



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UBÁ
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

IVERALDO MARCIANO PEREIRA NETO

**A MANUTENÇÃO COMO FATOR IMPORTANTE NA PRODUTIVIDADE DA
INDÚSTRIA**

UBÁ/MG

2014

IVERALDO MARCIANO PEREIRA NETO

**A MANUTENÇÃO COMO FATOR IMPORTANTE NA PRODUTIVIDADE DA
INDÚSTRIA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso em graduação
Engenharia de Produção da Faculdade
Presidente Antônio Carlos – FUPAC,
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientadora: Iracema Mauro Batista.

UBÁ/MG

2014

A MANUTENÇÃO COMO FATOR IMPORTANTE NA PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA

Resumo

É de grande importância para as organizações entender o processo de produção e na manutenção desvios que impactam na produtividade da empresa para que após esse entendimento seja possível descrever o modelo de manutenção utilizado, identificar falhas no processo de manutenção e propor alterações que melhorem o desempenho da manutenção gerando maior produtividade e confiabilidade nos ativos da empresa causando impacto na produção. Com a finalidade de minimizar as interrupções do processo produtivo devido a manutenções corretivas, este trabalho busca elaborar um planejamento e controle da manutenção inicial que atenda as especificidades de uma fábrica de alimentos animal, em relação aos maquinários que ali estão instalados. Baseado em amostras de gastos com manutenção foram verificados quais os maiores valores gastos durante um período para identificar quais equipamentos apresentaram o custo de manutenção mais elevado assim como as falhas mais frequentes na fábrica. A redução dos defeitos ocorre naturalmente, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, à medida que este vai tendo suas condições básicas e operacionais reestabelecidas. A manutenção desempenhada em uma fábrica com a gama de equipamentos constatado na empresa que serviu de base para este trabalho não deve focar apenas em um tipo de manutenção específico já que existe diversidade de ambientes e de regimes de trabalho dos equipamentos. Com diagnóstico de modos de falha bem determinado, identificação do melhor método de manutenção a ser aplicado em cada equipamento e organização e interação entre operação e manutenção são as bases de um plano de manutenção adequado.

Palavras-chave: Produção. Manutenção. Planejamento. Falhas. Custo.

MAINTENANCE AS IMPORTANT FACTOR IN INDUSTRIAL PRODUCTIVITY

Abstract

It is very important for organizations to understand the process of production and maintenance deviations that impact the company's productivity so that after this understanding is possible to describe the maintenance model used, identify gaps in the maintenance process and propose changes that improve the performance of maintenance generating higher productivity and reliability in the company's assets impacting the production. In order to minimize disruption of the production process due to corrective maintenance, this paper seeks to develop a planning and control of initial maintenance that meets the specifics of a pet food factory in relation to machines that are installed there. Based on samples of maintenance expenses which were recorded the largest amount spent during a period to identify which equipment showed the higher cost of maintenance as well as the most frequent failures in the factory. Reducing defects occurs naturally as a result of improvements made in the equipment, as it will with their basic operating conditions and re-established. The maintenance performed in a factory with the range of equipment found in the company that provided the basis for this work should not focus only on a specific maintenance as there is diversity of environments and equipment working arrangements. Diagnosed with well-defined failure modes, identifying the best maintenance method to be applied in each equipment and organization and interaction between operation and maintenance are the basis of a proper maintenance plan.

Keywords: Production. Maintenance. Planning. Failures. Cost.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção teve seu início marcado paralelamente com a revolução industrial substituindo o trabalho braçal e artesanal pela produção em escala e mecanizada. Na primeira guerra mundial teve papel fundamental nas estratégias de manter em funcionamento os armamentos de cada nação. Daí o principal objetivo e significado da manutenção, manter a funcionalidade. Sua velocidade de evolução é proporcional ao avanço dos equipamentos inventados e fabricados. A gama de maquinários e equipamentos existentes torna a manutenção tão específica quanto à quantidade dos mesmos, sendo necessário com isso o planejamento e estruturação de um plano de manutenção para garantir uma boa vida útil e melhor aproveitamento de cada máquina. (VIANA, 2002).

Já a função produção que pode ser entendida como atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Ao polir a pedra a fim de transformá-la em um utensílio mais eficaz, o homem pré-histórico estava executando uma atividade de produção. Nesse primeiro estágio, as ferramentas e os utensílios eram utilizados exclusivamente por quem os produzia, ou seja, não existia o comércio, mesmo que de troca ou escambo. (LAUGENI; MARTINS, 2005).

O entendimento da função produção é associado ao chão-de-fábrica que aborda temas relativos à fabricação de bens tangíveis, tais como: arranjo físico, processos de fabricação, planejamento e controle da produção, controle da qualidade, manutenção das instalações fabris, manuseio e armazenamento de materiais, produtividade da mão-de-obra direta que, como elementos da engenharia industrial, eram denominados Administração da Produção. (LAUGENI; MARTINS, 2005).

Atualmente a manutenção se tornou uma função estratégica dentro das organizações, pois é indispensável o pleno funcionamento dos maquinários para que a empresa atinja seus objetivos. Partindo deste princípio a manutenção deve ser tratada de forma estratégica com acompanhamento, monitoramento, intervenções e com diretrizes pré-estabelecidas voltadas para os resultados da organização. (KARDEC; NACIF, 2013).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Identificar na manutenção desvios que impactam na produtividade da empresa.

1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever o modelo de manutenção utilizado;
- Identificar falhas no processo de manutenção;
- Propor alterações que melhorem o desempenho da manutenção gerando produtividade e confiabilidade nos ativos da empresa causando impacto na produção.

1.2 Justificativa

A manutenção industrial é um conjunto de ações necessárias para manter ou restaurar equipamento, máquina ou sistema de forma a estabelecer uma condição operável objetivando a máxima vida útil do maquinário e evitar paradas na produção.

Em busca de competitividade e excelência operacional, a manutenção assume cada vez mais uma função estratégica nas organizações. Como ela é a responsável direta pela disponibilidade dos ativos, acaba tendo uma importância capital nos resultados da empresa sendo eles tão melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção.

É importante que as empresas busquem métodos eficazes com o intuito de maximizar o desempenho, superar a concorrência se mantendo competitiva no mercado.

Este tipo de análise busca um melhor desempenho industrial com foco na produtividade, qualidade e confiabilidade dos produtos e dos ativos de uma empresa tendo a manutenção como uma função estratégica que tem identificação direta com as funções atribuídas a um Engenheiro de Produção.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Contextualizando historicamente a manutenção

Com a Revolução Industrial no final do século XVIII, a sociedade começou a crescer, no tocante a sua capacidade de produzir bens de consumo. No século XX as revoluções foram várias, sendo comuns as ocorridas na área da tecnologia, cada vez mais rápidas e impactantes no modo de vida do homem (VIANA, 2002).

