

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

VANDERLEI RODRIGUES MARQUES FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA BRUNIDORA
HORIZONTAL PARA BENEFICIAMENTO DE ARROZ: UM ESTUDO DE CASO**

Alegrete 2020

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA BRUNIDORA
HORIZONTAL PARA BENEFICIAMENTO DE ARROZ: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Me. Thiago da Silveira



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

VANDERLEI RODRIGUES MARQUES FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA BRUNIDORA
HORIZONTAL PARA BENEFICIAMENTO DE ARROZ: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04 de dezembro de 2020.

Banca examinadora:

Prof. M.Sc. Thiago da Silveira
Orientador (UNIPAMPA)

Prof. Dr. Gustavo Fuhr Sanago (UNIPAMPA)

Prof. Dr. Adriano Roberto, da Silva Carotenuto (UNIPAMPA)

Assinado eletronicamente por **THIAGO DA SILVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2021, às 12:54, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normavas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GUSTAVO FUHR SANTIAGO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2021, às 13:02, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normavas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ADRIANO ROBERTO DA SILVA CAROTENUTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2021, às 13:39, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normavas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0445072** e o código CRC **B34A1F82**.

Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete
Av. Tiarajú, 810 – Bairro: Ibirapuitã – Alegrete – RS CEP: 97.546-550
Telefone: (55) 3422-8400

Dedico este trabalho com imensa gratidão e reconhecimento aos meu amados pais, Iara Regina Sarat Marques e Vanderlei Rodrigues Marques, fontes de inspiração e apoio ao longo da graduação.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço à Deus onipotente e onipresente pela proteção e minha fé incondicional ao longo da graduação.

Aos meu pais, minha gratidão eterna por proporcionarem todo o amor e sustento financeiro necessários para a conclusão do curso.

Ao Professor, Thiago da Silveira pelas suas orientações que contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos os professores e colegas que de alguma forma contribuíram para minha evolução ao longo da trajetória.

Especialmente à Dirceu Tomazine e Pricila Cottica pela amizade e momentos de felicidade nesses anos de muito estudo.

“Todo efeito tem uma causa; Todo efeito inteligente tem uma causa inteligente; A potência de uma causa está na razão da grandeza do efeito”.

Allan Kardec

RESUMO

O cenário industrial atual está cada vez mais centrado na competitividade em busca de resultados otimizados nos processos de produção.

É preciso considerar que o crescimento da disponibilidade de componentes e equipamentos aliados à complexidade da mecanização das máquinas fez com que o setor de manutenção estivesse preparado para responder de modo eficaz e eficiente aos procedimentos de gestão de todas as suas atividades.

Nesse sentido, este trabalho teve como proposta a aplicação de uma metodologia voltada para a gestão de manutenção de uma máquina gargalo na produção de uma empresa de beneficiamento de arroz. Dessa forma, a metodologia consiste em realizar um estudo voltado à criticidade bem como todo o planejamento, controle e manutenção de uma máquina denominada Brunidor Horizontal Zaccaria 1. Assim, o resultado principal do trabalho está centrado na elaboração de um plano de manutenção para ser implementado com a finalidade obter de resultados promissores para empresa, ou seja, redução de quebra dos equipamentos, diminuição dos tempos de parada, redução de defeitos de qualidade na produção de arroz, maior segurança e redução de acidentes.

Palavras-Chave: Processos, Brunidora, Manutenção.

ABSTRACT

The current industrial scenario is increasingly focused on competitiveness in search of optimized results in production processes.

It is necessary to consider that the increase in the availability of components and equipment, combined with the complexity of the mechanization of the machines, meant that the maintenance sector was prepared to respond effectively and efficiently to the management procedures of all its activities.

In this sense, this work had as a proposal the application of a methodology focused on the maintenance management of a bottleneck machine in the production of a rice processing company. Thus, the methodology consists of conducting a study focused on criticality as well as all the planning, control and maintenance of a machine called Brunidor Horizontal Zaccaria 1. Thus, the main result of the work is centered on the elaboration of the implementation of a maintenance plan with the purpose of promising results for the company, that is, reduction of equipment breakage, reduction of downtime, reduction of quality defects in rice production, greater safety and reduction of accidents.

