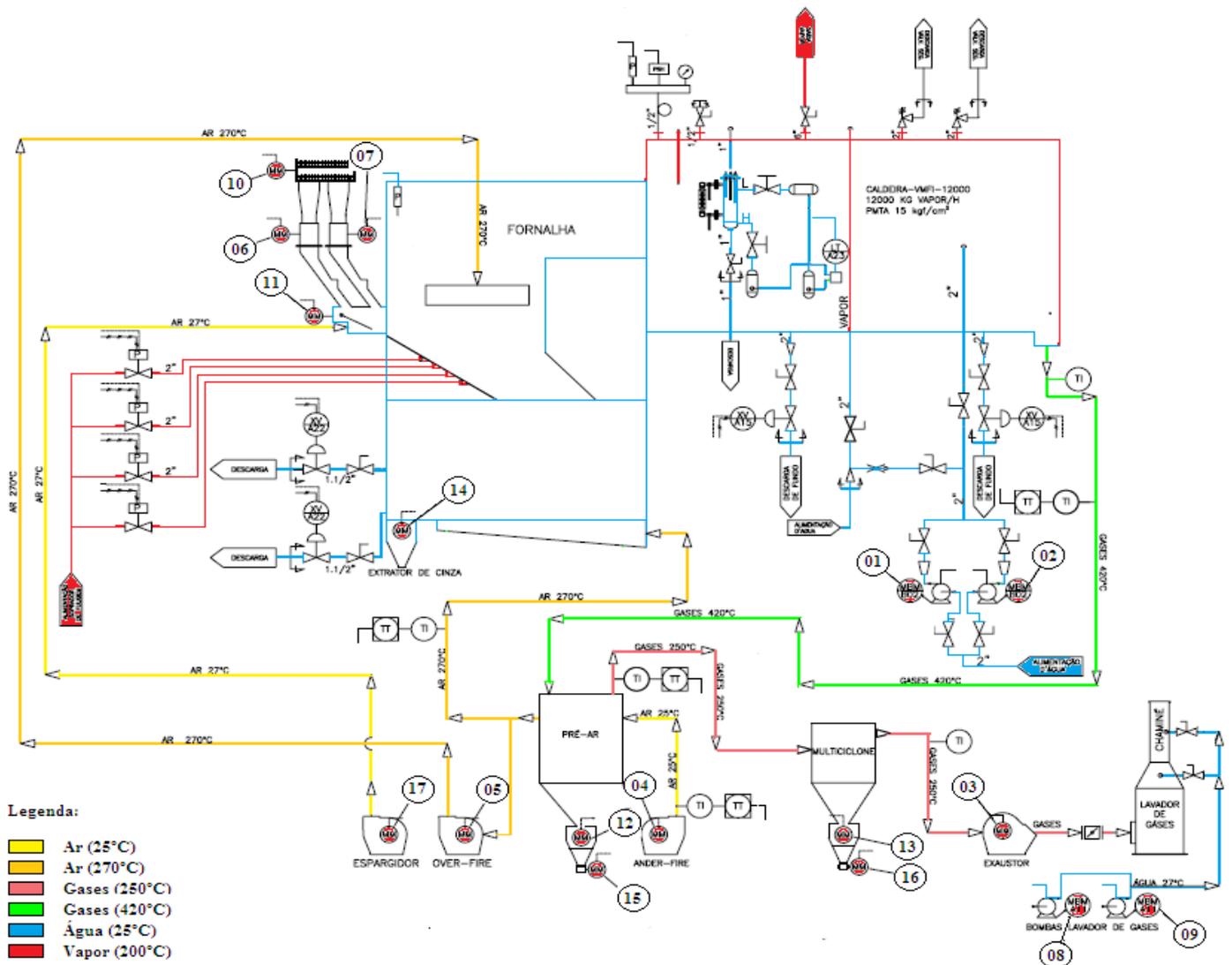


Figura 2 - Fluxograma da Caldeira

Fonte: BSB BIOS Marialva /adaptado pelo autor.

De acordo com o fluxograma apresentado, identificamos a alocação dos motores elétricos conforme a sua respectiva função:

- 01- Motor da Bomba da água 1
- 02- Motor da Bomba da água 2
- 03- Motor do Exaustor
- 04- Motor do Ventilador *Under Fire*
- 05- Motor do Ventilador *Over Fire*
- 06- Motor Dosador de alimentação 1
- 07- Motor Dosador de alimentação 2

- 08- Motor da Bomba Lavador de Gases 1
- 09- Motor da Bomba Lavador de Gases 2
- 10- Motor da Transportadora de Talisca
- 11- Motor do Ventilador Espargidor
- 12- Motor extrator de cinzas do Pré-ar
- 13- Motor extrator de cinzas do Multiciclone
- 14- Motor extrator de cinzas da Fornalha
- 15- Motor da válvula rotativa do Pré-ar
- 16- Motor da válvula rotativa do Multiciclone
- 17- Motor do Damper do Espargidor

3.6.10 Operação da Caldeira

O sistema da Caldeira é todo automatizado, onde existem controles automáticos das operações e todos os acionamentos dos motores elétricos são projetados para serem controlados através de sistema supervisorio.