Por volta de 1990 surgem às primeiras técnicas de planejamento de serviços, Taylor e Fayol, e em seguida o gráfico de Gantt. No Entanto foi durante a Segunda Guerra Mundial que a manutenção se firmou como necessidade absoluta, quando houve então um fantástico desenvolvimento de técnicas de organização, planejamento e controle para tomada de decisão (VIANA, 2002, p. 2).

A manutenção Industrial surge com a aparição dos primeiros teares mecânicos no século XVI. Este período foi marcado pelo abandono do sistema artesanal. Os novos operários recebiam treinamento para manuseio e manutenção dos equipamentos. Esse treinamento era realizado pelos fabricantes dos equipamentos (MONKS, 1995).

No Brasil com a abertura dos portos na década de 1990, a indústria pátria se viu obrigada a buscar a qualidade total de seus produtos e serviços, aliada a um custo operacional capaz de permitir um maior poder de competição do produto nacional, com os estrangeiros que aportavam cada vez em maior número em nosso território (VIANA, 2002).

“A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento ou sistema pare de produzir somente de forma planejada” (KARDEC; RIBEIRO, 2002, p.17).

Uma instalação bem mantida, com baixíssimas interrupções, acaba por trazer à empresa uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes. É dentro desse enfoque que as empresas estão dedicando, cada vez mais, atenção ao assunto, procurando novas técnicas de aumento da confiabilidade melhorando a manutenção dos equipamentos.

“A manutenção, para ser estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização” (KARDEC; RIBEIRO, 2002, p.5).

O gerenciamento do processo enquanto melhoria contínua e envolvimento da mão-de-obra "inclui estratégias que visam desenvolver formas sistemáticas de garantir que a mão-de-obra esteja permanentemente comprometida com os consumidores - internos e externos" e, completa o autor, "entre as estratégias relacionadas à gestão da qualidade enquanto envolvimento da mão-de-obra está a manutenção produtiva total - TPM" (PALADINI, 2000, *apud* PECK, 2003, p. 27).

“Sob pressão, rapidamente visualizamos soluções para as dificuldades, e daí começamos a enxergar que não é suficiente se ter maquinário, rede de distribuição e sobrenome antigo para alcançar o sucesso” (VIANA, 2002, p.3).

2.2 Tipos de manutenção

São muitas as abordagens sobre os vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção. Observa-se, no entanto, com consenso a respeito das seguintes modalidades de manutenção: Corretiva; Preventiva; Preditiva; Manutenção Produtiva Total e manutenção Autônoma (VIANA, 2002).

2.2.1 Manutenção corretiva

A Manutenção Corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida” (VIANA, 2002, p.10).

“... manutenção corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente; se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores...” (VIANA, 2002, p. 10).

2.2.2 Manutenção preventiva

A Manutenção preventiva pode ser entendida como serviços efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha, desta forma proporcionando uma “tranquilidade” operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas (VIANA, 2002).

A manutenção preventiva consiste em executar uma série de trabalhos, como trocar peças e óleo, engraxar e limpar entre outros, segundo uma programação preestabelecida. Normalmente, os manuais de instalação e operação que acompanham os equipamentos fornecem as instruções sobre a manutenção preventiva, indicando a periodicidade com que determinados trabalhos devem, ser feitos. A manutenção preventiva exige, acima de tudo, muita disciplina (LAUGENI; MARTINS. 2005, p. 468).

Um dos fatos mais desagradáveis no cotidiano da produção é a pane inesperada, o que ocasiona além de interrupção no processo de fabricação, aumento dos custos de manutenção e também de produção. As preventivas reduzem bastante estas panes proporcionando controle sobre o funcionamento dos equipamentos (VIANA, 2002).

2.2.3 Manutenção preditiva

A Manutenção preditiva é conceituada como:

São tarefas de manutenção preditiva que visam acompanhar a máquina ou as peças por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha. O objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagens para inspeção, e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil (VIANA, 2002, p. 11).

Se for adotada a manutenção preditiva, a manutenção do equipamento só será realizada quando ele realmente precisar. Para isso, é recomendada a inspeção do equipamento com o auxílio de instrumentos ou sentidos humanos, comparando os valores obtidos com os mínimos recomendados, indicando assim quando os problemas potenciais irão acontecer. Decisões humanas são necessárias para estabelecer esses padrões a priori, de forma que a inspeção ou a detecção automática permita determinar quando o limite inferior tenha sido ultrapassado. (MIRSHAWKA, 1993 *apud* PECK, 2003).

A manutenção preditiva consiste em monitorar certo, parâmetro ou condições de equipamentos e instalações de modo a antecipar a identificação de um futuro problema. Assim, pela análise química do óleo de corte de uma máquina-ferramenta, podem-se detectar problemas de desgaste nas ferramentas de corte. Pela análise de fotos infravermelhas de um painel elétrico. Podem-se detectar pontos de superaquecimento que logo provocariam uma interrupção no fornecimento de energia elétrica. Para componentes críticos, como o eixo de uma turbina. A

monitoração das vibrações é feita em tempo real, com a utilização de sensores e softwares específicos que interpretam os dados colhidos transformando-os em informações gerenciáveis (LAUGENI; MARTINS, 2005).

2.2.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A manutenção produtiva pode ser entendida como a melhor aplicação dos diversos métodos de manutenção, visando otimizar os fatores econômicos da produção, garantindo a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos como o custo mais baixo. A manutenção produtiva abrange todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos, desde a sua especificação até o sucateamento, e levam em consideração os custos de manutenção e a produtividade do equipamento ao longo das etapas do seu ciclo de vida. A manutenção produtiva é uma "maneira de pensar", ao invés de um método de manutenção (XENOS, 1998 *apud* PECK, 2003).

A manutenção produtiva total vai bem além de uma forma de se fazer manutenção. É muito mais uma filosofia gerencial, atuando na forma organizacional, no comportamento das pessoas, na forma com que tratam os problemas, não só os de manutenção, mas todos os diretamente ligados ao processo produtivo (LAUGENI; MARTINS, 2005).

A manutenção produtiva total visa atingir o que se pode chamar de zero falha ou zero quebra. Isto é, atingir uma situação aparentemente impossível, de que nenhum equipamento venha a quebrar em operação.

