

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA UM MOINHO DE UMA FÁBRICA DE RAÇÃO

Felipe Reis Albuquerque (UNIUBE)
ferealb@hotmail.com

Lucas Augusto Mota (UNIUBE)
lucas.mota@edu.uniube.br

Rodrigo Moresco (UNIUBE)
digo_moresco@hotmail.com

Wagner Cardoso(UNIUBE)
wagner.cardoso@uniube.br

RESUMO

A competitividade do mercado exige que as empresas busquem a excelência, que se aprimorem, inovem, invistam em seus colaboradores para melhorar seus processos, reduzam custos e maximizem produtividade a fim de manter sua fatia de mercado. Diante disso, a manutenção adquire nessa busca pela melhoria contínua um papel importante, já que deve se encarar tal departamento não mais como atividades secundárias e sem elaborado planejamento, e sim como uma mudança cultural a fim de se agregar novas práticas. Dessa forma, objetivo desse trabalho é desenvolver um plano de manutenção preventiva a fim de evitar quebras e manutenção corretiva, propondo a implantação de um programa de manutenção preventiva para um moinho de martelo de alta rotação de uma fábrica de ração para aves, localizada em Uberaba – MG, onde serão apresentados um conjunto de ações planejadas que incluem o plano de manutenção, controle de histórico da vida útil e indicadores de manutenção desse equipamento. Para a elaboração deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica em livros relacionados, estudo de artigos e estudos de caso, com o objetivo de alcançar um maior conhecimento teórico e técnico sobre o assunto.

Palavras-chave: manutenção estratégica, planejamento, manutenção preventiva.

PROPOSED ESTABLISHMENT OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR A MILL OF A FEED FACTORY

ABSTRACT

The competitiveness of the market requires companies to seek excellence that to improve themselves, innovate, invest in its employees to improve their processes, reduce costs and maximize productivity in order to maintain its market share. Therefore, the maintenance takes this quest for continuous improvement an important role, as it should be envisaged such department no longer as secondary activities and without elaborate planning, but as a cultural change in order to add new practices. Thus, objective of this work is to develop a preventive maintenance plan to prevent breakage and corrective maintenance, proposing the implementation of a preventive maintenance program for a hammer mill high rotation of a feed mill for poultry, located in Uberaba - MG, which will be presented a set of planned actions that include the maintenance plan, historical control life and maintenance indicators such equipment. For the preparation of this work was carried out in literature related books, study articles and case studies, in order to achieve a greater theoretical and technical knowledge of the subject.

Keywords: strategic maintenance, planning, preventive maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a competitividade do mercado exige que as empresas busquem a excelência. Para isso, é necessário que se aprimorem, inovem, invistam em seus colaboradores para melhorar seus processos, reduzam custos e maximizem produtividade a fim de manter sua fatia de mercado.

Diante disso, a manutenção adquire nessa busca pela melhoria contínua um papel de extrema importância, uma vez que o aumento da lucratividade depende da total disponibilidade dos equipamentos, haja visto que a falha ou quebra dos mesmos comprometem a produção, acarretando em perdas na produtividade e redução da fatia de mercado. Deve se encarar tal departamento não mais como atividades secundárias e sem elaborado planejamento, e sim como uma mudança cultural afim de se agregar novas práticas, ou seja, de caráter estratégico.

É fundamental observar que a manutenção é analisada a partir do ponto em que o nível de criticidade dos equipamentos são identificados, dando início ao planejamento. É necessário analisar os equipamentos em níveis (A – críticos, B – importantes e C – auxiliares) quanto a sua importância e relevância para o processo em si.

Em seguida, será abordado a manutenção preventiva em um dos equipamentos Classe A de uma fábrica de ração de uma indústria avícola, a fim de melhorar os processos de manutenção, evitando quebras e falhas (manutenções corretiva não-planejadas).

Sendo assim, a escolha desse projeto se deu ao fato, primeiramente, pela empresa parceira estar relacionada ao ramo de alimentação, visto que o setor é muito importante e sempre promissor, com boas perspectivas e potencial para crescimento. Em segundo, não menos importante, o conhecimento do processo da indústria por parte dos integrantes da equipe contribuiu também para escolha desse tema.

O problema em questão compreende uma das máquinas do processo de fabricação de ração. Tal máquina consiste no moinho de martelo de alta rotação, onde a quebra dessa máquina compromete toda a produção, não bastando ainda, compromete a qualidade final da ração que será utilizada na alimentação das aves. Dessa forma, deve-se indagar como proceder para melhorar a disponibilidade do equipamento. A resposta é a proposição de implantação de um programa de manutenção preventiva.

Dessa forma, objetivo do trabalho é desenvolver um plano de manutenção preventiva a fim de evitar quebras e manutenção corretiva.

Sendo mais específico, o objetivo é propor a implantação de um programa de manutenção preventiva em um moinho de martelo de alta rotação de uma fábrica de ração para aves, onde será apresentado um conjunto de ações planejadas que vão desde planos de manutenção até indicadores de manutenção desse equipamento.

A atual e crescente demanda do mercado por produtos com garantia de qualidade e boa procedência faz com que as empresas, principalmente do setor alimentício, se adequem às normas internacionais, alcançando títulos e certificações que são exigidos por esse mesmo mercado e seus participantes (consumidores, fornecedores e até concorrentes).

Em uma esfera mais prática, nossos clientes, que são pecuaristas filiados à uma indústria avícola da região de Uberaba-MG, necessitam de uma ração de qualidade, com rigoroso controle de nutrientes para cada etapa de desenvolvimento da ave e principalmente, no prazo correto, visto que o animal se privado da alimentação, mesmo que temporariamente, sofre consequências seríssimas em seu desenvolvimento.

Diante dessa necessidade, o processo de fabricação da ração não pode ser comprometido. E por isso, uma das máquinas cruciais para o processo, o moinho de martelo de alta rotação, se quebrado, interrompe o fluxo do processo, já que toda ração utiliza ingredientes que devem ser moídos, como por exemplo, o milho. Desse modo, deve se preparar um plano de manutenção preventiva a fim de evitar ao máximo quebras e paradas para não comprometer a produção de ração.

Para a elaboração deste trabalho foi realizada, inicialmente, pesquisa bibliográfica em livros relacionados, estudo de artigos e estudos de caso, com o objetivo de alcançar um maior conhecimento técnico sobre o assunto. Com o mesmo objetivo, houve pesquisas na Internet. Também foram estudados e vivenciados casos práticos em uma indústria avícola, onde ocorreram coletas de dados para suas respectivas análises, assim como os resultados nos quais é feita a contextualização da teoria à prática.

A metodologia da pesquisa deste trabalho está classificado como uma pesquisa exploratória, já que procurou-se entender o processo de manutenção existente na fábrica, estabelecendo um ponto inicial para formular o plano de manutenção que

pudesse auxiliar na redução de manutenções corretivas, elaborando o estudo de caso vivenciado na própria fábrica (pesquisa-ação) (GIL, 2002).

2. MANUTENÇÃO

A manutenção é formada por um conjunto de ações que ajudam no bom e correto funcionamento de algo, como por exemplo, a manutenção das máquinas de um avião. O termo manutenção também pode estar relacionado com a conservação periódica, ou seja, com os cuidados e consertos que são feitos entre determinados períodos de tempo com o intuito de preservar, como por exemplo, a manutenção de um patrimônio histórico. A manutenção tem o intuito de reparar ou repor algo que está estragado ou que não funciona corretamente, consertando para que volte a desenvolver a função requerida inicialmente (KARDEC e NASCIF, 2009).

2.1 História da manutenção

A partir da década de 30, a manutenção sofreu diversas transformações ao longo dos anos, podendo ser apresentada em três gerações. A primeira geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados (KARDEC; NASCIF, 2009).