Existe um operador que acompanha a funcionamento da Caldeira por meio das telas de operações do sistema supervisorio, monitorando e tomando uma ação quando necessário, para dessa forma garantir a produção de vapor normalmente.

A tela principal de operação da Caldeira é representada pela Figura 4, onde é demonstrado o desenho contendo os equipamentos instalados conforme a sua aplicação em campo e dessa forma facilitando a operação.

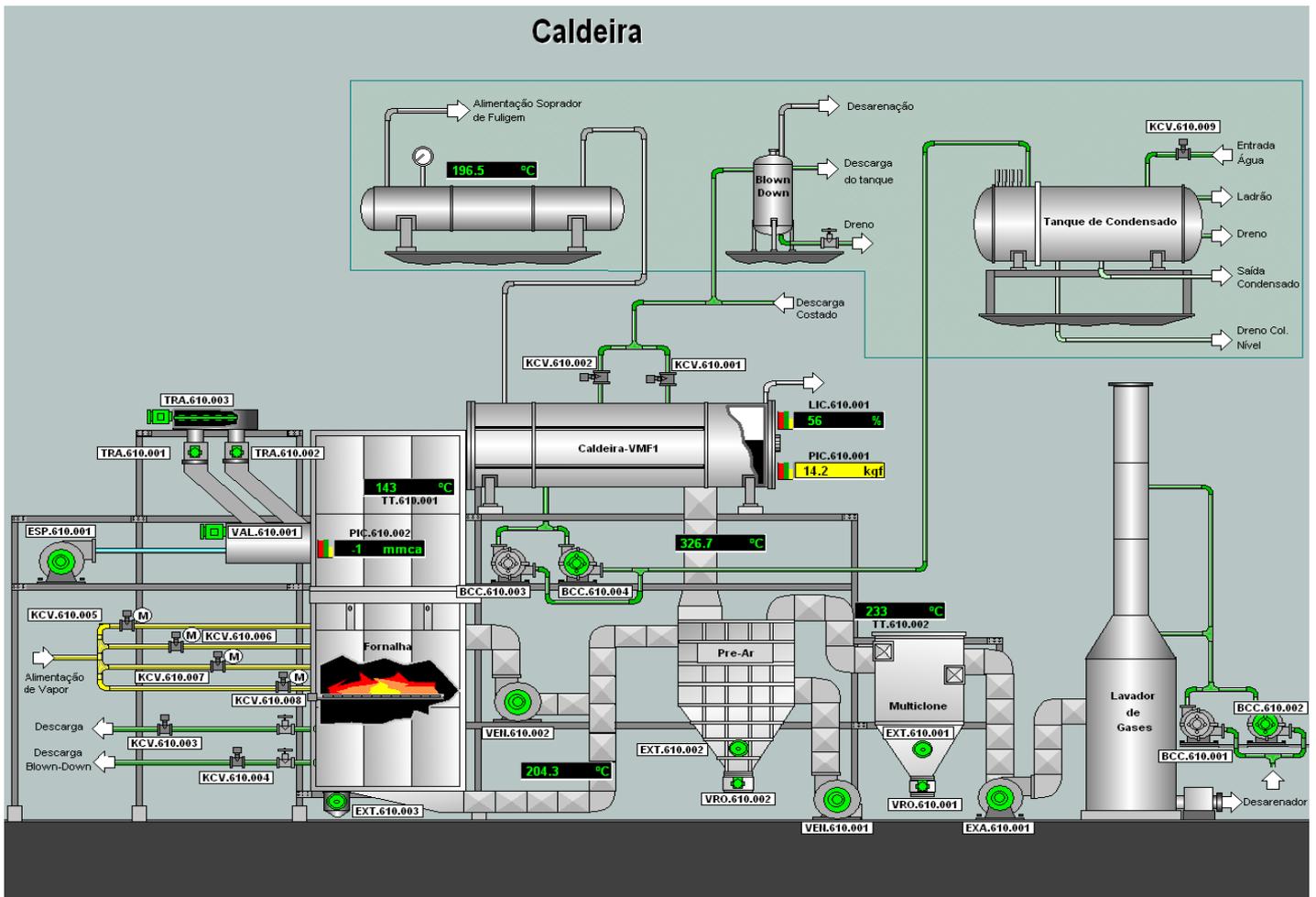


Figura 4: Tela principal de operação da Caldeira
Fonte: BSBIOS Marialva

3.7 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Como a manutenção é destinada a melhorar a produtividade dos equipamentos e maquinários, parte-se do princípio de que com melhor funcionamento estes instrumentos têm maior agilidade, constância na produção, justiça enquanto trabalha e ainda economia de energia.