Os três princípios fundamentais da manutenção produtiva total são:

- Melhoria das pessoas: sem o desenvolvimento, preparação e motivação das pessoas, é praticamente impossível atingir um nível adequado de aplicação da filosofia da manutenção produtiva total. Todos os programas iniciam-se com um treinamento do pessoal. A multifuncionalidade deverá ser atingida;
- Melhoria dos equipamentos: depois das pessoas, os equipamentos constituem o maior recurso de uma empresa. A teoria da manutenção produtiva total advoga que todos os equipamentos podem e devem ser melhorados, conseguindo-se grandes ganhos de produtividade. É falso supor que uma fábrica, para ser moderna e de alta produtividade, deve contar com equipamentos novos;

- Qualidade total: a TPM é parte integrante dos conceitos de qualidade total, já tão difundidos entre nós. A implantação de um programa de TPM deve caminhar paralelamente à implantação de um programa de melhoria da qualidade e da produtividade (LAUGENI; MARTINS 2005, p. 469).

Ao zerar cada uma das paradas do equipamento, o máximo rendimento operacional do equipamento será alcançado (MIRSHAWKA, 1994 *apud* PECK, 2003, p. 45).

Conforme descrito através da FIG. 01 os papéis e responsabilidades do pessoal de operação e manutenção na manutenção produtiva total.

FIGURA 01 - Os papéis e responsabilidades do pessoal de operação e manutenção na manutenção produtiva total.

	Pessoal de Manutenção	Pessoal de Operação
Papéis	Para desenvolver: - ações preventivas. - manutenções corretivas.	Para assumir: - domínio das instalações. - cuidado com as instalações.
Responsabilidades	Treinar os operadores. Planejar a prática de manutenção. Solução de problemas. Avaliar a prática operacional.	Operação correta. Manutenção preventiva de rotina. Manutenção preditiva de rotina. Detecção dos problemas.

Fonte: SLACK *et al.*, 2007, p.649.

2.2.5 Manutenção Autônoma

Permiti que o pessoal que opera ou usa os equipamentos da produção assuma a responsabilidade por pelo menos algumas das tarefas de manutenção. Também se deve encorajar o pessoal de manutenção a assumir a responsabilidade pela melhoria do desempenho de manutenção (SLACK *et al.*, 2007).

A manutenção autônoma é um passo adiante no envolvimento das áreas de produção e de manutenção, ou seja, ao relatar as anomalias ou executar as tarefas básicas de manutenção, incluindo alguns reparos mais simples nos equipamentos, o operador acaba desenvolvendo um maior interesse pelos seus equipamentos,

contribuindo para reduzir a distância entre a sua área e a da manutenção. Praticar a manutenção autônoma significa desenvolver um operador com alto nível de conhecimento sobre seu equipamento para que possa atuar como um sensor para detectar anomalias e relatá-las corretamente (XENOS, 1998 *apud* PECK, 2003).

2.3 Benefícios da manutenção correta

Manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm papel fundamental na produção de seus bens e serviços. É valioso considerar por que a produção se preocupa em cuidar de suas instalações de forma sistemática:

- Segurança melhorada. Instalações bem mantidas têm menor probabilidade de se comportar de forma não previsível ou não padronizada, ou falhar totalmente, e todas podem apresentar riscos para o pessoal.
- Confiabilidade aumentada. Permite alcançar menor tempo perdido com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, menos variação da taxa de produto gerado.
- Qualidade maior. Equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenho abaixo do padrão e causar problemas de qualidade.
- Custos de operação mais baixos. Muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente: veículos, por exemplo.
- Tempo de vida mais longo. Cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações, reduzindo os pequenos problemas na operação, cujo efeito cumulativo causa desgaste ou deterioração.
- Valor final mais alto. Instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão (SLACK *et al.*, 2007).

2.4 Organização e Codificação de Equipamentos

“Na indústria a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos torna-se necessária devido à implantação de controles setorizados, bem como para a atuação organizada da equipe de manutenção” (VIANA, 2002, p. 21).

A identificação é a base organizacional da manutenção, pois ela será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processos, e também de equipamentos para receber manutenção (FAYOL, 2007).

Identificar e codificar um equipamento tem como objetivo individualizá-lo para receber manutenção, bem como para o acompanhamento de sua vida útil, o seu histórico de quebras, intervenções, custos, etc. Estaremos, ao codificar, registrando o equipamento. Esta codificação será anexada ao equipamento por meio de placas de identificação resistentes com o objetivo de garantir sua rastreabilidade, seu histórico de manutenção e a fidelidade no que diz respeito a suas características técnicas. (VIANA, 2002)

2.5 Estratégias de Manutenção

A decisão de quais estratégias serão aplicadas no processo produtivo, é a base da política de manutenção. A política de manutenção da empresa vai além do que a escolha da forma de se efetuar intervenções em máquinas. As ferramentas que tornam possível o perfeito exercício da manutenção, as técnicas de planejamento, o perfil formativo do militante da área, os índices de qualidade e o sistema de gerenciamento formam as bases da estruturação da Manutenção Industrial de uma empresa. (VIANA, 2002)

2.5.1 Fatores de decisão da estratégia de manutenção

“Para formação da política de manutenção de uma empresa é necessário escolher que estratégia de manutenção será desempenhada nos equipamentos e para isso deve ser considerados alguns fatores essenciais” (VIANA, 2002, p. 17).

2.5.1.1 Recomendações do fabricante

“É necessário se ater ao que o projetista do equipamento nos diz sobre sua conservação, periodicidade de manutenção, os ajustes e calibrações, os procedimentos de correção de falhas, etc.” (VIANA, 2002, p. 17).

2.5.1.2 Segurança do trabalho e meio ambiente

“As exigências legais para manuseio de equipamentos devem ser observadas, bem como sua interação com o meio ambiente, objetivando sempre a integração perfeita entre Homem-Máquina-Meio Ambiente” (VIANA, 2002, p. 17).

2.5.1.3 Características do equipamento

Deve-se observar as características da falha, tempo médio entre falhas, vida mínima e modalidade de falha. As características do reparo devem ser também levadas em consideração, bem como o tempo médio de reparo, o tempo disponível após a pane antes que a produção seja afetada, e o nível de redundância (VIANA, 2002, p. 17).

2.5.1.4 Fator econômico

O custo de manutenção é composto dos custos de recursos humanos, de material, de interferência na produção e de perdas no processo. O custo de interferência na produção é o quanto deixaremos de produzir com o tempo de parada do sistema produtivo. O custo de recursos humanos e material é o quanto gastamos com HH, peças de reposição e outros itens consumidos na manutenção. O custo de perdas referentes aos refugos de produção e desperdício de insumos e matéria-prima devido a falhas no maquinário (VIANA, 2002).

2.5.2 Tipos de estratégias de manutenção

2.5.2.1 Simples corretiva

Consiste em efetuar o reparo depois da pane, usando o componente até a sua exaustão, arcando com os materiais e recursos humanos para intervenção não levando em consideração o custo de produção nem o elevado custo da manutenção desta modalidade (VIANA, 2002, p. 18).