Keywords: Processes, Lapping, Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da manutenção.....	5
Figura 2 - Cronologia da evolução para a MPT	10
Figura 3 - Perfil dos empregados através da capacitação.....	11
Figura 4 - Os oito pilares da MPT.....	12
Figura 5 - Fluxograma da metodologia do estudo	16
Figura 6 - Fluxograma da fabricação e máquinas do processo.....	17
Figura 7 – Gráfico percentual dos componentes críticos do mês de maio	23
Figura 8 - Gráfico percentual dos componentes críticos do mês de junho de 2019 ..	23
Figura 9 - Componentes para inspeção devido ao desgaste	25
Figura 10 - Saída de graxa à esquerda e bica da moega à direita	Erro! Indicador não definido.
Figura 11 - Extração do mancal	Erro! Indicador não definido.
Figura 12 - Retirada dos componentes	Erro! Indicador não definido.
Figura 13 - Retirada da flange de saída	Erro! Indicador não definido.
Figura 14 - Retirada total da flange	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 - Retirada das pedras.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 16 - Montagem e manutenção do rolamento.....	27
Figura 17 - Lubrificação do rolamento.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes críticos do mês de maio de 2019	21
Tabela 2 - Componentes críticos do mês de junho de 2019	21
Tabela 3 - Manutenção preventiva de correias	29
Tabela 4 - Armazenagem e montagem das correias.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

GFAM – *Global Forum on Maintenance and Asset Management* (Fórum Mundial em Manutenção e Gestão de Ativos)

La – Comprimento Exterior

Li – Comprimento Interior

Ld – Comprimento da Camada de Tração

MPT – Manutenção Produtiva Total

OM – Ordem de Manutenção

OAP – *Overrunning Alternator Pulley* (Roda Livre do Alternador)

TSD – *Torsional Shake Damper* (Amortecedor de Vibração Torcional)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivos específicos	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Um breve histórico da manutenção	3
2.2 Tipos de manutenção	5
2.2.1 Manutenção corretiva	6
2.2.2 Manutenção preventiva.....	6
2.2.3 Manutenção preditiva.....	7
2.2.4 Engenharia de manutenção	8
2.3 Práticas básicas da manutenção	9
2.3.1 Manutenção produtiva total (MPT).....	9
2.3.2 Os oito pilares da MPT	12
2.3.3 O programa 5S	14
2.3.4 Polivalência ou multiespecialização.....	14
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Estudo da seleção do equipamento.....	16
3.3 Escolha da máquina para o estudo de caso	18
4 RESULTADOS	20
4.1 Identificação das falhas do brunidor horizontal.....	20
4.2 Definição dos componentes críticos	24
4.3 Plano de manutenção do brunidor horizontal segundo o manual do fabricante	24
4.3.2 Manutenções preventivas	26
4.3.2.1 Manutenção da troca das pedras.....	26
4.3.2.2 Manutenção do rolamento 1213 K do eixo da camisa	26

4.4 Implementação do plano de manutenção complementar do brunidor horizontal proposto pelo autor a partir do manual do fabricante.....	27
4.4.1 Manutenção e substituição das correias.....	28
4.4.2 Armazenagem e montagem das correias	31
4.4.3 Resultados significativos com o plano de manutenção.....	32
REFERÊNCIAS	35
ANEXO A – MATRIZ DECISÃO	37
ANEXO B – MANUTENÇÃO DA TROCA DAS PEDRAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O presente trabalho propõe expor o conhecimento adquirido ao longo do curso de graduação de engenharia mecânica da Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete.

O trabalho está voltado para a área da engenharia de manutenção, que o autor teve conhecimento acerca do assunto em seu período de estágio obrigatório de conclusão de curso, onde realizou o estágio em uma empresa de beneficiamento de arroz.

É necessário considerar que com base nos estudos teóricos em aula sobre manutenção mecânica, observou-se um maior interesse por parte do autor sobre o assunto e com isso uma necessidade de aplicar o conhecimento em potencial, juntamente com as justificativas de inserir métodos e ferramentas essenciais para a aplicação de uma gestão de manutenção na unidade industrial de beneficiamento de arroz conforme mencionado anteriormente.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho consiste em desenvolver a implementação de um plano de manutenção mecânica de um equipamento de uma indústria de beneficiamento de arroz. A partir disso, busca-se através de uma análise da gestão da manutenção identificar a criticidade do equipamento para a implementação de um plano de manutenção.