Junto a tudo isso, devido à conjuntura econômica da época, a produtividade não era a prioridade. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era fundamentalmente corretiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a segunda geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu sensivelmente. Este período teve como consequência, um forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais.

Começa a evidenciar a necessidade de uma maior disponibilidade, de acordo com Kardec e Nascif (2009), bem como maior confiabilidade, tudo isso na busca da maior produtividade; a indústria estava bastante dependente do bom funcionamento

das máquinas. Isto gerou uma conclusão de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva.

O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle da manutenção que, hoje, são parte integrante da manutenção moderna (KARDEC; NASCIF, 2009).

Finalmente, a quantidade de capital investido em itens físicos, juntamente com o nítido aumento do custo deste capital, levaram as pessoas a começarem a buscar alternativas para aumentar a vida útil dos equipamentos (KARDEC; NASCIF, 2009).

Na terceira geração, a partir da década de 70 acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. A paralisação da produção, que sempre diminui a capacidade de produção aumentou os custos e afetou a qualidade dos produtos, era uma preocupação generalizada. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de se utilizar sistemas “*just-in-time*”, onde estoques reduzidos para a produção em andamento significavam que pequenas pausas na produção/entrega naquele momento poderiam paralisar a fábrica (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo Branco Filho (2008, p. 52), nos anos de 1970 a 1980 foi introduzido o conceito de que o ciclo de vida de um equipamento deveria ser controlado e maximizado. As definições assumidas nos projetos devem ser verificadas e acompanhadas na montagem, nos testes de funcionamento, na partida e durante a vida útil do equipamento.

Cada vez mais, as falhas provocam sérias consequências na segurança e no meio ambiente, em um momento em que os padrões de exigências nessas áreas estão aumentando rapidamente. Em alguns lugares do mundo, existe um cenário em que ou as empresas satisfazem as expectativas de segurança e de preservação ambiental, ou poderão ser impedidas de funcionar. Na terceira geração reforçou-se o conceito da manutenção preditiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.2 Manutenção estratégica

A manutenção para ser estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É necessário, acima de tudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou

instalação tão rápido quanto possível mas é preciso, principalmente manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção ou não fornecimento de um serviço (KARDEC et al., 2002, p. 5).

De acordo com Kardec et al., (2002, p. 5), “para definir a situação atual e as metas que explicitam a visão de futuro, o ideal é a adoção do processo de *benchmarking*.”

“*Benchmarking*” pode ser definido como sendo o “processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos excelentes de organizações, de qualquer lugar do mundo, para ajudar uma organização a melhorar sua performance” (KARDEC et al., 2002).

“*Benchmark*” é uma medida, uma referência, um nível de performance, reconhecido como padrão de excelência para um processo de negócio específico (KARDEC et al., 2002).

2.3 Métodos de manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), “a maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenções existentes”.

2.3.1 Manutenção corretiva planejada

Manutenção corretiva, como o nome diz, significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho da manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido (SLACK et al., 2009).

A manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho inferior ao esperado está realizando manutenção corretiva. Portanto, a manutenção corretiva não é necessariamente, a manutenção de emergência (KARDEC; NASCIF, 2009).

A manutenção corretiva planejada segundo Kardec e Nascif (2009), é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial,

isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar o equipamento até a sua quebra.

Sabendo que um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade. A característica principal da manutenção corretiva planejada é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo Kardec e Nascif (2009), pode-se ter duas condições específicas que levam à manutenção corretiva:

- Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais.
- Ocorrência de falha.

Então, a principal função da Manutenção Corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.2 Manutenção corretiva não planejada

É a correção da falha de maneira aleatória, que caracteriza-se pela atuação da manutenção em um fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho abaixo do esperado. Não há tempo para a preparação do serviço. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Normalmente a manutenção corretiva não planejada acarreta em altos custos, uma vez que, a quebra inesperada pode ocasionar perdas de produção, perda na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.3 Manutenção preventiva

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, seguindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (KARDEC; NASCIF, 2009).

Manutenção preventiva busca eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados. Por exemplo, os motores de um avião de passageiros são

verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação regular depois de determinado número de horas de voo. Tirar o avião de suas obrigações regulares para manutenção preventiva é claramente uma opção dispendiosa para qualquer empresa aérea (SLACK et al., 2009).

2.3.4 Manutenção preditiva

Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática (KARDEC; NASCIF, 2009).

A Manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento (KARDEC; NASCIF, 2009).

Manutenção preditiva visa realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela. Por exemplo, equipamentos de processamento contínuo, como os usados para cobrir papel fotográfico, funcionam por longo período, de modo a conseguir a alta utilização necessária para a produção eficiente em custos. Parar a máquina para trocar, por exemplo, um mancal, quando não é absolutamente necessário fazê-lo, retiraria esses equipamentos de operação por longos períodos e reduziria sua utilização. Nesse caso, a manutenção preditiva pode incluir a monitoração contínua das vibrações, por exemplo, ou algumas outras características da linha. Os resultados dessa monitoração seriam então a base para decidir se a linha deve ser parada e os mancais substituídos (SLACK et al., 2009).

No que se refere à produção, a manutenção preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível na planta. É fundamental que a mão-de-obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja de qualidade e bem treinada. Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos. Embora isto possa parecer lógico é comum encontrar-se, em algumas empresas, sistemas de coleta e registro de informações e acompanhamento de Manutenção Preditiva que não produzem ação de intervenção com a qualidade equivalente aos dados registrados (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.5 Manutenção Detectiva

A Manutenção Detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90. Sua denominação Detectiva está relacionada com a palavra detectar em inglês *Detective Maintenance*. Pode ter o seguinte conceito: Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de produção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

Dessa maneira, tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando representam a Manutenção Detectiva. Um exemplo simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis (KARDEC; NASCIF, 2009).

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoa da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo Kardec e Nascif (2009), “é cada vez maior a utilização de computadores digitais e instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais”.

São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, Sistemas Digitais de Controle Distribuído – SDCCD, *mult-loops* com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo. Sistema de *shut-down* ou sistema *trip* garantem a segurança do processo quando esse sai de sua faixa de operação segura. Esses sistemas de segurança são independentes dos sistemas de controle utilizados para otimização da produção. Equipamentos eletrônicos programáveis estão sendo utilizados para essas aplicações (KARDEC; NASCIF, 2009).

Na Manutenção Detectiva, especialistas fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.6 Engenharia de Manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), “é a segunda quebra de paradigma na Manutenção. Praticar a Engenharia de Manutenção significa uma mudança cultural”.

É deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto, interferir tecnicamente nas compras (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo Kardec e Nascif (2009), “Engenharia de Manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do primeiro mundo”.

Alguém que esteja praticando Manutenção Corretiva não planejada terá um longo caminho a percorrer para chegar a praticar Engenharia de Manutenção. E o maior obstáculo a ser vencido estará na “cultura” que está sedimentada nas pessoas (KARDEC; NASCIF, 2009).

Se a Manutenção estiver vivendo o estágio de intervir corretivamente nas plantas, comandada pela quebra aleatória dos equipamentos, certamente não estará fazendo Manutenção Preditiva. E, infelizmente, com muito mais razão não terá ninguém para pensar em Engenharia de Manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.4 Implantação da Manutenção Preventiva

Para se adotar o método de Manutenção Preventiva alguns fatores devem ser criteriosamente analisados, já que estes serão cruciais para determinar a viabilidade do sistema. Sendo assim, podemos destacar como fatores importantes a possibilidade de implantar inicialmente uma manutenção preditiva, onde só haverá intervenção quando constatar realmente uma necessidade; em relação ao ambiente seguro de trabalho, onde falhas em equipamentos ou instalações podem causar danos ao patrimônio e/ou as pessoas que trabalham próximas; pode-se levar em consideração também as oportunidades de manutenção, ou seja, quando o equipamento encontra-se parado, onde há disponibilidade do equipamento para manutenção, vendo que em processos contínuos os equipamentos são de difícil disponibilidade para manutenção, visto que não se admite interrupção no processo.