2.5.2.2 Preventiva periódica

Agir preventivamente, procedendo à manutenção periodicamente, evitando assim a parada indesejável da produção. Neste caso o custo de manutenção será basicamente materiais e HH de manutenção (VIANA, 2002, p. 18).

2.5.2.3 Ação preditiva

Acompanhamento da condição dos instrumentos de produção, desta forma usando o componente em toda a sua vida útil possível, estendendo ao máximo o tempo da troca planejada. Não há desta forma perda de tempo de produção, mas os custos de manutenção serão altos, pois para o acompanhamento teremos que fazer uso de ferramentas e técnicas sofisticadas, mantendo-os sempre atualizadas (VIANA, 2002).

2.6 Planejamento e controle de manutenção

A Manutenção Industrial tem sido vista cada vez mais nas indústrias de ponta ou nos grandes conglomerados industriais como estratégica e um pilar fundamental para a competitividade das organizações. Na cadeia produtiva é fator de confiabilidade e de melhorias na produtividade, cumprindo sua função de confiabilidade, mantendo as condições ideais dos equipamentos, modernizando e ou otimizando as instalações industriais. Assim a gestão da manutenção passa a ser foco de destaques nas empresas, refletindo nas estruturas hierárquicas, onde há uma variação enorme na forma da manutenção se inserir. De qualquer maneira, cada vez mais a hierarquia fica menos importante e a manutenção deve ser flexível e veloz o bastante para atender as exigências a que está submetida. Para uma administração eficaz, velocidade e flexibilidade são palavras chaves, para uma gestão focada em resultados. A manutenção deve refletir na maneira de sua gestão a visão dos resultados finais do negócio em que está inserida, não sendo um fim em si mesma, ou seja, suas prioridades são as prioridades do negócio para o qual ela trabalha (GIOVANNI, 2004).

É razoável deduzir que a manutenção passa a ter cada vez mais uma função estratégica no contexto empresarial, como alavanca na competitividade dos

negócios em que está inserida. Uma boa estratégia de manutenção deve conter os seguintes pontos importantes:

- 1) Contexto operacional do negócio em que está inserida, considerando fortemente os desejos do cliente final da empresa, os requisitos das instalações em confiabilidade para atender a este mercado.
- 2) Visão de curto, médio e longo prazos para as práticas de manutenção.
- 3) Práticas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente adequadas de forma a assegurar o desenvolvimento sustentado das práticas operacionais.
- 4) Identificação seletiva nas instalações, determinando qual a importância de cada equipamento do ponto de vista operacional (impacto na produção) e as práticas de saúde segurança e meio ambiente.
- 5) Definição do tipo de manutenção aplicada em cada equipamento e sua respectiva confiabilidade requerida (GIOVANNI, 2004).

Na manutenção assim como na vida, o processo de planejamento é de fundamental valor para lograr êxitos e atingir metas propostas de forma estruturada e segura, garantindo o melhor aproveitamento dos recursos nas melhores condições possíveis. É verdade que a qualidade do planejamento pode variar bastante e disto depende do que se busca em termos de resultado e da competência das pessoas que estão desenvolvendo esta ferramenta. Em toda boa estratégia de manutenção, o custo e a qualidade são objetivos primordiais a serem alcançados nos melhores padrões (GIOVANNI, 2004).

2.7 Análise de Modos de Falha (FMEA)

O FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Análise do Modo e Efeitos de Falhas) é uma técnica analítica utilizada como uma maneira de garantir que, até a extensão possível, os modos potenciais de falha e suas causas/mecanismos, associados tenham sido considerados e localizados. Na sua forma mais rigorosa, o FMEA é um sumário do conhecimento do engenheiro/time (incluindo uma análise de itens que poderiam falhar baseado na experiência e em assuntos passados) de como um produto ou processo é desenvolvido. Esta abordagem sistemática confronta e formaliza a disciplina mental que um engenheiro passa em qualquer processo de planejamento de manufatura (SAKURADA, 2001).

Pode-se então definir Modo de Falha como sendo: “a forma do defeito”, “maneira na qual o defeito se apresenta”, “maneira com que o item falha ou deixa de apresentar o resultado desejado ou esperado”, “é um estado anormal de trabalho, a maneira que o componente em estudo deixa de executar a sua função ou desobedece às especificações” (SAKURADA, 2001, p. 3).

“O modo de falha é uma propriedade inerente a cada item, visto que cada item tem suas características particulares como função, ambiente de trabalho, materiais, fabricação e qualidade” (SAKURADA, 2001, p. 4).

O FMEA é um método qualitativo que estuda os possíveis modos de falha dos componentes, sistemas, projetos e processos e os respectivos efeitos gerados por esses modos de falha. O modo de falha é a expressão utilizada para caracterizar o processo e o mecanismo de falha que ocorre nos itens. O efeito é maneira como o modo de falha se manifesta. Cada item pode ter diferentes modos de falha. Um determinado modo de falha vai se tornar mais ou menos evidente, dependendo da função que o item está desempenhando naquele caso específico. O efeito, por sua vez, segue a mesma sistemática (SAKURADA, 2001).

Os principais objetivos da FMEA são: revisão dos modos de falha de um componente para garantir danos mínimos ao sistema; determinação dos efeitos que tais falhas terão em outros componentes do sistema; determinação dos componentes cujas falhas teriam efeito crítico na operação do sistema; cálculo de probabilidade das falhas.

2.8 5S para organização da fábrica e equipes de trabalho

Um dos aspectos que mais chamam a atenção de qualquer pessoa quando visita uma fábrica ou mesmo no escritório é seu estado de limpeza, organização, ordem e asseio. As organizações são organismos vivos e como tal estão sofrendo constantes adaptações ao meio ambiente.

“Esse movimento, que mais cedo ou mais tarde acabará chegando a todas as empresas, é denominado housekeeping que pode ser traduzido por algo como limpeza da casa” (LAUGENI; MARTINS, 2005, p. 463).