Para proporcionar à empresa uma gestão da manutenção mensurável aplicada em seus equipamentos e máquinas, necessita-se de uma forma de monitoração que forneça dados suficientes para possibilitar tomadas de decisões gerenciáveis.

A inexistência de um monitoramento afeta de forma considerável o desempenho dos equipamentos e, conseqüentemente, da produção. Como na empresa não existe este monitoramento dos equipamentos e máquinas, a maioria das manutenções realizadas são de naturezas corretivas.

Com a finalidade de obter uma forma de gerenciar a manutenção industrial, no estudo em questão, será proposto um método de monitoramento dos equipamentos eletroeletrônicos da Caldeira.

3.8 Estudo de caso

Visto a necessidade de monitorar a eficiência dos equipamentos da caldeira e garantir um controle preventivo relacionada às responsabilidades do departamento de eletroeletrônica industrial, elaborou-se uma forma de conduzir o acompanhamento e a realização de procedimentos para disponibilizar ao máximo os equipamentos em questão para a produção de vapor.

Considerando que os equipamentos existentes na Caldeira possuam seu funcionamento dentro dos padrões especificados, a produção de vapor acaba tendo a eficiência esperada e com isso a queima na Fornalha da Caldeira é a mais eficiente possível. Com isso o consumo de biomassa é de acordo com a quantidade prevista pela fabricante da Caldeira.

A garantia de produção de vapor necessária para uma indústria de biodiesel, geralmente conduzida por processo contínuo, evita o descontrole das operações e paradas inesperadas da produção.

Inicialmente foram identificados todos os motores elétricos e seus respectivos acionamentos para possibilitar o monitoramento individual de cada um deles.

3.8.1 Identificação dos equipamentos

De acordo com os motores elétricos existentes na Caldeira, criou-se a Tabela 2 contemplando a identificação deles a partir de *Tag's* e com as suas aplicações de funcionamento.

Tabela 2 - Tabela de motores elétricos

Item	Tag	Local	Aplicação
1	MTE-850.001	Campo – Caldeira	Motor da Bomba da água 1
2	MTE-850.002	Campo – Caldeira	Motor da Bomba da água 2
3	MTE-850.003	Campo – Caldeira	Motor do Exaustor
4	MTE-850.004	Campo – Caldeira	Motor do Ventilador Under Fire
5	MTE-850.005	Campo – Caldeira	Motor do Ventilador Over Fire
6	MTE-850.006	Campo – Caldeira	Motor Dosador de alimentação 1
7	MTE-850.007	Campo – Caldeira	Motor Dosador de alimentação 2
8	MTE-850.008	Campo – Caldeira	Motor da Bomba Lavador de Gases 1
9	MTE-850.009	Campo – Caldeira	Motor da Bomba Lavador de Gases 2
10	MTE-850.010	Campo – Caldeira	Motor da Transportadora de Talisca
11	MTE-850.011	Campo – Caldeira	Motor do Ventilador Espargidor
12	MTE-850.012	Campo – Caldeira	Motor extrator de cinzas do Pré-ar
13	MTE-850.013	Campo – Caldeira	Motor extrator de cinzas do Multiciclone
14	MTE-850.014	Campo – Caldeira	Motor extrator de cinzas da Fornalha
15	MTE-850.015	Campo – Caldeira	Motor da válvula rotativa do Pré-ar
16	MTE-850.016	Campo – Caldeira	Motor da válvula rotativa do Multiciclone
17	MTE-850.017	Campo – Caldeira	Motor do Damper do Espargidor
18	MTE-850.018	Campo – Caldeira	Motor da Moega
19	MTE-850.019	Campo – Caldeira	Motor da Transportadora elevatória
20	MTE-850.020	Campo – Caldeira	Motor da Transportadora Retorno

Como cada motor elétrico possui um acionamento individual para o seu funcionamento, criou-se a Tabela 3, Painéis Elétricos, correspondente a cada um deles.