Para Branco Filho (2008) é essencial a montagem de um sistema de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), sendo fundamental a identificação dos equipamentos para alimentação do sistema, seja ele manual ou automatizado, obedecendo alguns critérios de identificação, como a previsão de códigos para todas

as atividades de manutenção, códigos para todos os equipamentos que serão atendidos, instruções de trabalho ou procedimentos de manutenção, códigos para todas as áreas, e para a apropriação contábil.

Ainda de acordo com Branco Filho (2008), os equipamentos devem ser classificados quanto sua criticidade, ou seja, dentro de sua importância operacional, sendo assim deve-se usar critério de prioridade na implantação para os equipamentos de maior importância no processo, ou seja, aqueles que não podem falhar, ou onde a falha ou a indisponibilidade operacional causará maiores transtornos ou perdas.

Um ponto muito importante para que a Manutenção Preventiva seja eficiente é a criação de procedimentos e planos de manutenção baseados na área onde eles estão instalados, nas suas características, nas informações e frequência recomendada pelo fabricante, trazendo assim confiabilidade. Trazer confiabilidade é deixar os equipamentos após a manutenção com as mesmas características que ele foi entregue pelo fabricante, garantindo disponibilidade operacional.

Para Xenos (2004), o plano de manutenção é a essência do gerenciamento do setor de manutenção. Portanto, este plano deve ser elaborado tendo como base informações trazidas pelo próprio fabricante do equipamento, e pela experiência acumulada da empresa na operação de equipamentos e processos similares. Este conhecimento deve ser firmado nos padrões de manutenção, que são a origem das informações do plano.

2.4.1 Codificação e tagueamento

Para as atividades de planejamento de manutenção, onde se usa basicamente sistemas informatizados, é essencial que todos os equipamentos tenham sua identidade, ou seja, todos os equipamentos precisam ser codificados, para que não haja desvios durante a execução de atividades de manutenção nos equipamentos, e para que o setor de planejamento de manutenção não cometa erros e possa indicar de maneira confiável em qual equipamento estão sendo atribuídas as atividades.

Então diante disto é necessário, que seja feito uma excelente estrutura de códigos, onde se codifica não só os equipamentos, mais também, todas as áreas, todos setores ou prédios, as atividades e os procedimentos de manutenção. O sistema de códigos deve ser simples e de fácil interpretação, que suporte todos os itens existentes e futuras ampliações.

De acordo com Branco Filho (2008), é possível codificar de três maneiras: com números, com letras ou com a combinação de ambos. Com números são códigos fáceis de serem montados, são facilmente memorizáveis, porém existe certa dificuldade de interligar o sistema de códigos com as máquinas e equipamentos se o sistema for apenas numérico. Códigos também somente com letras nem sempre são fáceis de memorizar, mais são fáceis de correlacionar com os equipamentos. O mais indicado, portanto, é a utilização do modelo de códigos alfanumérico onde se utiliza letras e números, os códigos são mais fáceis de serem montados e memorizados que os códigos só com letras, possuem uma maior amplitude que os outros modelos acima, são mais fáceis de relacionar com as máquinas e equipamentos. A tabela abaixo mostra um sistema de códigos alfanumérico.

Quadro 01 - Sistema de códigos alfanumérico.

Unidade/Complexo	Área/Prédio	Máquina/Equipamento	Sequência
01	US	PR	04

Fonte: Adaptado de Branco Filho 2008

O exemplo de código acima (01-US-PR-04) pode ser interpretado da seguinte forma: se trata de um equipamento que se encontra na Unidade 1 (01), no setor de Usinagem(US), é uma Prensa hidráulica (PR), e é a prensa de número 4(04) na sequência das Prensas.

Todo pessoal envolvido com a manutenção deve receber treinamento para similar os códigos criados com os setores e os equipamentos para que os *feedbacks* de atividades realizadas sejam feitos de forma correta.

2.4.2 Criticidade dos equipamentos

A criticidade de um equipamento é definida de acordo com o grau de importância do equipamento dentro do processo, ou de acordo com a sua disponibilidade para manutenção ou até mesmo pelo custo de manutenção.

Para Marques et al.(2006), do ponto de vista da manutenção, a máquina crítica é aquela que apresenta um maior grau de complexidade na solução dos defeitos ou

aquela que fisicamente impõem dificuldades de acesso para uma eventual ação corretiva.

O método mais utilizado para classificar a criticidade de equipamentos é o método ABC. Neste método são atribuídas três classes diferentes, sendo elas A, B e C.

Equipamentos da classe A, são aqueles equipamentos que a sua quebra ou falha impacta diretamente na parada do processo, em casos de serviços impacta diretamente no fornecimento do serviço aos clientes.

Equipamentos da classe B são aqueles que impactam parcialmente no processo, ou seja, são equipamentos que se faltarem, implica na redução de produção, ou na interrupção parcialmente no fornecimento em casos de serviços.

Já os equipamentos de classe C, são equipamentos, que sua falha ou quebra não acarreta nenhum prejuízo no processo, ou no fornecimento de serviços, por serem equipamentos auxiliares ou por existir by-pass instantâneo, ou seja, na falta destes equipamentos existem outros para substituírem imediatamente.

A classificação dos equipamentos de acordo com sua criticidade, portanto, permite que o setor de planejamento possa planejar e controlar as manutenções sempre com os olhos voltados para os equipamentos de classe A, e B, não desprezando os equipamentos de classe C.

2.4.3 Planos de manutenção

Os planos de manutenção são criados para facilitar a padronização das atividades de manutenção e criar rotas para as atividades preventivas ou de inspeção, levando em consideração a criticidade dos equipamentos e as recomendações dos fabricantes criando assim as listas de ações com as datas da execução para cada atividade nos equipamentos controlados, ou seja:

“Basicamente, um plano de manutenção consiste de um conjunto de ações preventivas e de datas para sua execução. Em todas palavras, um plano de manutenção é simplesmente um calendário de ações preventivas. A base para elaboração do plano de manutenção é a necessidade de manutenção preventiva dos equipamentos. Por isso, um bom plano de manutenção representa a coleção de todas as ações preventivas que devem ser tomadas para evitar as falhas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos.

Quanto melhor for o conhecimento das necessidades de manutenção preventiva dos equipamentos, melhor será o conteúdo do plano (Xenos 2004).”

A elaboração de um plano de manutenção se torna fácil e eficaz quando se tem um histórico de manutenção, quando não se tem um histórico ou estamos diante de um equipamento novo, o plano de manutenção será elaborado nos dados fornecido pelo fabricante, como por exemplo, as informações relacionadas a peças e sua durabilidade, ou frequência de troca.

Por fim, é importante destacar que os objetivos reais dos planos de manutenção é fornecer um conjunto de atividades que devem ser realizadas nas revisões dos equipamentos. Outra detalhe fundamental é enfatizar a importância de se acumular dados relacionados a manutenção, criando-se o histórico dos equipamentos, o que permitirá saber com que frequência ocorre as falhas e em que partes dos elas ocorrem.

3 INDICADORES DE MANUTENÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Após o plano de manutenção preventiva ser implantado, é necessário determinar o resultado obtido em um determinado período (diário, semanal ou até mensal) através de indicadores de manutenção. Nesse sentido, estão entre os indicadores mais comuns o MTBF e MTTR.