A forma de se fazer o housekeeping é pela utilização sistemática dos 5S, que são cinco palavras da língua japonesa:

- Senso de Utilização (Seiri) - retirar do local de trabalho todo objeto e equipamento em duplicidade, ferramentas quebradas ou de utilização esporádica, guardando-as em local adequado.
- Senso de Limpeza (Seiso) - Para-se o equipamento e realiza-se uma grande limpeza, a finalidade é melhorar as condições de trabalho e do visual. Como regras básicas pode-se adotar: limpeza de armários, esvaziar recipientes de lixo, limpeza externa do equipamento, etc..
- Senso de Ordenação (Seiton) - faz as equipes de trabalho visualizem os ganhos com a técnica dos 5S. Aqui se deve demarcar o posicionamento de bancadas, quadro de ferramentas, carrinhos de transporte, recipientes para lixo, etc.
- Senso de Saúde (Seiketsu) - visa à conservação da higiene pessoal e do local de trabalho.
- Senso de Autodisciplina (Shitsuke) - significa manter, de forma disciplinada, tudo o que leva à melhoria do local de trabalho, da qualidade e da segurança do colaborador. Significa usar, de forma disciplinada, os equipamentos de proteção contra acidente no trabalho, andar uniformizado, portando o respectivo crachá e, evidentemente, manter limpo, organizado e asseado o local de trabalho. (LAUGENI; MARTINS, 2005)

2.9 O Benchmarking de Manutenção

O benchmarking é um processo que avalia os desempenhos da empresa perante os líderes de mercado. Geralmente, são avaliados custos unitários, tempos por peça, retorno do investimento, indicadores de produtividade e outros elementos que possam ser devidamente comparados (LAUGENI; MARTINS, 2005, p. 507).

A partir dos níveis identificados, pode ser comparada com índices equivalentes de outras empresas. Após as comparações realizadas, podemos planejar níveis a serem atingidos, tanto a curto quanto à longo prazo. Feito o planejamento com a fixação de objetivos, resta iniciar à ação, introduzindo as melhorias propostas, fazendo as verificações necessárias, bem como às novas medidas e assim sucessivamente (KARDEC; NACIF, 2013).

Benchmarking interno é uma comparação entre operações ou partes de operações que estão dentro da mesma organização. Por exemplo, uma grande manufatura de veículos com diversas fábricas pode escolher fazer o benchmarking de cada fábrica em relação às outras (SLACK *et al.*, 2007, p. 596).

Benchmarking externo é uma comparação entre uma operação e outras operações que são partes de diferentes organizações. Benchmarking não competitivo é o benchmarking contra organizações externas que não concorrem diretamente nos mesmos mercados (SLACK *et al.*, 2007).

O benchmarking preocupa-se, entre outras coisas, em ver de que forma vai à operação. Pode ser visto, portanto, como uma abordagem para o estabelecimento realístico de padrões de desempenho. Também se preocupa com a pesquisa de novas ideias e práticas, que podem ser aptas para serem copiadas ou adaptadas. Por exemplo, um banco pode aprender com um supermercado como lidar com flutuações de demanda ao longo do dia (SLACK *et al.*, 2007).

2.10 Perfil da Empresa

A empresa alvo deste estudo teve origem em 1995 na cidade de Rio Pomba no centro de um polo de produção de tecnologia em nutrição animal. É uma empresa oriunda da visão de um veterinário, quanto à necessidade de criação de produtos com alta tecnologia em nutrição animal, mas com um custo compatível à produção pecuária da Zona da Mata Mineira. Gera cerca de 240 empregos diretos e centenas de indiretos. Possui ainda, em seu quadro de funcionários, profissionais especializados (administradores, agrônomos, engenheiros de alimentos, veterinários, zootecnistas, pós-graduados em nutrição de animais de estimação, pós-graduados em qualidade de alimentos, mestrandos em nutrição animal, entre outros), que estão continuamente sendo treinados.

A constante preocupação com tecnologia, garantia da qualidade, pesquisa, uso de novos ingredientes, desenvolvimento de novos produtos e testes de desempenho com animais, fez com que a empresa buscasse profissionais de empresas de grande porte da área de nutrição animal do país.

2.11 Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa foi baseada em análise de gastos com manutenção no período um mês, classificado como normal já que para este tipo de empresa, de nutrição animal, existe uma sazonalidade de vendas devido à época da seca e a época das águas, que impacta diretamente na produção e por sua vez nos gastos com manutenção.

Com estes dados foram verificados quais foram os maiores valores gastos durante o período para identificar quais equipamentos apresentaram o custo de manutenção mais elevado.

Com o diagnóstico concluído foram obtidas informações também sobre quais equipamentos apresentam maiores frequências de falhas e com isso identificado qual a melhor manutenção a ser implantada em cada um deles.

2.12 Processo Produtivo

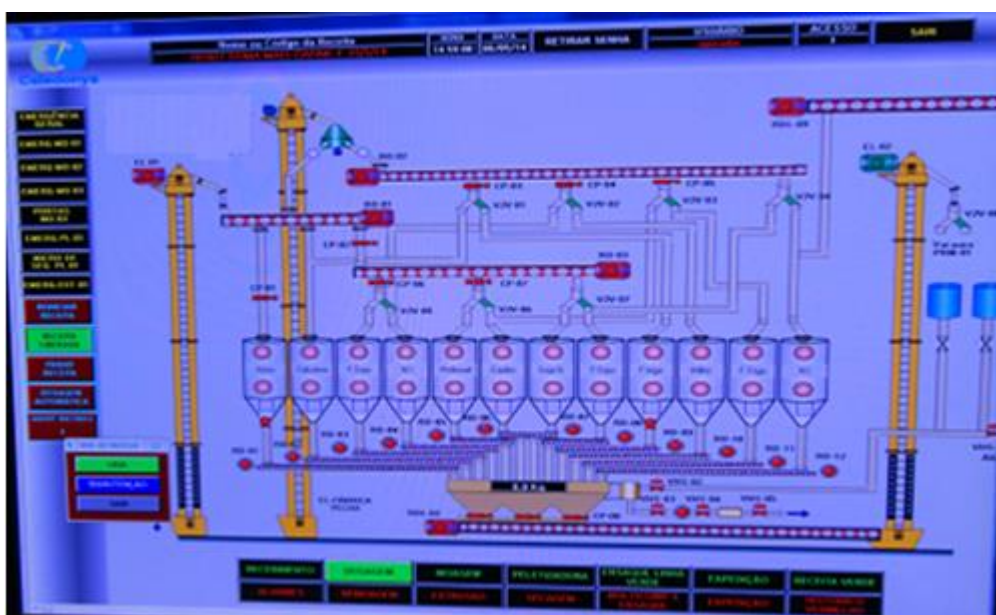
A empresa conta com três linhas de produção. A Linha Verde que só utiliza matéria prima vegetal e mineral; a Linha Vermelha que utiliza matéria prima vegetal e animal; e a linha PET destinada a animais domésticos com rações pré-cozidas. As linhas se diferenciam devido ao tipo de matéria prima utilizada conforme rege norma de Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) baseada na legislação vigente (ANVISA) Portaria nº 368/97. O Manual de Boas Práticas e o Procedimento Padrão de Higiene Operacional é obrigatório pela legislação brasileira para todas as indústrias e estabelecimentos de alimentos, e estão pautados nas Portarias nº. 1428/93, 326/97, 368/97, Portaria CVS nº. 6/99 e nas Resoluções da Direção Colegiada RDC nº. 275/2002 e 216/2004.