1.2.1 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo principal deste estudo é preciso fragmentar em algumas atividades que precisam ser realizadas para o desenvolvimento do estudo proposto, que são:

1. Identificar equipamentos que possam servir para o estudo de caso.
2. Aplicar o Método de Criticidade para determinação do equipamento.
3. Definir o equipamento e do plano de gestão da manutenção para aplicação no estudo de caso.
4. Implementar um plano de manutenção para a máquina selecionada a partir do manual da máquina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento desse trabalho se baseia no referencial teórico apresentado nessa seção. Nessa seção são apresentados conceitos fundamentais sobre a engenharia de manutenção, bem como um breve histórico do surgimento da manutenção, conceito, definições e tipos de manutenções.

Nascif e Dorigo (2013), afirmam que a alta competitividade e a exigência de um mercado consumidor exigiram que a indústria estivesse cada vez mais preparada para se adequar aos processos e as novas solicitações para um aumento de produção. A partir disso, na economia globalizada dos tempos atuais, é de suma importância que as organizações garantam sua sobrevivência através de melhorias contínuas com rapidez e eficiência em suas inovações. Sendo assim, buscando uma maior qualidade, confiabilidade e produtividade, foi necessária a implantação de técnicas de manutenção.

Ribeiro (2010), diz que a manutenção teve um papel essencial nesse desenvolvimento, pois era indispensável às atividades voltadas para o conserto e prevenção da deterioração dos seus equipamentos e componentes. Assim, o setor de engenharia de manutenção surgiu com a finalidade de desenvolver e implantar métodos que possibilitam uma reorganização e otimização dos recursos de gerenciamento com menores custos e descontentamento provenientes de falhas. Além disso, a engenharia de manutenção é vista nas grandes empresas como uma atividade bem estruturada com um formato definido e organizado de execução de processos, ou seja, a manutenção serve como uma ferramenta, para que uma determinada meta seja atingida a fim de obter resultados positivos, como um aumento

de produção, aliados às reduções de custos bem como uma redução do tempo perdido de execuções.

2.1 Um breve histórico da manutenção

Segundo Tavares (1998), a primeira geração da manutenção ocorre por volta de 1914, quando não existia nas empresas um setor de manutenção. Com a inexistência deste setor, quando um equipamento apresentava algum tipo de falha, este era reparado pelo próprio efetivo de trabalho que estivesse disponível no momento, ou seja, o conserto era realizado pelo próprio operador da máquina e a principal finalidade era fazer com que a máquina voltasse a trabalhar. Vale salientar que na década de 1910, os equipamentos eram muito grandes e quase não apresentavam nenhuma tecnologia. Dessa maneira, a história da manutenção mecânica tem início com o advento do progresso técnico-industrial, no final do século XIX, quando surgiu a necessidade dos primeiros reparos de falhas nas máquinas. Além disso, com o início da primeira guerra mundial e também com o aparecimento da produção em série, idealizada por Henry Ford, as fábricas deram início a um novo sistema de produção e por esta razão, fez-se necessário a criação de uma nova equipe responsável pelos reparos das máquinas no menor tempo. Em vista disso, surge um novo setor que seria responsável pela execução de manutenções, que nos dias de hoje é denominada como manutenção corretiva, e este era diretamente subordinado ao setor de produção.

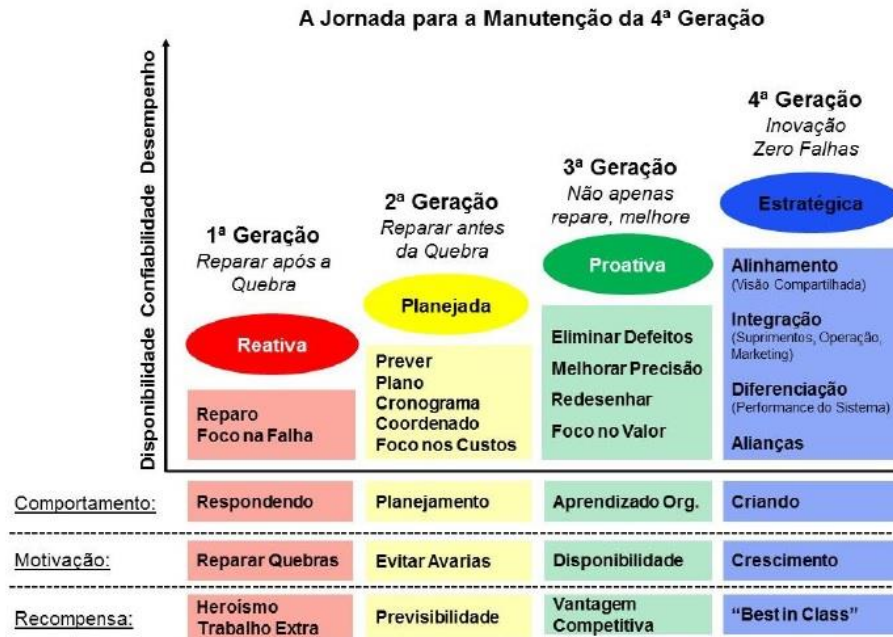
Acerca das considerações feitas por Siqueira (2005), a segunda geração da manutenção teve início nos anos de 1950, com o fim do pós-guerra, onde ocorreu a ascensão do cenário industrial que acarretou num aumento e rapidez da produção, surgiu uma nova necessidade de manutenção que estava centrada não somente em corrigir as falhas, mas também com o foco em evitar que as falhas voltassem a ocorrer. Dessa forma, o setor técnico, com a preocupação de melhorar o quadro geral da manutenção, começou a desenvolver um processo de prevenção aliado à correção de avarias para compor um quadro padronizado da manutenção, visando uma estrutura tão significativa quanto a operação.