3.1 MTBF (*Mean Time Between Failure* - Tempo Médio entre Falhas)

O MTBF, do inglês *Mean Time Between Failure* (Tempo Médio entre Falhas) corresponde ao tempo médio decorrido entre uma avaria ou falha até a próxima vez em que ela ocorrerá. Segundo OSADA e TAKAHASHI (1993), através da análise do MTBF, “pode-se colocar em prática as modificações para responder as falhas inesperadas e prolongar a vida útil do equipamento”.

O cálculo do MTBF se dá pela equação 1 que segue:

$$MTBF = \frac{TT - Tn}{n}(1)$$

Sendo:

TT = Tempo total disponível para operação (ou produção);

Tn = Tempo de reparo (somatório de todo tempo gasto no reparo);

n = número de quebras.

Para ilustração da fórmula acima, suponha-se que um determinado equipamento tenha um tempo disponível para produção de 40h/semanais, e que nesse período tenha-se verificado que o mesmo quebrou 6 vezes, totalizando um tempo de reparo de 240 minutos. Calculando pela fórmula, teríamos:

$$MTBF = \frac{40h - 4h}{6} = 6h \quad (2)$$

Logo, o tempo médio entre falhas do equipamento é de 6h, basicamente indicando que a cada 6h de operação, o equipamento irá apresentar uma falha, deixando-o indisponível e acarretando em prejuízo para a organização.

Sendo assim, a partir de mensuração desse tempo, é possível identificar a real situação. Se ele aumenta após adoção de novas medidas, significa que o processo melhorou, já que o equipamento está mais disponível, a produtividade aumentou e que custos reduziram-se. Em outras palavras, deve-se buscar a maximização do MTBF.

3.2 MTTR (*Mean Time ToRepair* - Tempo Médio de Reparo)

Ainda sobre indicadores, outro importante tal qual o MTBF é o MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparo), que segundo OpServices (2016), corresponde ao tempo médio gasto no reparo e espera do equipamento, até que volte a operar normalmente.

O cálculo do MTTR se dá pela equação 3:

$$MTTR = \frac{Tn}{n} \quad (3)$$

Sendo:

Tn = Tempo de reparo (somatório de todo tempo gasto no reparo);

n = número de quebras.

Ainda somente para ilustração, utilizara-se o mesmo exemplo anterior, onde o equipamento quebrou 6 vezes, totalizando um tempo de reparo de 240 minutos. Calculando pela fórmula, teríamos (equação 4):

$$MTTR = \frac{240min}{6} = 40 \text{ min}(4)$$

Logo, o tempo médio de reparo é de 40min, basicamente indicando que a cada 6h de operação (MTBF), serão necessários 40min até que o equipamento volte a operar normalmente.

As empresas, portanto, devem buscar reduzir o máximo possível o valor deste indicador, uma vez que se o tempo médio para reparo for alto, significa que o equipamento está mais tempo em manutenção e menos tempo disponível para operação e produção, ou seja, é inversamente proporcional ao MTBF.

3.3 Análises dos resultados

Sendo os resultados obtidos não satisfatórios, serão necessárias análises a fim de identificar o que realmente ocorreu para então serem adotados os planos de ação corretivos. Essas análises servirão de ponto inicial para melhoria e aperfeiçoamento do plano de manutenção.

Desse modo, serão utilizadas duas ferramentas para examinar os resultados: a análise da causa raiz e análise quebra falha.

3.3.1 Análise da Causa Raiz (5 porquês)

A ferramenta dos “5 Porquês” constitui uma eficiente técnica para encontrar a causa raiz de um problema. Segundo Deming (1990), “é uma metodologia imprescindível para que a manutenção industrial consiga sair do danoso modo reativo”. Ou seja, ela permite que a equipe entenda o real motivo causador da falha, de modo que possam se preparar para evita-lo ou mitiga-lo, ao invés de “apagar incêndios”, sendo reativos aos problemas.

Ela foi desenvolvida por Taichi Ono e funciona basicamente em formular a pergunta “porquê” em cinco níveis até compreender o que de fato aconteceu (causa raiz). Ela é uma das ferramentas mais simples, não menos importante, já que não requer profunda análise matemática e estatística.

Nessa análise é interessante e fundamental a participação tanto da equipe de operadores quanto técnicos mantenedores, pois assim utiliza-se de *brainstorming* para encontrar as causas em cada nível, já que ambos segmentos tem seu ponto de vista e conhecimento acerca dos eventuais problemas e suas causas.

A imagem abaixo ilustra, basicamente, como funciona tal ferramenta:

Quadro 02 - Exemplo dos 5 PORQUES

Problema	Produto com defeito
POR QUE o produto apresentou defeito?	Porque houve problemas na fabricação
POR QUE houve problemas?	Porque a máquina apresentou defeitos
POR QUE a máquina apresentou defeito?	Por falta de manutenção
POR QUE não foi realizada a manutenção?	Porque o responsável não sabia sobre os cuidados necessários que deveria tomar com a máquina
POR QUE não sabia?	Porque o gerente não passou as informações

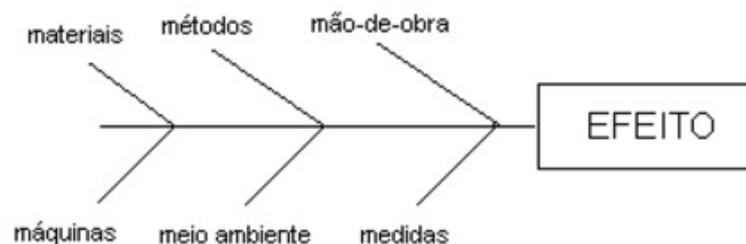
Fonte: (Bastiani e Martins, 2012)

3.3.2 Diagrama de Causa-Efeito (Diagrama de ISHIKAWA)

O Diagrama de Causa e Efeito (também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe) permite esquematizar ordenadamente as causas de determinado problema ou oportunidades de melhorias (REYES e VICHINO, 2016)

As causas do problema são agrupadas a partir do conceito dos 6M's, como decorrentes de falhas em: materiais, métodos, mão-de-obra, máquinas, meio ambiente, medidas. A figura a seguir representa esse esquema de agrupamento:

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa

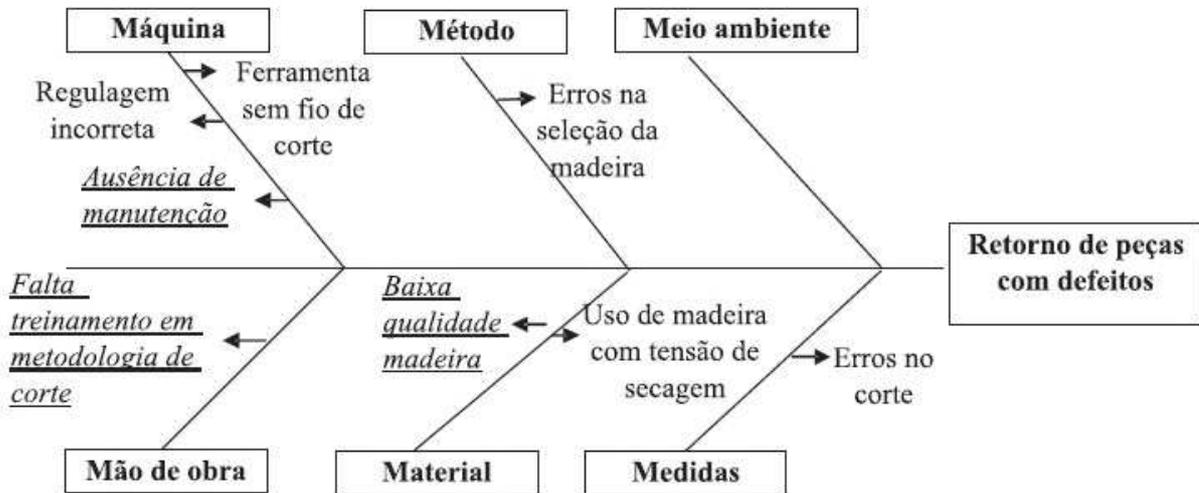


Fonte: (Reyes e Vichino, 2016)

Essa ferramenta foi inicialmente proposta na década de 60, por Kaoru Ishikawa. O diagrama leva em consideração que todo efeito é produzido por uma causa, e as mesmas representam hipóteses que precisam ser analisadas e testadas uma a uma, a fim de comprovar sua veracidade e determinar o grau de impacto sobre o efeito em análise.