Tabela 3 - Tabela de painéis elétricos

Item	Tag	Local	Aplicação
1	BCC-850.001	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Bomba da água 1
2	BCC-850.002	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Bomba da água 2
3	EXR-850.003	CCM – Caldeira	Acionamento do motor do Exaustor
4	VTU-850.004	CCM – Caldeira	Acionamento do motor do Ventilador Under Fire
5	VTO-850.005	CCM – Caldeira	Acionamento do motor do Ventilador Over Fire
6	DOS-850.006	CCM – Caldeira	Acionamento do motor Dosador de alimentação 1
7	DOS-850.007	CCM – Caldeira	Acionamento do motor Dosador de alimentação 2
8	BCC-850.008	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Bomba Lavador de Gases 1
9	BCC-850.009	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Bomba Lavador de Gases 2
10	ETT-850.010	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Transportadora de Talisca
11	ESP-850.011	CCM – Caldeira	Acionamento do motor do Ventilador Espargidor
12	EXT-850.012	CCM – Caldeira	Acionamento do motor extrator de cinzas do Pré-ar
13	EXT-850.013	CCM – Caldeira	Acionamento do motor extrator de cinzas do Multiciclone
14	EXT-850.014	CCM – Caldeira	Acionamento do motor extrator de cinzas da Fornalha
15	VVR-850.015	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da válvula rotativa do Pré-ar
16	VVR-850.016	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da válvula rotativa do Multiciclone
17	DMP-850.017	CCM – Caldeira	Acionamento do motor do Damper do Espargidor
18	MOE-850.018	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Moega
19	ETB-850.019	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Transportadora elevatória
20	ETB-850.020	CCM – Caldeira	Acionamento do motor da Transportadora Retorno

3.8.2 Implantação do gerenciamento dos serviços de manutenção

Determinou-se a forma para obter o controle dos serviços solicitados à manutenção como sendo a elaboração de uma planilha manual, conforme modelo definido na Figura 5:

Após a criação da Solicitação de Manutenção, foi definida a forma de funcionamento de sua utilização, na qual se procede conforme descrita a seguir.

Partiu-se do princípio que todos os equipamentos eletroeletrônicos da Caldeira já se encontram com as identificações feitas por *Tag's* específicos, conforme Tabela 2 e 3, e que todas as pessoas envolvidas no processo produtivo possuam conhecimento dessas identificações, assim como a posse do modelo da Solicitação de Manutenção.

Ao surgir a necessidade de gerar uma Solicitação de Manutenção, o solicitante preenche adequadamente os seguintes campos:

- **Nº ORDEM:** Número da Solicitação de Manutenção, na qual é enumerada na ordem crescente conforme são recebidas.
- **Tipo:** Contém o serviço solicitado que pode ser Elétrico, Instrumentação, Mecânica ou Caldeiraria.
- **Natureza:** Pode ser classificada como Preditiva, Preventiva ou Corretiva.
- **Prioridade:** Conforme necessidade de atuação pode ser Sistemática, de Emergência ou de Urgência.
- **ATR/PET:** Caso seja necessária para a execução do serviço a Autorização de Trabalho de Risco (ATR) ou Permissão de Entrada de Trabalho (PET) é selecionado “Sim”, caso contrário, coloca-se “Não”.
- **Solicitante:** Contém o nome da pessoa que esta solicitando o serviço.
- **Data:** Contém a data de solicitação do serviço de manutenção.
- **Hora:** Contém a hora de solicitação do serviço de manutenção.
- **Equipamento:** Contém o nome do equipamento com sua aplicação.
- **Tag:** Contém a identificação do equipamento.
- **Descrição do defeito:** Contém as informações relativas ao defeito do equipamento.

Os campos do Controle da Mão de obra e do Consumo de material são preenchidos somente pelo executor do serviço.

Depois de preenchido adequadamente todos estes campos, a Solicitação de Manutenção é enviada para o e-mail do responsável pelo PCM, para dessa forma efetuar o controle de todas as solicitações de manutenções.

Ao centralizar esse controle no responsável pelo PCM, as solicitações recebidas são enumeradas manualmente de acordo com a sua ordem de recebimento e reenviadas aos seus respectivos solicitantes com o número da solicitação. As solicitações recebidas, depois de enumeradas, são armazenadas em uma pasta, que serve como uma biblioteca, para assim possibilitar a sua disponibilidade futuramente.

As solicitações de manutenções são impressas e disponibilizadas em um local onde são classificadas e separadas por três tipos de manutenção atuantes: Instrumentação, Elétrica e Mecânica.

Os serviços são realizados de acordo com a necessidade da produção, das prioridades da gerência e da disponibilidade de mão de obra. Cada profissional executa os serviços de manutenção em sua área específica e após ser realizado o serviço, realiza-se o apontamento que é preenchido pelo executor.

O executor preenche na Solicitação de Manutenção os campos do controle da mão de obra, que é composto de:

- **Data:** Insere a data que o serviço foi realizado.
- **Funcionário:** Insere o nome da pessoa que realizou o serviço.
- **Início:** Insere o horário que o serviço iniciou-se.
- **Fim:** Insere o horário que o serviço finalizou-se.
- **Status:** Insere como o serviço se encontra.
- **Descrição do serviço executado:** Relata que serviço foi realizado no equipamento.

E os campos do consumo de material, que é composto de:

- **Código:** Insere o código da peça ou equipamento utilizado no serviço.
- **Descrição:** Insere a descrição da peça ou equipamento utilizado no serviço.
- **Quantidade:** Insere a quantidade de peça ou equipamento utilizado no serviço.