De acordo com Bechtold (2010), depois da década de 1970, na terceira geração da manutenção, ocorriam mudanças na área gerencial e comportamental. Assim, as

indústrias começaram a utilizar ferramentas gerenciais para uma melhoria no controle de estoque zero. Além disso, havia uma preocupação em relação ao tempo com que as máquinas ficavam paradas e deixavam de produzir. Diante disso, o setor de manutenção tem a atenção voltada para um controle a partir de bancos de dados com todas as informações referentes á cada máquina e equipamento com o objetivo de prever a próxima falha da máquina para que seu reparo seja antecipado.

Segundo Mortelari, Siqueira e Pizzati (2011), a quarta geração da manutenção faz parte de sistemas integrados de gestão, isto é, existe uma atenção voltada em entender melhor a manutenabilidade e também a engenharia de manutenção. Dessa forma, o setor de manutenção faz uso de tecnologias avançadas através de sistemas interligados, investimentos otimizados e produtos inovadores e inteligentes, além do aumento da manutenção preditiva e monitoramento das condições de operação das máquinas. A figura 01a seguir mostra a evolução da manutenção, que segundo GFMAN (2016) a manutenção é fragmentada em quatro fases, ou gerações e ela representa uma diferenciação quanto aos modelos de comportamentos, juntamente com o conhecimento para cada fase da evolução da manutenção.

Figura 1 - Evolução da manutenção



Fonte: Adaptado de GFMAN (2016)

2.2 Tipos de manutenção

Inicialmente, precisamos entender melhor o conceito de manutenção, que segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, (1994)), como exposto na norma NBR – 5462, é uma combinação de ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

É preciso considerar que, segundo Kardec e Nascif (2013) uma empresa deve ter o conhecimento de todos os equipamentos que fazem parte do seu processo produtivo. Isso significa dizer que é necessário que toda equipe de manutenção saiba reconhecer qual o melhor tipo de manutenção apropriada para determinada máquina, a fim de obter a melhor solução para o seu reparo. Em vista disso, é necessário o conhecimento dos diversos tipos de manutenção, porém existe uma grande variação dos tipos de gerenciamento de manutenção, cada uma com certas peculiaridades e complexidades, variando muito para cada autor. Nesse sentido, o estudo dos tipos de

manutenções abordados é dividido em: corretiva, preventiva, preditiva e engenharia de manutenção.

2.2.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é bastante conhecida na área industrial e ainda hoje é muito utilizada na maioria das organizações. Muitos dos equipamentos considerados principais não possuem backup, isto é, não há disponibilidade de mais de um equipamento para mesma aplicação. Desse modo, uma falha no equipamento poderá gerar gargalos na produção e conseqüentemente acarretará altos custos de operação, riscos eminentes quanto à segurança do trabalho e impacto causados ao meio ambiente. Segundo considerações feitas por Xenos (1998), a manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma falha e sob uma perspectiva econômica, o custo da manutenção é mais desvantajoso do que a prevenção de falhas nos equipamentos. Além disso, pode causar grandes perdas na produção por conta do tempo em que os equipamentos permanecem parados.