Para entender melhor sua aplicação, segue exemplo para ilustração:

Figura 2 - Exemplo do Diagrama de Ishikawa



Fonte: (Matos, 2009)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A EMPRESA

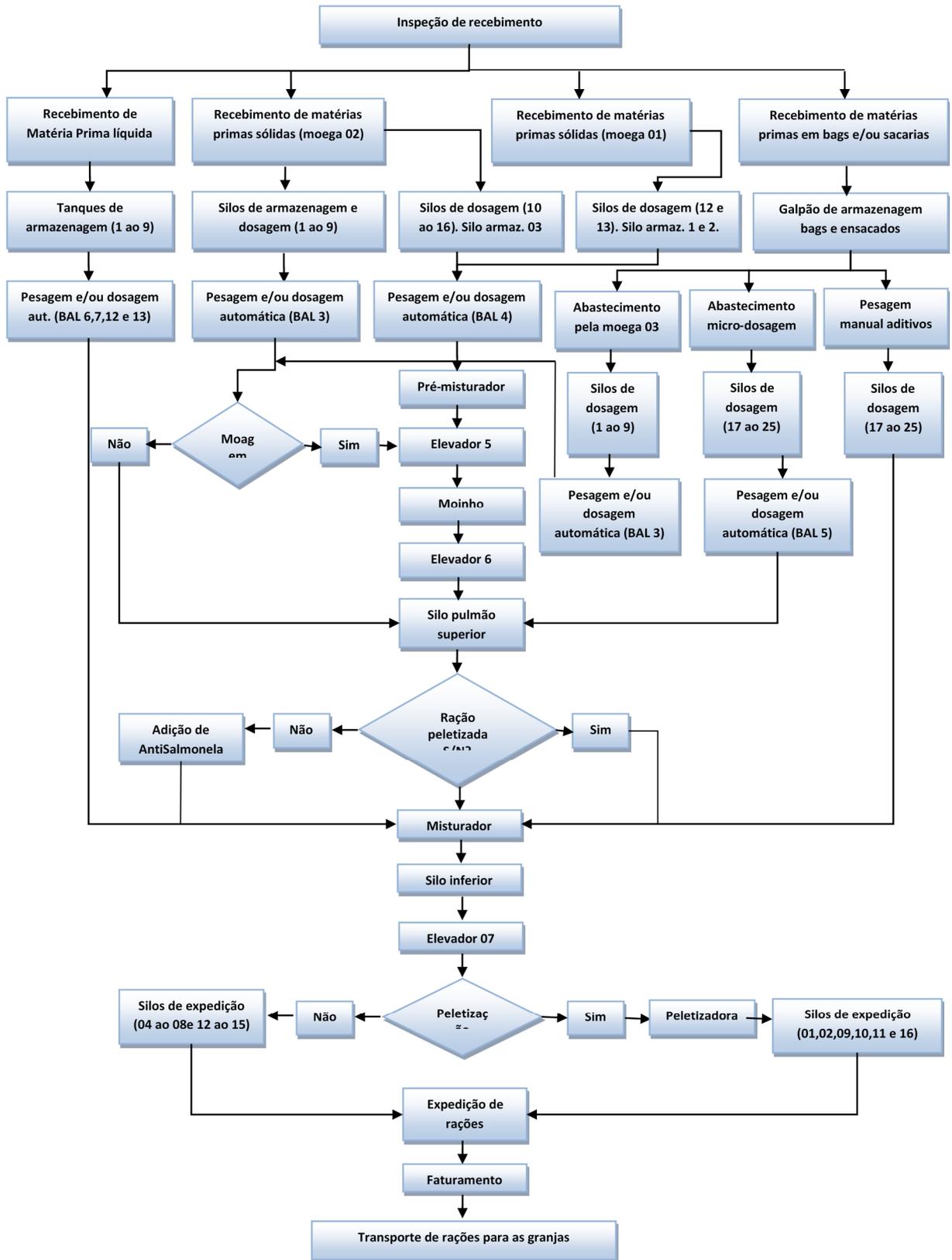
O local a ser realizado o trabalho de estudo de caso se trata de uma fábrica de rações para frangos de corte, com capacidade de produção entre 35 e 40 toneladas de ração por hora. Esta fábrica, localizada no município de Uberaba-MG, pertence a um grupo consolidado e atuante em vários segmentos do setor alimentício, considerado como uma das maiores indústrias do mundo.

A companhia atua em 22 países de cinco continentes (entre plataformas de produção e escritórios) e atende mais de 300 mil clientes em mais de 150 nações. O grupo hoje possui mais de 216.000 colaboradores ao redor do mundo e 340 unidades, entre fábricas e escritórios comerciais.

4.1.1 O processo de produção

Todos os procedimentos realizados para a fabricação da ração estão descritos em forma de fluxograma, indicando a ordem de cada operação.

Figura 3 - Fluxograma do processo de fabricação



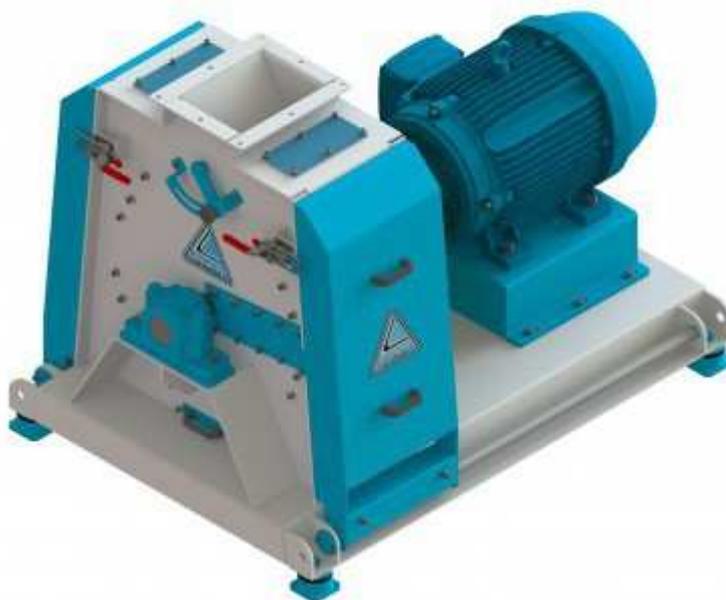
Fonte: Elaboração própria

4.1.2 O equipamento

O equipamento para qual será proposto o programa de manutenção preventiva é o moinho de martelo de alta rotação. Trata-se de um equipamento que utiliza um motor elétrico acoplado a um conjunto mecânico de martelos que fazem a moagem das matérias primas da ração.