2.12.1 Linha verde

É uma linha de produção que conta com sistema produtivo parcialmente automatizado e informatizado onde o operador seleciona o produto e quantidade a ser produzida. Depois de selecionados, as pesagens e misturas de matérias primas são autorizadas pelo operador através do supervisor.

Conforme ilustrado na FIG. 2 o sistema supervisório da linha verde tem um desempenho tecnológico que pode ser melhorado devido aos constantes travamentos do sistema o que acarreta a atrasos devido ao reset do sistema.

FIGURA 02 - Supervisório Linha Verde



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Na FIG. 3 podemos observar o grande porte dos maquinários e equipamentos da fábrica o que dificulta alguns acessos para intervenções.

Algumas rações, devido a características de melhor aproveitamento pelo animal, necessitam ser peletizadas (transformadas em grãos) por um processo denominado peletização no qual se utiliza vapor gerado por uma caldeira que irá dentro de uma matriz, transformar o farelo agora humedecido de ração em grãos de ração.

FIGURA 03 - Equipamentos Linha Verde



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Nesta linha de produção somente são usadas matérias primas de origem vegetal conforme especifica norma alimentícia de gêneros destinados para bovinos e equinos.

2.12.2 Linha vermelha

Nesta linha de produção os equipamentos são parcialmente automatizados, porém a operação dos mesmos não é informatizada e sim através de painéis de comando. Com isso a produção é mais lenta, devido ao fato de o processo de dosagem e misturas de matérias primas dependerem do desempenho do operador em acionar cada equipamento do processo.

As matérias primas processadas nesta linha de produção contém origem animal e podem ser citados, por exemplo, o farelo de carne, o farelo de osso. A destinação deste tipo de ração é basicamente para suínos e aves.

2.12.3 Linha PET

A linha ilustrada na FIG. 04 é direcionada para alimentação de gatos, cães e peixes. Tem uma variedade muito grande de produtos e o seu pré-cozimento é o diferencial.

FIGURA 04 - Equipamentos Linha PET



Fonte: PRÓPRIO AUTOR
Acesso em 20-05-2014

A linha PET conta um maquinário mais sofisticado no que diz respeito à coloração da ração e também nos aromatizantes que são responsáveis pela atratividade da ração para os animais. A operação dos equipamentos é também através de painéis de comando com o diferencial de que estes painéis são mais sofisticados com Interface Homem Máquina onde são feitos os ajustes do maquinário.

2.13 Análise das Manutenções Aplicadas e Equipamentos

A manutenção deve ser abordada levando-se em consideração os maquinários, o sistema produtivo e as características dos ambientes em que estes estão inseridos. Não observar atentamente estes itens pode comprometer o

desempenho dos equipamentos e também a eficiência da manutenção aplicada na empresa.

2.13.1 Tipos de manutenção desempenhada na empresa

A empresa conta com duas equipes de manutenção que são da área elétrica e mecânica. A manutenção da empresa é dividida em corretiva e preventiva sendo que a parte que esta sendo desempenhada de forma preventiva fica somente com lubrificações, limpezas. Vale ressaltar que a equipe de manutenção também atua na implantação de novos maquinários e equipamentos em caso de ampliações. O comunicado de um problema é feito através do cadastramento de uma ordem de serviço que é encaminhada para o supervisor de manutenção e este, por sua vez solicita intervenção da equipe de manutenção adequada.

2.13.2 Levantamento dos equipamentos da empresa

A empresa tem um bom processo de identificação em seus equipamentos que vai desde uma máquina de datar, até um elevador ou silo que são equipamentos de maior porte. Este catálogo de identificação dos equipamentos é de extrema importância na identificação dos mesmos e também para a criação de controles de intervenções de cada um deles. Conforme TAB. 01 podemos visualizar exemplos de identificação dos equipamentos e maquinários:

TABELA 01 – Identificação dos equipamentos

Descrição do Equipamento	Sigla do Equipamento
ROSCA TRANSPORTADORA	RO-03
BALANÇA FILIZOLA	BL-02
COMPORTA PNEUMATICA	CP-07
COMPORTA PNEUMATICA DUPLA	CP-01
COMPORTA PNEUMATICA	CP-13
COMPORTA PNEUMATICA	CP-18
MISTURADOR VERTICAL	MV-001

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

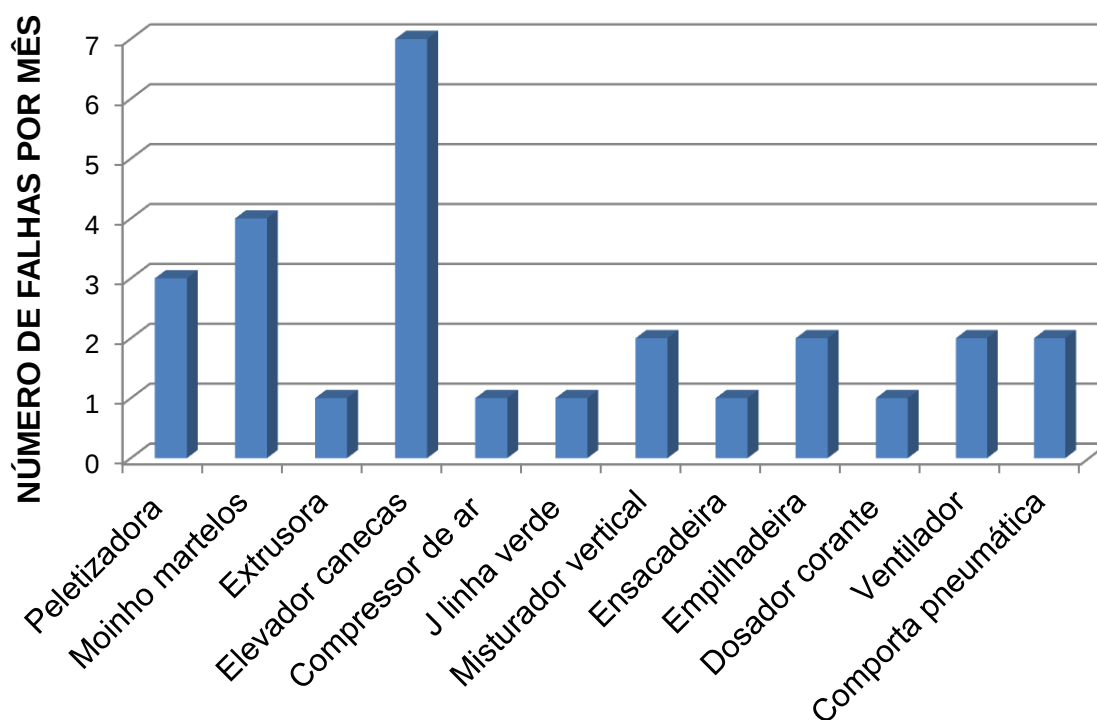
2.13.3 Diagnóstico de falhas

Devido toda e qualquer atuação da equipe de manutenção e gastos com a mesma serem digitados no sistema, esses dados servem de base para diagnósticos importantes.