2.2.2 Manutenção preventiva

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, (1994)), como exposto na norma NBR – 5462 define a manutenção preventiva como sendo a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de redução de falhas ou a deterioração da funcionalidade de um item.

Souza (2013), afirma que a manutenção preventiva tem a finalidade principal de prevenir a ocorrência de uma falha ou uma interrupção de um equipamento por uma eventual avaria. Desse modo, deve haver uma manutenção preventiva com enfoque planejado e previsto para que não ocorra imprevistos na manutenção. É importante saber que para haver êxito nesse tipo de manutenção preventiva é necessário que exista um plano de manutenção previamente definido com o propósito de restringir a capacidade e o desgaste dos equipamentos, garantir e melhorar o desempenho operacional. Dessa forma, torna-se possível agir antes e deter os altos custos com as intervenções não planejadas, além de procurar minimizar ao máximo os riscos de quebra nos equipamentos levando em consideração a normalização

dessa problemática e também a realização de dados estatísticos para as peças sobressalentes armazenadas em estoque.

Para a implantação da manutenção preventiva, Souza (2013) afirma que é possível seguir alguns critérios para o seu desenvolvimento, como a classificação dos equipamentos, a priorização, que tem objetivo de identificar os equipamentos importantes para a geração do produto, a classificação, que confere um cuidado dos equipamentos em relação aos demais e a estratégia, que garante a confiabilidade para manter os equipamentos em funcionamento, entre outros.

2.2.3 Manutenção preditiva

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994)), como mencionado na norma NBR – 5462, define a manutenção preditiva como a manutenção que permite garantir qualidade de serviço com base de uma aplicação sistemática de técnicas de análise, a fim de possibilitar uma redução da manutenção preventiva e diminuição da manutenção corretiva.

Conforme Kardec e Nascif (2013), a manutenção preditiva se intensifica com a ascensão do conhecimento tecnológico e com um acentuado desenvolvimento de equipamentos que possibilitem a análise verídica das instalações e sistemas operacionais em uso. O principal objetivo da manutenção preditiva é a prevenção de falhas nos equipamentos e sistemas. Dessa maneira, é necessário o acompanhamento de diversos parâmetros para que a operação dos equipamentos prossiga de forma contínua e pelo maior tempo em funcionamento. Logo, a manutenção preditiva dá ênfase para a disponibilidade, isso porque não gera a intervenção nos equipamentos ou sistemas, já que as verificações são tomadas com os equipamentos em produção, ou seja, em funcionamento.

Assim, conforme Branco Filho (2008), os parâmetros ideais para o bom condicionamento das máquinas e componentes são fornecidos pelos próprios fabricantes no manual de cada equipamento. Isso quer dizer que qualquer anomalia no setor alerta o planejamento e a programação da manutenção sobre a necessidade de intervenção em dias pré-determinados, após uma avaliação de uma possível avaria, porque esse alerta é adotado como uma técnica estratégica para o setor de manutenção e a partir dele há um tempo para a mobilização de uma intervenção

planejada e dos recursos que serão necessários. Isso poderá ser de curto ou longo prazo.

2.2.4 Engenharia de manutenção

Branco Filho (2008) trata que qualquer subárea dentro das atividades de manutenção está subordinada à engenharia de manutenção. Ou seja, o pessoal envolvido na manutenção é composto por profissionais altamente capacitados, especialistas na área de manutenção.

A equipe responsável pela manutenção, segundo Branco Filho (2008), geralmente, é formada por uma equipe multidisciplinar, e integrada por engenheiros de manutenção de diversas áreas como, mecânica, elétrica, mecatrônica, e dependendo das indústrias ainda contam com profissionais da área da civil e técnicos administrativos. Assim, os profissionais da área da manutenção são responsáveis pela implantação e análise de todas as estratégias, metodologias em seus fluxos produtivos, bem como a estruturação da manutenção, os métodos que devem ser aplicados e a determinação da priorização dos equipamentos para adoção dos sistemas preventivos.

Kardec e Nascif (2013), afirma que a engenharia de manutenção está ligada fortemente ao *benchmark* com a finalidade de aplicar várias técnicas modernas, ou seja, buscando adequar o seu nível de excelência ao de países desenvolvidos.