Surgindo a anormalidade de operação de algum equipamento, o operador anota na Folha de Verificação o item e abre uma Solicitação de Manutenção para o equipamento que necessita de intervenção técnica.

Durante o período em que o estudo foi realizado, com data de início em 01/06/2011 e data de término 01/09/2011, foram registradas apenas duas ocorrências relacionadas com os motores elétricos utilizados na operação da Caldeira.

Ambas as ocorrências apresentaram o mesmo defeito: a queima do motor elétrico, sendo que um dos motores pertencia ao Ventilador Espargidor e o outro a válvula rotativa do Multiciclone.

3.8.4 Estratificação

A Estratificação é uma técnica utilizada para subdividir o problema e seu objetivo é dividir em partes o problema segundo a sua origem. Diante do problema detectado na Folha de Verificação, elaborou-se a estratificação do defeito aplicando-se o Brainstorming no problema "queima do motor" com todo o pessoal do Departamento de Eletroeletrônica da empresa.

Foram reunidas todas as maneiras que podem ocasionar a queima de um motor, depois avaliadas e para finalizar priorizou-se cada ideia. Com o auxílio da ferramenta da qualidade, o Diagrama de Causa e Efeito, foram criados as possíveis causas do problema.

3.8.4.1 Diagrama de Causa e Efeito

Iniciou-se o Diagrama de Causa e Efeito a partir da descrição do defeito detectado na Folha de Verificação, que foi a queima do motor elétrico. Diante desse problema ocorrido, elaborou-se as possíveis causas com base nos 6M's (Método, Mão de obra, Material, Máquina, Medida e Meio Ambiente).