Estes moinhos são máquinas amplamente utilizadas em processos de trituração dos mais diversos produtos que compõem as rações. Podem também ser utilizados em indústrias farmacêuticas, extratora de óleo de alguns cereais, fábricas de cerveja. A seguir, segue a representação do equipamento:

Figura 5 – Moinho de Martelo



Fonte: <http://www.lucato.ind.br/siten/index.php/products/product/32>

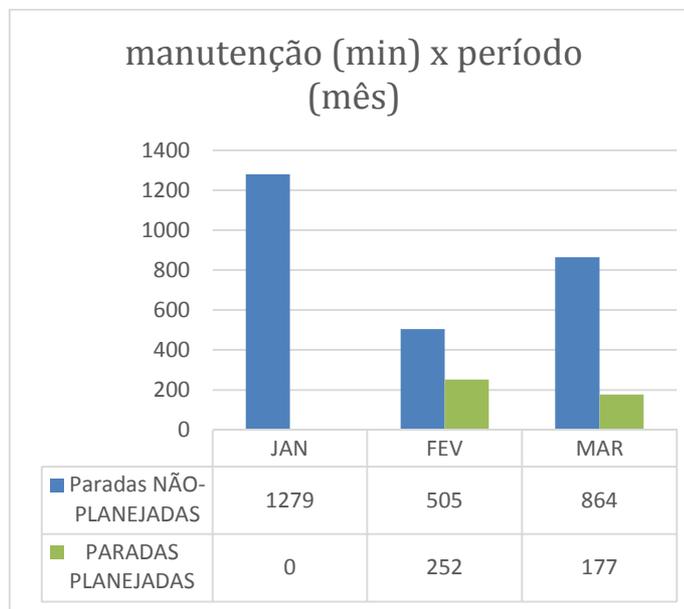
4.1.3 Situação Atual

Na realização deste trabalho, um dos pontos observados foi que não existe controle de utilização dos equipamentos da fábrica e seus respectivos históricos de falhas. Isso acontece porque quando ocorrem as falhas, simplesmente é realizada a manutenção corretiva, sem utilizar nenhum registro ou controle para arquivar detalhes da avaria.

A manutenção, portanto, tem sua maior parte do tempo e recursos gastos em paradas não-planejadas, onde as ações são tomadas após o surgimento da falha nos

equipamentos (manutenção corretiva não-planejada). A figura a seguir representa a quantidade de minutos gastos pela manutenção em paradas não-planejadas em relação as que foram planejadas, no primeiro trimestre de 2016:

Figura 5 - Gráfico manutenção x período



Fonte: Elaboração própria

Sintetizando as informações, tem-se:

Quadro 03 – Tempo gasto com manutenção em paradas

	Paradas Não-Planejadas (h)	Paradas Planejadas (h)
JAN	21,32	0,00
FEV	8,42	4,20
MAR	14,40	2,95
TOTAL	44,13	7,15

Fonte: Elaboração própria

Ainda conforme dados da empresa, nesse mesmo período, a produção horária média foi de 36,47 ton./h. Logo a manutenção em paradas não-planejadas deixou o equipamento indisponível 44,13h no período, deixando de produzir aproximadamente 1610 ton. Já nas paradas planejadas, foram 7,15h, totalizando 261 ton.

Com essa quantidade de ração deixada de produzir identificada, obtém-se os custos de manutenção por faturamento. Conforme os dados obtidos da empresa, o

custo médio por tonelada de ração é de R\$ 36,20. Assim, as paradas planejadas acarretaram num custo de R\$ 9448,10 e as não planejadas, R\$58282,00.

Abaixo, a tabela reproduz a produção total de ração do período.

Quadro 04 – Quantidade de ração produzida no período

	Qtde. total de ração produzida (ton)
JAN	8404,8
FEV	9597,6
MAR	10724,4
TOTAL	28726,8

A manutenção como um todo (planejada e não-planejada) deixou de produzir 1871 ton. – o equivalente a 6,51% do total (28276,8 ton.). Segundo a ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, o índice médio nacional de custo por manutenção foi de 4,69%. Logo, o resultado da fábrica está abaixo do nível médio nacional.

Apesar da manutenção preventiva tornar o equipamento indisponível tal como a manutenção corretiva, os prejuízos causados e lucros mitigados são bem menores que os da corretiva, por que na manutenção preventiva a parada é planejada e por isso tem se o custo menor, uma vez que os materiais e recursos necessários para o reparo do equipamento são adquiridos/contratados de forma esquematizada.

Outro detalhe importante é que a manutenção corretiva é feita sempre no pior instante possível, ou seja, quando se está produzindo. Com isso, pode-se atrasar a entrega de um lote com prazo pré-definido, comprometendo todo o processo subsequente, correndo o risco até do pecuarista ficar sem ração, mesmo que temporariamente.

A falta de ração para as aves acarretam em perdas que apesar de imensuráveis, são reais e consideráveis, incluindo: perda de qualidade do produto final (durante o abate), já que a ave sem ração por mais de 4h fica sob estado de estresse e no abate, poderá se debater gerando um subproduto com valor comercial bem menos interessante (uma ave inteira, sem avaria é vendida a US\$1800,00/tonelada, enquanto que o subproduto, US\$800,00/tonelada).

Na questão zootécnica (durante a engorda na granja), a falta de ração deixa o animal suscetível a doenças (principalmente nas fases mais jovens), diminui o

rendimento do ganho de peso e perdas na conversão alimentar (aproveitamento de nutrientes comparando ração consumida em relação ao peso ganho).

4.2 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

4.2.1 Codificação e Tagueamento

A palavra *tag* vem do inglês e significa "etiquetar", nas indústrias os *tags* são utilizados para identificação de unidades de fábricas, setores e em equipamentos com a finalidade de individualiza-los, criando assim um mapa de toda empresa.

A empresa foco do estudo já possui um sistema satisfatório de tagueamento e codificação, o que facilita bastante para executar a nossa proposta de implantação de um plano de manutenção preventiva para o Moinho de Martelo.

A figura abaixo ilustra o modelo de tagueamento e codificação utilizada na fábrica de ração atualmente:

Figura 6 - Modelo de codificação e tagueamento utilizado na fábrica de ração



Fonte: Elaboração própria

4.2.2 Criticidade dos equipamentos

O próximo passo após as análises e conclusões relacionadas ao tagueamento da fábrica, foi determinar a criticidade do moinho de martelo dentro do processo em relação à saúde, segurança, meio ambiente, qualidade e produção. A determinação da criticidade do moinho foi essencial para criação da estratégia de manutenção dentro do plano de manutenção preventiva proposto.

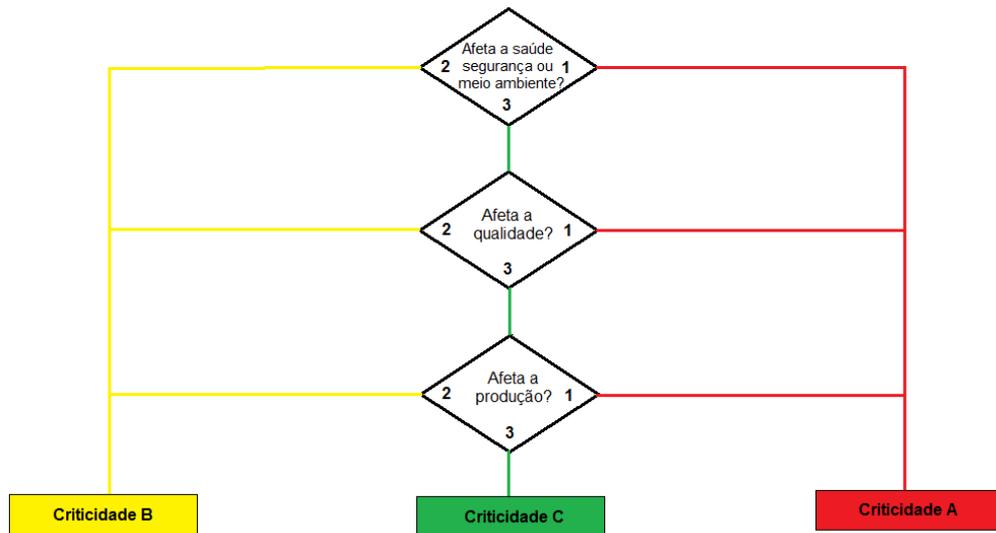
Utilizou-se para a determinação da criticidade o fluxograma da fábrica, onde tinha-se três opções de classificação que basicamente são: criticidade A (equipamento crítico, interrompe o processo), criticidade B (equipamento importante, interrompe parcialmente) e criticidade C (equipamentos reservas ou de suporte).