As informações e dados estatísticos de várias máquinas idênticas demonstram que estes equipamentos seguem um padrão de comportamento e que este padrão será sempre o mesmo se as condições permanecerem as mesmas. Um programa de planejamento e controle de manutenção que não considere as características dos equipamentos e o mecanismo da ocorrência da falha nas instalações e suas particularidades jamais obterá êxito por completo em suas atuações (BRANCO, 2006).

Baseado em relatórios que já são gerados pela empresa foram detectados conforme GRAF. 01, os equipamentos que apresentam a maior frequência de falhas.

GRÁFICO 01 – Gráfico representando o número de falhas por equipamento ao mês.



TIPO DE EQUIPAMENTO

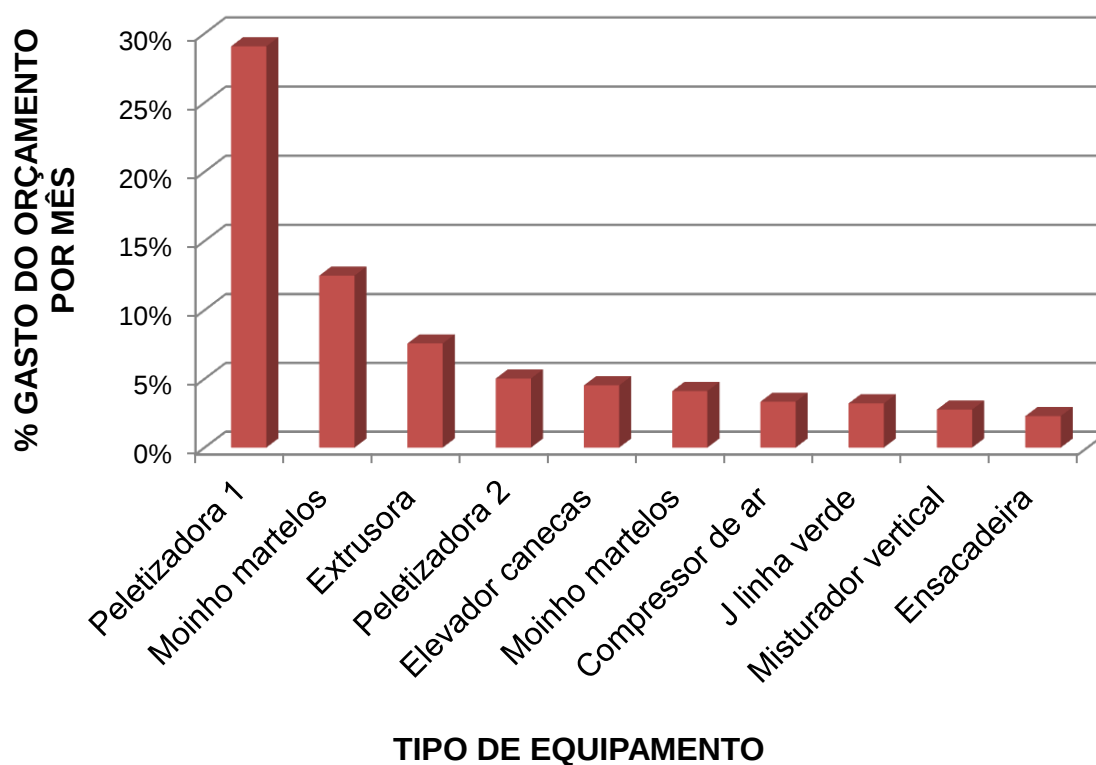
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

As frequentes falhas destes equipamentos ocorrem devido a fatores que variam desde falta de manutenção preventiva, como também o não cumprimento de

algumas instruções de instalação dos equipamentos, seja pela equipe de manutenção ou pela própria equipe de operação. Equipamentos evidenciados como o moinho de martelos, elevadores de caneca e peletizadoras apresentam maior frequência de falhas devido a sua natureza de alto esforço mecânico atingindo o valor de 14 falhas em um mês. São equipamentos que necessitam de ajustes e inspeções mais frequentes para identificar indícios de que estão próximos de uma falha.

Também foram identificadas no GRAF. 02, em quais equipamentos as falhas mais impactam nos valores gastos com manutenção.

GRÁFICO 2 – Gráfico representando % do total de R\$ gasto com manutenção por equipamento.



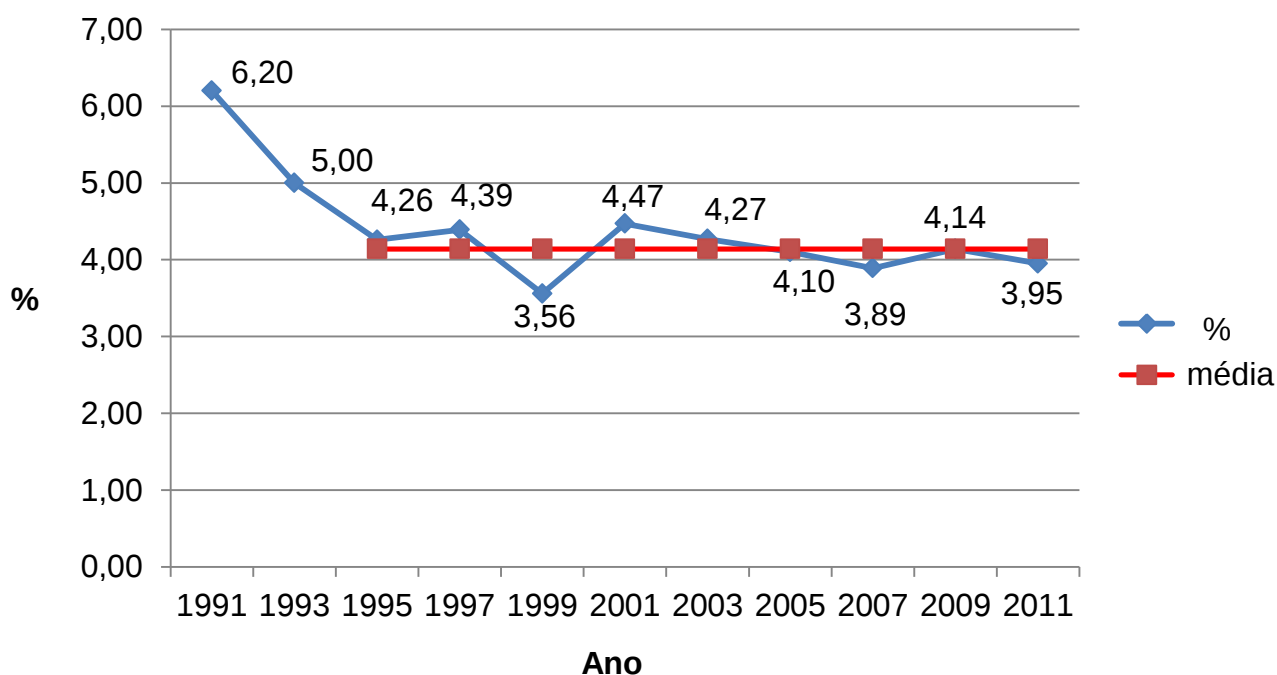
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Com estes dados é possível detectar no caso da empresa que a falta de manutenção preventiva em equipamentos como as unidades peletizadoras, extrusora e moinhos de martelos, são a maior causa de gastos chegando a 64,82% do orçamento em manutenção do mês avaliado.