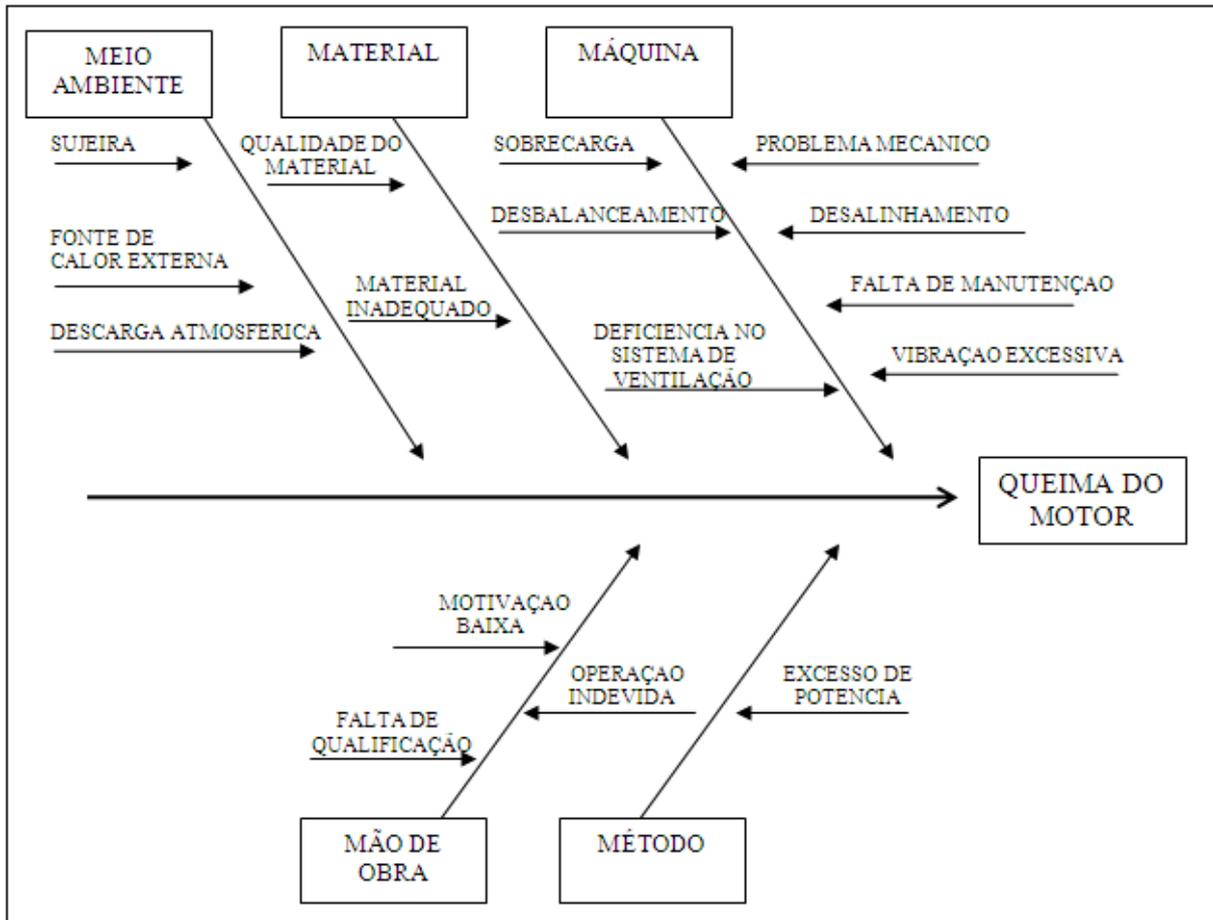


Figura 6 - Diagrama de Causa e Efeito para queima de motor

3.8.5 Plano de Ação

Diante das possíveis causas da queima de um motor elétrico levantadas no Diagrama de Causa e Efeito, elaborou-se um plano preventivo para os motores elétricos que compreendem a Caldeira, assim como os seus respectivos acionamentos, para tal utilizou-se a fase P do ciclo PDCA.

É demonstrada a seguir a aplicação da Fase P do ciclo PDCA.

3.8.5.1 Fase P - Planejamento

A fase P (*Plan*) representa o primeiro passo do processo do ciclo PDCA, como o próprio nome diz, essa é a fase do planejamento, em que inicialmente é necessária a identificação e a definição dos equipamentos a serem monitorados.

No caso em questão foi definido que serão monitorados os motores elétricos e os seus respectivos acionamentos que pertencem à Caldeira, dessa forma garantindo o bom funcionamento deles e evitando uma parada inesperada na produção.

De acordo com a Tabela 2 e 3, pode-se verificar a relação de todos os itens a serem monitorados no estudo realizado.

3.8.5.2 Aplicação do 5W1H

Para efetivar o planejamento das atividades, o processo compôs-se da ferramenta de qualidade 5W1H, de tal forma a propiciar os seguintes Planos de Ação.

Quadro 2 - Plano de ação

Plano de Ação					
Monitoramento dos motores e dos painéis de acionamentos.					
Meta	O que	Quem	Quando	Como	Porque
Controle de qualidade dos motores da Caldeira	Monitorar a limpeza, lubrificação, estado dos mancais, corrente e temperatura.	Departamento de eletroeletrônica industrial.	Conforme indicado <i>check-list</i> para motores.	Através de <i>check-list</i> para motores.	Para garantir o bom funcionamento dos motores.
Controle de qualidade dos acionamentos dos motores da Caldeira	Monitorar a limpeza, reaperto dos bornes tensão das fases, corrente e temperatura.	Departamento de eletroeletrônica industrial.	Conforme indicado <i>check-list</i> para motores.	Através de <i>check-list</i> para motores.	Assegurar partida do motor.

Com o objetivo de antecipar a ocorrência de possíveis defeitos ou falhas de um motor, foram elaborados dois tipos de *check-list*, um para os motores e o outro para os painéis. Os *check-lists* foram elaborados contendo itens simples de verificação:

Quadro 2 - Check-list de motores elétricos

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EQUIPE MANUTENÇÃO ELETRO ELETRONICA (MEE)		
PCM- Planejamento e Controle da Manutenção		
Area	Caldeira	Plano 1
Local Instalação	Caldeira	
Denominação	Motor	
Tag		
Funcionario		

Data ____/____/____ inicio ____:____ Fim ____:____ Periodicidade (tempo)

Atividade	Descrição da Atividade	Tempo necessário (minutos)	Tempo Gasto (minutos)	Periodicidade (tempo)		OK / NOK
				07 DIAS	14 DIAS	
Itens	Motor	inicio	Fim			
1	Verificar Visual da carcaça	00:05	:	X	()	()
2	Verificar Limpeza do motor	00:10	:	X	()	()
3	Verificar Temperatura do motor	00:05	:	X	()	()
4	Verificar Ruído e vibração do motor	00:05	:	X	()	()
5	Verificar Terminal de Aterramento	00:05	:		X	() ()
6	Verificar Estado interno da caixa de ligação	00:15	:		X	() ()
7	Verificar Isolamento das ligações	00:05	:		X	() ()
8	Verificar Lubrificação	00:05	:	X	()	()
9	Verificar Tampa defletora	00:05	:	X	()	()
10	Verificar Ventoinha	00:05	:	X	()	()
11	Verificar Estado do cabo e do prensa cabo	00:05	:	X	()	()
12	Verificar Fixação do motor na base	00:05	:	X	()	()

No Quadro 3, tem-se o *check-list* para os motores elétricos. Este apresenta informações quanto às condições físicas de instalação e de funcionamento do equipamento no momento da inspeção. Como a intenção é evitar que ocorram problemas inesperados, procurou-se através dos itens de checagens criados, acompanhar periodicamente a operação de cada motor elétrico utilizado.

Foram criados 12 itens para o *check-list* dos motores elétricos, que permitem um monitoramento que possibilite uma intervenção técnica antecipada, antes que possa ocorrer um imprevisto no equipamento.