Quadro 05: Critérios para determinação da criticidade de um equipamento.

Afeta a saúde, segurança ou meio ambiente?	1	- Causa fatalidade.
		- Condição de saúde irreversível.
		- Pode causar acidente com danos a médio e longo prazo.
		- Equipamento controlado, sua falha pode causar descumprimento da legislação ou normas regulamentadoras.
	2	- Lesões leves.
		- Pequeno impacto financeiro.
		- Efeito nocivo a saúde de uma ou mais pessoas.
		- Pode causar perturbações no meio ambiente com baixa duração de tempo.
	3	- Pequena perda financeira.
		- Efeitos leves a saúde.
- Não afeta o meio ambiente.		
Afeta a Qualidade?	1	- Afeta qualidade do produto final.
	2	Afeta o produto para o cliente interno.
	3	Não afeta a qualidade ou especificação do produto.
Afeta a produção?	1	Afeta meta anual de produção da planta (irrecuperável).
	2	Afeta a produção da planta (não afeta a meta anual, pode ser recuperável).
	3	Não afeta a produção.

Fonte: adaptado de VOTORANTIM METAIS (2007).

Figura 7 - Fluxograma de avaliação da criticidade do equipamento



Fonte: VOTORANTIM METAIS (2007) apud AMORIM (2008)

Após a análise da criticidade do moinho usando como ferramenta a tabela e a ilustração acima, o resultado foi que o moinho é um equipamento de criticidade A, não só porque ele interrompe a produção, mas também por comprometer a qualidade final da ração, ser um equipamento com grande potencial de acidente (podendo até causar fatalidades).

4.3 PROPOSTA DE MELHORIA

4.3.1 Inspeção Visual

A inspeção visual é fundamental no planejamento da manutenção preventiva, já que fornece informações sobre o estado em que se encontra o equipamento e seus componentes. Assim, é possível antecipar a falha programando a manutenção preventiva nesse equipamento.

Diante da necessidade e importância da inspeção visual, é recomendável padronizá-la através de um manual contendo as atividades que deverão ser feitas na inspeção, formalizando através de um formulário, que deverá ser feito pelo técnico mantenedor pelo menos duas vezes ao dia, contendo:

- data da vistoria;

- tag do equipamento vistoriado;
- técnico responsável pela inspeção;
- quadro para marcação de condição;
- e campo para observações gerais.

A figura a seguir representa o formulário, sugestão para o processo de inspeção visual do moinho:

Figura 8 – Formulário de inspeção visual

FORMULÁRIO PARA INSPEÇÃO VISUAL		DATA:		
TÉCNICO RESPONSÁVEL:				
TAG DO EQUIPAMENTO:				
		CN	AD	FT
MOTOR	RÚIDO DE ROLAMENTO			
	CAIXA DE LIGAÇÃO E SAÍDA DOS CABOS			
	CONJUNTO VENTILAÇÃO			
	VIBRAÇÃO			
MOINHO	MARTELOS			
	PENEIRAS			
	VIBRAÇÃO DO MANCAL			
	QUANTIDADE DE GRAXA			
ACOPLAMENTO	RÚIDO			
	FISSURAS			
	VIBRAÇÃO			
CONEXÕES EXTERNAS	OXIDAÇÃO			
	FISSURAS			
OBSERVAÇÕES GERAIS:				
CN - CONDIÇÕES NORMAIS AD - ANORMALIDADE DETECTADA FT - FALHA TOTAL				

Fonte: Elaboração própria

4.3.2 Plano de manutenção preventiva

Devido a criticidade do moinho dentro do processo da fabricação de ração, foi desenvolvido um plano de manutenção específico contendo todas as atividades a serem executadas no processo de manutenção. Subdividiu-se o equipamentos em subconjuntos para facilitar e detalhar tais atividades.

Para melhor visualização, tal plano foi reproduzido no Apêndice A.

4.3.3 Controle de utilização

Diante da realidade da fábrica, onde não existe controle da utilização dos equipamentos e também não há um histórico de falhas, é importante registrar as informações para futuras análises e elaborar planejamento de atividades.

Para Oliveira (2007, p.5), o planejamento está dividido em: desenvolvimentos dos processos, técnicas e atitudes administrativas, com o objetivo de facilitar as decisões futuras. Portanto, para garantir uma manutenção eficiente e com qualidade, planejar é essencial. E a inspeção deste plano traçado é o que irá garantir as execuções de forma correta e no tempo certo. Por isso, o controle é pertinente para a concretização de um planejamento com eficiência e eficácia.

Corrêa, Giansi e Caon (2001), abordam que quando uma máquina para por problemas de manutenção, os estágios posteriores do processo que são estimulados por esta máquina teriam de parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente.

Sendo assim, propõe-se que a fábrica adote a planilha desenvolvida para que se tenha um histórico com informações cruciais. Tais informações alimentarão os indicadores, que medirão os tempo médio entre a ocorrência das falhas e o tempo médio utilizado para a correção das mesmas. Tal planilha está representada no Apêndice B.

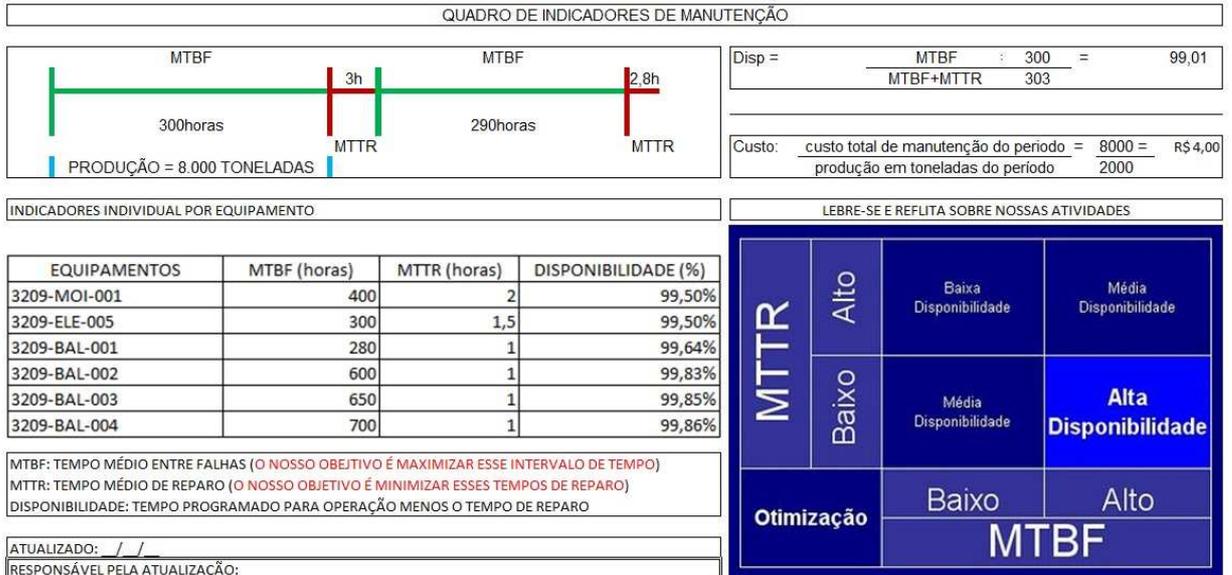
4.3.4 Quadro de Indicadores

Nesse ponto, será proposto a fixação de um quadro de indicadores, para que a situação real da manutenção fique exposta para os colaboradores.