Portanto, ainda acerca das considerações de Kardec e Nascif (2013), dentre as principais atribuições da engenharia de manutenção estão:

- Aumentar a confiabilidade
- Aumentar a disponibilidade
- Aumentar a manutenibilidade
- Aumentar a segurança
- Eliminar problemas crônicos
- Solucionar problemas tecnológicos

- Melhorar a capacitação pessoal
- Gerir materiais e sobressalentes
- Participar de novos projetos
- Dar suporte à execução
- Fazer análise de falhas e estudos
- Elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica e periódica
- Acompanhar os indicadores
- Zelar pela documentação técnica

2.3 Práticas básicas da manutenção

Conforme Kardec e Nascif (2013), existem três práticas que são essenciais na manutenção, que são: 5S, MPT (Manutenção Produtiva Total) e polivalência ou multiespecialização. Assim, no decorrer dessa seção serão apresentadas as principais informações sobre cada uma delas.

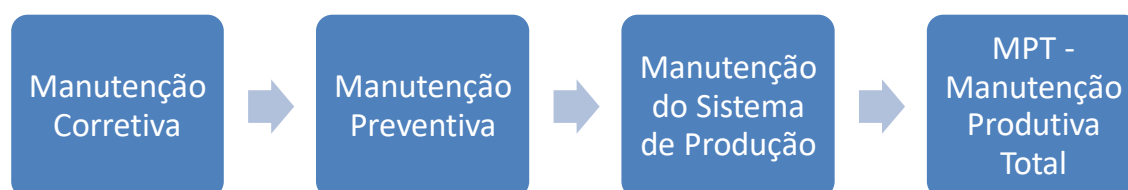
2.3.1 Manutenção produtiva total (MPT)

Segundo Pereira (2011), durante muito tempo as indústrias adotaram o sistema de manutenção corretiva e conseqüentemente surgiam desperdícios, perda de tempo e de esforços de trabalho humano, somado a tudo isso ainda havia o agravante de prejuízos financeiros. Desse modo, com as perspectivas desse problema iniciou-se um período de maior atenção aos sistemas preventivos e, diante disso, foi desenvolvido o conceito da Manutenção Produtiva Total, cuja sigla MPT é muito conhecida, e tem enfoque principalmente em programas com uma fusão de técnicas preventivas e preditivas.

Ainda nas considerações de Pereira (2011), a manutenção preventiva se originou nos Estados Unidos e logo após foi estabelecida no Japão em 1950. Diante disso as empresas até então trabalhavam com o conceito corretivo, onde a ideia era a reparação do equipamento após a falha. Depois disso, por volta de 1960 há a implantação da confiabilidade para uma melhoria da eficiência das empresas, já nos

anos de 1970 surge a metodologia denominada MPT, que tinha como principal objetivo a maior eficiência na área produtiva que tinha como filosofia o respeito de cada indivíduo e a total participação dos empregados. A seguir, a figura 02 representa a cronologia da evolução para o MPT.

Figura 2 - Cronologia da evolução para a MPT

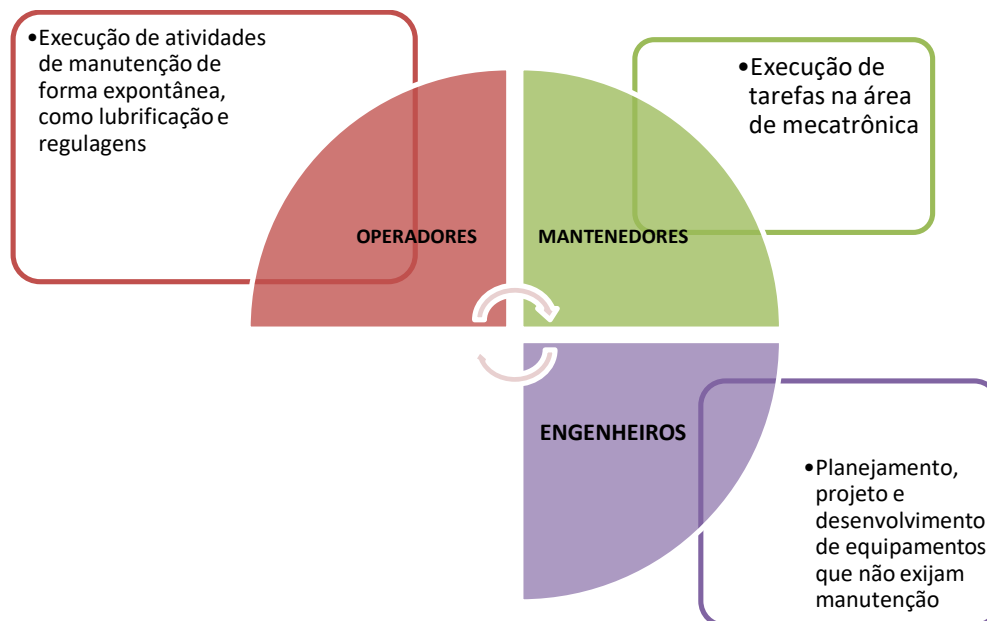


Fonte: Adaptado de Pereira (2011)