O custo de manutenção no Brasil em relação ao faturamento bruto ao longo do tempo apontado no GRAF. 03, caminha de uma maneira geral para uma

estabilização e, portanto precisamos passar a buscar não o menor custo, mas, sim, o melhor custo. (KARDEC; NACIF, 2013).

GRÁFICO 03 – Gráfico Custo de Manutenção em Relação ao Faturamento Bruto (%) Brasil



Fonte: KARDEC; NASCIF, 2011, p. 24.

O custo médio de manutenção em relação ao faturamento bruto no Brasil é em torno de 4,11% em média. Esta análise engloba um período entre 1991 e 2011 o que já indica para a empresa uma margem de custo que ela deve buscar.

2.14 Discussão dos Resultados

É indispensável para empresa efetuar o levantamento dos equipamentos que tem seu desgaste proporcional a quantidade de toneladas por ele processada e de posse desses dados elaborar um cronograma inicial de manutenção preditiva.

Aos demais equipamentos da fábrica fazer o mesmo cronograma, porém observando as especificações e instruções do fabricante garantindo com isso uma manutenção preventiva. Assim a fábrica terá além de um controle melhor a certeza de que seus equipamentos estão funcionando de acordo com a garantia do fabricante.

É importante que se faça a Análise de Modos de Falha (FMEA) dos equipamentos para saber qual o impacto cada maquinário acarretará ao processo produtivo caso ocorra alguma falha transitória ou permanente. Isso deve ser diagnosticado, pois existe a possibilidade de um maquinário que não tem um custo de manutenção elevado e que também não apresenta frequentes falhas passar despercebido pelo programa de manutenção ocasionando parada e prejuízo do processo produtivo da empresa caso sua falha venha a ocorrer.

Como a empresa já possui a identificação de cada equipamento se torna fácil a criação de formulários de intervenção. Este controle pode ser implantado no sistema de manutenção informatizado já existente na empresa.

A redução dos defeitos ocorre naturalmente, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, à medida que este vai tendo suas condições básicas e operacionais reestabelecidas.

Por fim deve ser efetuado pela empresa treinamentos com os operadores dos maquinários, e depois de treinados a implantação de Check-List específico de cada equipamento para observação e testes preliminares antes de iniciar os trabalhos. Isso é o princípio básico de que a manutenção autônoma inicia-se pelo operador da máquina e este é quem será o responsável por apontar os principais sintomas de uma futura falha.

3 CONCLUSÃO

A manutenção desempenhada em uma fábrica com a gama de equipamentos conforme constatado na empresa que serviu de base para este trabalho não pode ser focada apenas em um tipo de manutenção específico, já que existe diversidade de ambientes e de regime de trabalho dos equipamentos.

Por isso para os equipamentos de maior porte e regimes de trabalho mais desgastantes como é o caso dos equipamentos como moinho de martelos, peletizadora, extrusora e elevadores de caneca podem ser contemplados com um programa de manutenção autônomo, onde o operador através de formulário específico do maquinário irá analisar no seu cotidiano os itens que evidenciam o perfeito estado do maquinário no que diz respeito às partes que sofrem maior desgaste. E também serão contemplados no programa de manutenção preventiva que irá efetuar toda a observação das recomendações do fabricante do equipamento.

Equipamentos mais simples com menor incidência de falhas podem ser contemplados com a manutenção preventiva e se ocorrer alguma falha eventual contemplados também com a manutenção corretiva.

É importante que se faça a Análise de Modos de Falha (FMEA) dos equipamentos para saber qual o impacto cada maquinário acarretará ao processo produtivo caso ocorra alguma falha.

Paralelo às alterações sugeridas nos processos de manutenção e também de operação deve ser efetuado um levantamento das atribuições e técnicas necessárias para que os operadores e gestores possam desempenhar suas funções de operação, manutenção e controle de forma adequada e providenciar treinamentos além dos que a legislação exige de forma a aperfeiçoar as técnicas de execução e análises de equipamentos e inspeções que serão necessários.

A empresa deve buscar no mercado em que está inserida, referências e níveis de performances reconhecidos como padrões de excelências, iniciando assim um processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos para ajudar a melhorar suas atividades e resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, GIL F. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006. 148p.

FAYOL, HENRI. **Administração industrial e geral**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 138 p.

GIOVANINI, JOÃO C. **Manutenção Industrial**. Santa Luzia: SENAI CFP/JCG 2004.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – Função estratégica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 413 p.

KARDEC, A.; RIBEIRO H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. 1.ed. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002. 117 p.

MARTINS, PETRONIO G.; LAUGENI, FERNANDO P. **Administração da Produção**. 2.ed São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

XENOS, H.G.P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998 *apud* PECK, CELSO A. **Manutenção Produtiva Total – Método PMRI**. Florianópolis: Eng. Produção/UFSC, Dissertação de Mestrado, 2003. 181p.

PECK, CELSO A. **Manutenção Produtiva Total – Método PMRI**. Florianópolis: Eng. Produção/UFSC, Dissertação de Mestrado, 2003. 181p.

SAKURADA, EDUARDO Y. **As técnicas de Análise do Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, Dissertação de mestrado, 2001.

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. **Administração da produção**. 2. ed São Paulo: Atlas, 2007. 747p.

SOMA ALIMENTOS EIRELI LTDA. Disponível em:
<<http://www.somaalimentos.com.br/empresa.html>>
Acesso em 20 de maio de 2014

VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle de Manutenção**. 1.ed Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 167 p.