O objetivo do quadro de indicadores é deixar à vista de todos os envolvidos com os equipamentos, um conjunto de informações que permitam analisar a evolução

das atividades de manutenção, o “status” atual da manutenção em relação ao MTBF (tempo médio entre falhas), ao MTTR (Tempo médio de reparo das falhas), disponibilidade média dos equipamentos e o custo de manutenção (R\$/Tonelada). A figura abaixo ilustra o quadro de indicadores proposto.

Figura 9 - Quadro de Indicadores



Fonte: Elaboração própria

Os resultados positivos do setor de manutenção depende do bom funcionamento dos equipamentos da fábrica, pois são eles os responsáveis por garantir a continuidade da produção. Por isso é fundamental adotar os indicadores, haja visto que são fundamentais para verificar o desempenho da manutenção.

Através do quadro, os colaboradores são capazes de analisar e refletir com clareza onde estão os principais problemas da fábrica relacionados a manutenção, quais são os equipamentos mais problemáticos, no canto inferior direito do quadro é possível perceber que quanto maior for o MTTR, menos tempo disponível o equipamento está para a produção, e que quando menor for o MTBF, mais rápidos as máquinas apresentaram falhas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização deste trabalho, foi possível enxergar o quão complexo a manutenção pode ser e sua importância para a organização, tanto nos resultados quanto para a segurança dos profissionais.

Na elaboração do referencial teórico, houve dificuldade na obtenção de bibliografia para o assunto. De certa forma isso dificulta a realização da pesquisa e das buscas por melhoria, porém não prejudicou a qualidade deste trabalho.

A partir da análise dos resultados obtidos na pesquisa, foi possível propor melhorias para o sistema de manutenção da fábrica, que incluem:

- Adoção e formalização da inspeção visual, padronizando o processo evitando que algo não seja analisado;
- Plano de manutenção preventiva exclusivo para o moinho de martelo, respeitando as condições que os fabricantes determinam nos manuais;
- Controle de utilização do equipamento, contendo equipamento, data, falha do equipamento, tempo de reparo e responsável. Servirá para controle, elaborar planos de ação e identificar pontos de melhoria;
- Estabelecimento do quadro de indicadores, para acompanhar a evolução da manutenção através de mensuração. É importante pois reflete a situação real, objetivando análise crítica do sistema quanto aos resultados obtidos.

Com a adoção desse programa de manutenção preventiva, teoricamente serão reduzidas as paradas não-planejadas. Utilizando o plano proposto, as atividades mantenedoras estarão bem definidas, quanto no aspecto técnico quanto na periodicidade. Serão apresentadas aos gestores da fábrica e responsáveis da área de manutenção.

6 REFERÊNCIAS

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **A situação da manutenção no Brasil**. Salvador, 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

BASTIANI, JeisonArenhart de; MARTINS, Rosemary. **A técnica dos 5 Porquês**. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/a-tecnica-dos-5-porques/>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008. 257 p.

CORRÊA, Henrique; CAON, Mauro; GIANESI, Irineu G.N. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação.** 4. Ed. São Paulo: Giansesi Corrêa & Associados: Atlas, 2001.

DEMING, E.W. **Qualidade: a revolução na produtividade.** Rio de Janeiro, Marques Saraiva, 1990.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

HELMAN, Horacio; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. **Análise de falhas** (aplicação dos métodos de FMEA - FTA). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 156 p.

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

KARDEC, A.; NASCIF, J.; BARONI, T. **Gestão Estratégicas e Técnicas Preditivas.** Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN. 2002.

MARQUES, A., MARÇAL, R. F. M., NETO, A. A. B., PILLATI, L. A. **Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo.** Anais do XIII SIMEP, Bauru, novembro, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/604.pdf>. Acesso em: 18 abr 2016.

MATOS, RoselaneBiangaman de; MILAN, Marcos. Aplicação sistêmica do modo de análise de falhas e efeitos (FMEA) para o desenvolvimento de indicadores de desempenho de empresas de pequeno porte. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 977-985, Oct. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622009000500020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 24 abr 2016.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento Estratégico: Conceitos, metodologias e práticas.** 23. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

OPSERVICES (Porto Alegre). **MTTR e MTBF: o que são e quais suas diferenças.** 2016. Disponível em: <<http://www.opservices.com.br/mttr-e-mtbf-o-que-sao-e-quais-suas-diferencas/>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

REYES, Andrés E. L.; VICINO, Silvana R.. **DIAGRAMA DE ISHIKAWA.** 2016. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/qualidade/ishikawa/pag1.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JHONSTON, R. **Administração da Produção.** 3ª ed. - -. Editora Atlas, 2009.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: manutenção produtiva total.** São Paulo: Instituto IMAM, 1993. 322 p. Tradução: Outras Palavras.

XENOS, HarilausGeorgius D'philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 302 p.

APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO MOINHO

EQUIPAMENTO: MOINHO TAG 0028 MOE01		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		DATA:	
ITEM	EXEC.	ATIVIDADE A SER EXECUTADA	EXECUTAR C/ MÁQUINA	MAIO/2016	
1.0	OP	GERAL	OFF	ON	DATA
		Verificar proteções de segurança	X		01 02
1.1	OP	Verificar proteções de segurança	X		Diário
1.2	OP	Verificar condições dos fios, cabos e instalação elétrica externa.	X		Diário
1.3	OP	Verificar condições e funcionamento de chaves, botoeiras	X	X	Diário
1.4	OP	Verificar condições e funcionamento e iluminação	X	X	Diário
2.0		MOTOR			DATA
2.1	MAN	Verificar aperto dos parafusos de conexão, sustentação e fixação.	X		Semanal
2.2	MAN	Verificar conexão dos cabos de ligação, aperto de conexões, estado da caixa de ligação, vedação da caixa, vedação e da saída dos cabos.	X		Semanal
2.3	MAN	Verificar parte externa da carcaça, aletas de ventilação, ventilador, tampa defletora.	X		Semanal
2.4	MAN	Substituir alguma(s) peça(s) da etapa anterior, se necessário.	X		Semanal
2.5	MAN	Verificar a resistência de isolamento do motor (teste de isolamento).	X		Semanal
2.6	MAN	Verificar temperatura do equipamento.	X	X	Semanal
2.7	MAN	Verificar ruído nos rolamentos, vibração, sinais de desgastes, oxidação.		X	Semanal
3.0		ACOPLAMENTO			DATA
3.1	MAN	Verificar ruídos no acoplamento, fissuras, sinais de desgaste e vibração	X	X	Semanal
4.0		MOINHO			DATA
4.1	MAN	Verificar a lubrificação do moinho, observando o anel de graxa vedante que se forma no labirinto.	X		Semanal
4.2	MAN	Verificar nível de desgaste dos martelos.	X		Semanal
4.3	MAN	Efetuar o rodizio de posição e/ou furo dos martelos.	X		Semanal
4.4	MAN	Substituir o martelo, caso esteja no limite dimensional.	X		Semanal
4.5	MAN	Verificar balanceamento dos martelos.	X		Semanal
4.6	MAN	Verificar nível de desgaste das grelhas (penelas).	X		Semanal
4.7	MAN	Substituir a grelha, caso esteja no limite dimensional.	X		Semanal
4.8	MAN	Verificar a temperatura de trabalho no mancal.	X	X	Semanal
4.9	MAN	Verificar condição, alinhamento, ruído e vibração do mancal.		X	Semanal

OP: OPERADOR
 MAN: TÉCNICO MANTENEDOR (ELÉTRICISTA, ELÉTROTECNICO OU MECÂNICO)