Quadro 3 - Check-list de painéis de acionamento

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EQUIPE MANUTENÇÃO ELETRO ELETRONICA (MEE)		
PCM- Planejamento e Controle da Manutenção		
Area	Caldeira	Plano
Local Instalação	Caldeira	2
Denominação	Painel de acionamento de motores	
Tag		
Funcionario		

Data ____/____/____ inicio ____ : ____ Fim ____ : ____ Periodicidade (tempo)

Atividade	Descrição da Atividade	Tempo necessário (minutos)	Tempo Gasto (minutos)	07 DIAS	14 DIAS	OK / NOK
Itens	Painel Acionamento inicio ____ : ____ Fim ____ : ____					
1	Verificar Porta do Painel fechada	00:05	:	X		() ()
2	Verificar Fixação do Painel	00:05	:		X	() ()
3	Verificar Entradas Tensão nos Terminais de Alimentação do Painel	00:10	:	X		() ()
4	Verificar Reaperto na Regua de Bornes	00:15	:	X		() ()
5	Verificar Terminal de Aterramento	00:05	:	X		() ()
6	Verificar Regulagem dos Reles Termicos de Nivel de Corrente	00:05	:	X		() ()
7	Verificar Temperatura Ambiente até 40º	00:05	:	X		() ()
8	Verificar Iluminação Boa	00:05	:	X		() ()
9	Verificar Reaberto dos Condutores nos Terminais da regua	00:20	:		X	() ()
10	Verificar Estado Limpeza Fisica Interna e Externa no Painel	00:10	:	X		() ()
11	Verificar Corrente dos motores	00:10	:	X		() ()
12	Verificar Velocidade de rotação	00:05	:	X		() ()
13	Verificar Lâmpadas sinalizadoras	00:05	:	X		() ()

Como todo motor elétrico depende de um comando para poder entrar em funcionamento, de acordo com o Quadro 4, no *check-list* criado para os painéis de acionamento dos motores elétricos, buscou-se checar itens de forma a assegurar o seu funcionamento normal.

Através de atividades simples de checagens periódicas, pode-se garantir a limpeza e as condições de trabalho necessárias para que todos os componentes presentes no painel de comando de um motor elétrico possam funcionar corretamente.

Utilizando-se os *check-lists* no plano de ação, torna-se possível a análise de algumas possíveis falhas e defeitos, assim viabilizando uma gestão de manutenção preventiva. Procurou-se colocar itens de checagens suficientes para que o monitoramento seja eficiente, assim propiciando ao plano de ação uma confiança maior para o seu sucesso.

3.8.5.3 Análise dos resultados

De acordo com o estudo realizado, após a criação de um modelo para a solicitação de serviços e a implantação do mesmo, juntamente com uma folha de verificação para a manutenção elétrica e de automação da Caldeira, levando-se em consideração o período de aplicação, pode-se observar que foi possível identificar e registrar os problemas ocorridos.

Dessa forma pode-se verificar que além de melhorar a comunicação entre o pessoal da manutenção e o pessoal da produção foi possível gerar um histórico por equipamento, assim facilitando o monitoramento de cada equipamento.

Houve certa dificuldade para implantar o registro de solicitações de serviços, visto a ausência de um software para o gerenciamento dos equipamentos e para o apontamento dos serviços realizados.

O estudo em questão proporcionou a elaboração de um plano de ação para o problema encontrado, que compreende a Fase P (*Plan*) do ciclo PDCA. As outras fases do ciclo PDCA, vão ser aplicadas na empresa com o decorrer do tempo. Na Fase D (*Do*) vai ser possível aplicar os planos de ações criados. Já na fase C (*Check*) poderá ser verificada a eficiência dos planos de ações e na Fase A (*Action*), de acordo com o que foi planejado poderá ser tomada uma ação para eliminar o problema com a queima de motores elétricos.

Contudo pode-se verificar que com um controle desses, aumenta a possibilidade de tomar decisões mais precisas diante dos problemas que possam vir a surgir e facilita o foco para a realização de uma manutenção preventiva nos equipamentos industriais.

Os dados gerados pelos planos de ações são de suma importância para que ocorra o planejamento e controle da manutenção, pois são através deles que as medidas necessárias são tomadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão da manutenção no processo de implementação em indústrias seja qual for a área de atuação exerce papel fundamental como aponta diversos autores citados no estudo, mas tem uma relevância ainda maior quando se trata de uma empresa relativamente nova como a que foi realizado este estudo e que ainda não existe um planejamento adequado da manutenção.

O objetivo de estudo desse trabalho foi implantar, gerenciar e analisar o uso das ferramentas da qualidade no setor de manutenção para obter qualidade e manter a produtividade em uma caldeira de uma indústria de biocombustível, já que a mesma é responsável por toda produtividade de qualquer indústria.