Para Kardec e Nascif (2013) a MPT tem como objetivo a eficiência de uma empresa por intermédio de maior qualificação das pessoas e aperfeiçoamento dos equipamentos. Além disso, vale salientar que há uma preocupação em capacitar os empregados para que possam conduzir as fábricas já embarcadas com sistemas de automação. Há uma necessidade de desenvolver o treinamento do pessoal para que

seja promovida uma modificação nas máquinas e equipamentos. A figura 03 a seguir demonstra o perfil dos empregados através de treinamento e capacitação.

Figura 3 - Perfil dos empregados através da capacitação



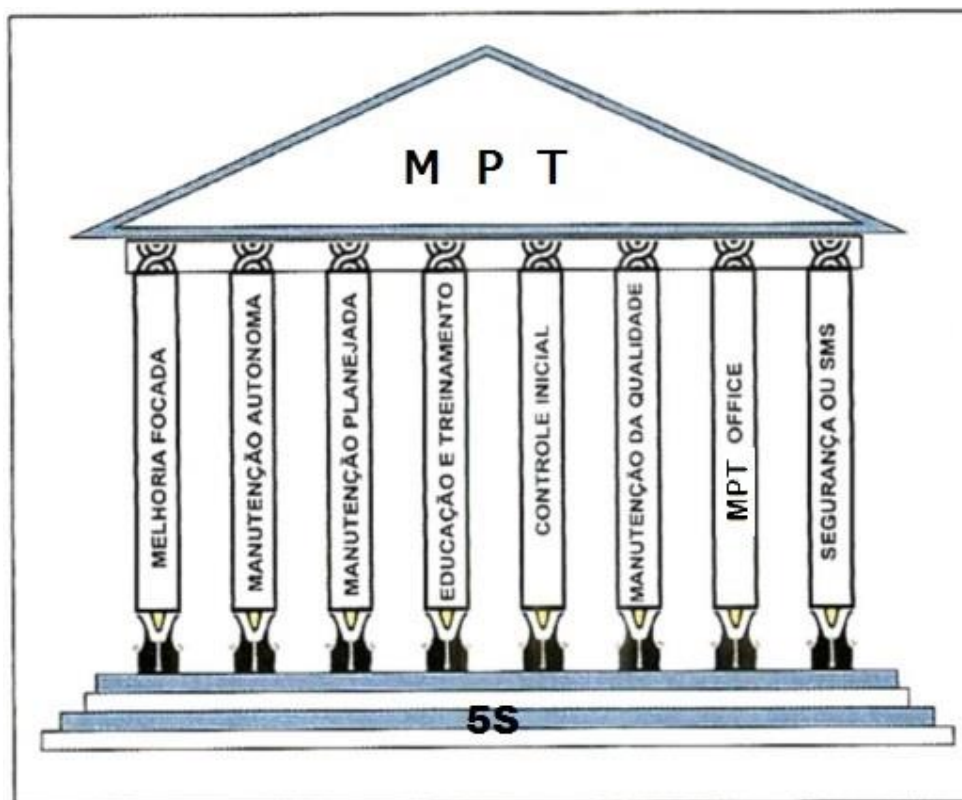
Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2013)

Considerando um desempenho baseado na eficiência, Branco Filho (2008), diz que para a MPT obter os resultados propostos é imprescindível a participação e comprometimento de todos.

Baseia-se no fato de que as causas das falhas e má qualidade são interdependentes. Muito treinamento, muita disciplina, muita limpeza e a participação total de todos são os pontos a serem perseguidos. O operador para ser operador-mantenedor e sua presença deve ser incentivada. O conceito a ser usado é “**da minha máquina cuida eu**” e tem que ser uma realidade. (BRANCO FILHO, 2008).

Nesse sentido, Kardec e Nascif (2013) diz que a metodologia da MPT é sustentada por oito grupos de gestão aos quais denomina pilares e tem por finalidade estabelecer um sistema que procura a obtenção de uma maior eficiência produtiva. A figura 4 apresenta a estruturação da metodologia da MPT.