Foi possível constatar que as ferramentas da qualidade são meios simples de levantar, analisar e sistematizar dados, ao que se refere ao processo de produção de qualquer indústria e desta forma garantir a resolução de problemas e melhorar o processo. Ao considerar que o uso das ferramentas de qualidade pode garantir melhorias no setor de manutenção, conferiu-se ao responsável por esse setor papel fundamental.

O estudo de caso possibilitou certificar a importância tanto do setor de manutenção quanto ao uso das ferramentas de qualidade, uma vez que foram aplicadas ao estudo as seguintes ferramentas: Folha de Verificação, Estratificação, Diagrama de Causa e Efeito, foi elaborado um plano de ação, para isso utilizou-se a fase *Plan* (P) do ciclo PDCA com o auxílio do 5W1H. O uso dessas ferramentas possibilitou a identificação dos possíveis erros e falhas nos equipamentos, nesse caso a Caldeira, e tornou possível elaborar um plano de ação para garantir a prevenção das falhas e promover o bom funcionamento desta.

Verificou-se que o uso destas ferramentas no setor de manutenção contribui de forma significativa a busca por excelência entre qualidade e eficiência, o que pode ocasionar no futuro uma considerável redução de gastos com a manutenção e por consequência a redução os custos do produto final.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, Cleiciele Albuquerque; TAKAHASHI, Ligia Yurie; SACHUK, Maria Iolanda. Impactos da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho. **CADERNO DE ADMINISTRAÇÃO**. v. 16, n.2, p. 57-66, jul/dez. 2008. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CadAdm/article/viewFile/6045/3736>>. Acesso em: 03/04/2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. 2ª edição. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

COSTA, Helton Luiz Alves; PEIXOTO, José Antônio Assunção; DIAS, Lílian Martins da Motta. Medir e avaliar desempenho no processo de gestão da manutenção industrial: um estudo de caso. In: **XXVI ENEGEP**, 2006. Fortaleza: ENEGEP , 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450305_8398.pdf>. Acesso em: 02/04/2011.

COSTA, Getúlio. **Certificação Green Belt**. 2011. Curso de Formação de Green Belt, Six Sigma – Universidade Estadual de Maringá.

FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0934.pdf>>. Acesso em 02/04/2011.

KARDEC, Alan Pinto. **Manutenção: Gestão Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção – Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1999.

KMITA, Silvério Fonseca. Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa. In: **XXIII ENEGEP**, 2003. Ouro Preto: ENEGEP, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0109_1758.pdf>. Acesso em 19/05/2011.

MIRSHAWKA, Vitor. **Manutenção Preditiva: Caminho para zero defeito**. São Paulo: Books do Brasil Editora, 1991.

MORAES, Julio Cesar de. **Gerenciamento da Manutenção Produtiva Automotiva, Auxiliado Pelo Uso de Ferramentas de Qualidade**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

OTANI, Mário; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Ponta Grossa, v. 04, n. 02, p. 01-16, 2008. Disponível em:

<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/revistagi/article/view/16/13>. Acesso em: 02/ 04/ 2011.

PESSOA, Gerisval A. **PDCA: ferramentas para excelência organizacional**. São Luís: FAMA, 2007. Disponível em: < http://gerisval.blogspot.com/2010_12_26_archive.html>. Acesso em: 10/ 10/ 2011.

QUINELLO, Robson. NICOLETTI, José Roberto. Inteligência competitiva nos Departamentos de manutenção industrial no Brasil. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 21-37, 2005. Disponível em: < <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/jistem/v2n1/03.pdf>>. Acesso em: 19/05/2011.

REIS, Zaida Cristiane dos; DENARDIN, Carina Desconzi; MILA, Gabriel Sperandio. A implantação de um planejamento e controle da manutenção: um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício. In: **VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão - Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável**, 2010. Niterói, 2010. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0268_0981.pdf>. Acesso em: 26/05/2011.

RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. 2003. Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) - Universidade de Taubaté, São Paulo. Disponível em: < http://www.ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso_ricardo.pdf>. Acesso em: 19/05/2011.

ROSSATO, Ivete de Fátima. **Uma metodologia para a análise e solução de problemas**. 1996. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/rossato/indice/index.htm>>. Acesso em: 22/09/2011.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de Produção**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 1996. 296p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis – Sc: UFSC, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, STUART.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 203p.

SOUZA, José Barrozo de. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (pcm) com as finalidades e funções do Planejamento e controle da produção (pcp): uma abordagem analítica**. (2008- a). Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2008. Disponível em: < http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/dissertacoes/diss_2008/jose_barrozo_ppgep.pdf>. Acesso em: 26/05/2011.

SOUZA, Rafael Doro. **Análise da Gestão da Manutenção**: estudo de caso MRS Logística. (2008- b). Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takahashi. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total - um modelo adaptado**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/index.htm>>. Acesso em: 19/05/2011.