Figura 4 - Os oito pilares da MPT



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2013)

Segundo Souza (2013), o conceito de 5S foi inserido na estruturação da MPT, tornando-se a base principal que faz o sustento dos oito pilares.

2.3.2 Os oito pilares da MPT

A apresentação dos tópicos a seguir segue os conceitos e as interpretações dos trabalhos de Kardec e Nascif (2013), Pereira (2011), Souza (2013) e Gonçalves (2016).

- **Melhoria Focada**

Este pilar tem o objetivo de aperfeiçoar o desempenho do equipamento. Para chegar a esse resultado são necessárias ações permanentes para reduzir perdas e uma maior eficiência global do equipamento.

- **Manutenção Autônoma**

Os operadores possuem a máxima liberdade de ação para identificar as avarias e tomar as decisões relativas à manutenção necessária, com

responsabilidade e disciplina, ou seja, este pilar tem foco principal no desenvolvimento dos operadores para os reparos das máquinas e componentes.

- **Manutenção Planejada**

Para este pilar, é preciso considerar a formação de uma estrutura com funções bem definidas dentro da organização da empresa, pois apresenta todas as técnicas de manutenção, como a manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

- **Educação e Treinamento**

Nesse pilar, o foco principal está centrado no desenvolvimento e capacitação de todos os funcionários da empresa para que assim desempenhem suas funções com total segurança e senso de responsabilidade, pois com a capacitação profissional dos colaboradores há melhor ganho de produtividade e eliminação de problemas operacionais nos setores.

- **Controle Inicial**

Este pilar aborda o ciclo de vida dos equipamentos, pois em todas as fases já mencionadas são incrementadas a prevenção da manutenção, desde a especificação até o descarte. Assim, uma manutenção eficaz se baseia em um bom projeto com a certeza de prever o conserto com agilidade e qualidade.

- **Manutenção da Qualidade**

Tem a finalidade de zelar pela perfeita condição de uso dos equipamentos a fim de manter a qualidade dos produtos em seus processos. Além disso, os parâmetros são monitorados periodicamente de forma a restringir a ocorrência de avarias.

- **MPT Office**

Nesse pilar, o setor administrativo é o responsável por alinhar o programa de modo a interligar as ferramentas de gestão e as metodologias que se aglutinam para formar um resultado considerável para o gerenciamento das

organizações. O objetivo principal do *Office* é integrar os demais setores como os departamentos de recursos humanos, financeiro entre outros.

- **Segurança ou SMS**

O principal objetivo desse pilar é manter os indicadores de danos ambientais, acidentes e saúde ocupacional zerados. Desse modo, todas as atividades dos setores da empresa devem zelar pela segurança do trabalho e pelo meio ambiente a fim de firmar os propósitos, normas e leis para o cumprimento das tarefas e do processo produtivo geral.

2.3.3 O programa 5S

A partir das considerações de Souza (2013), o conceito 5S abrange toda a empresa e engloba todos os setores. Isso quer dizer que todos os objetivos ligados à MPT estão interligados pela aplicação da conscientização e treinamento de todos os funcionários da empresa, isto é, ficam sob responsabilidade dos funcionários os cuidados com os equipamentos dos quais fazem uso no ambiente de trabalho. Assim, os conceitos que compõe o programa 5S são:

1. Seiri: organização; implica em eliminar o supérfluo.
2. Seiton: arrumação; identificar e colocar tudo em ordem.
3. Seiso: limpeza; limpar sempre e evitar sujar.
4. Seiketsu: padronização, manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.
5. Shitsuke: disciplina; autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.

2.3.4 Polivalência ou multiespecialização

De acordo com Kardec e Nascif (2013), os trabalhadores são estimulados a procurar novos conhecimentos para consolidar um conjunto de novas habilidades. Isto é, o funcionário precisa estar sempre empenhado com o espírito de mudanças no sentido de desenvolver novas habilidades interpessoais e também deter uma compreensão sobre a forma como a sua empresa está inserida no mercado global. Assim, faz-se necessário que os funcionários tenham algumas habilidades como, disposição e força de vontade para descobertas de novas habilidades, conhecimento

organizacional, conhecimento na área da informática, habilidades interpessoais, atitudes proativas entre muitas outras.

3 METODOLOGIA

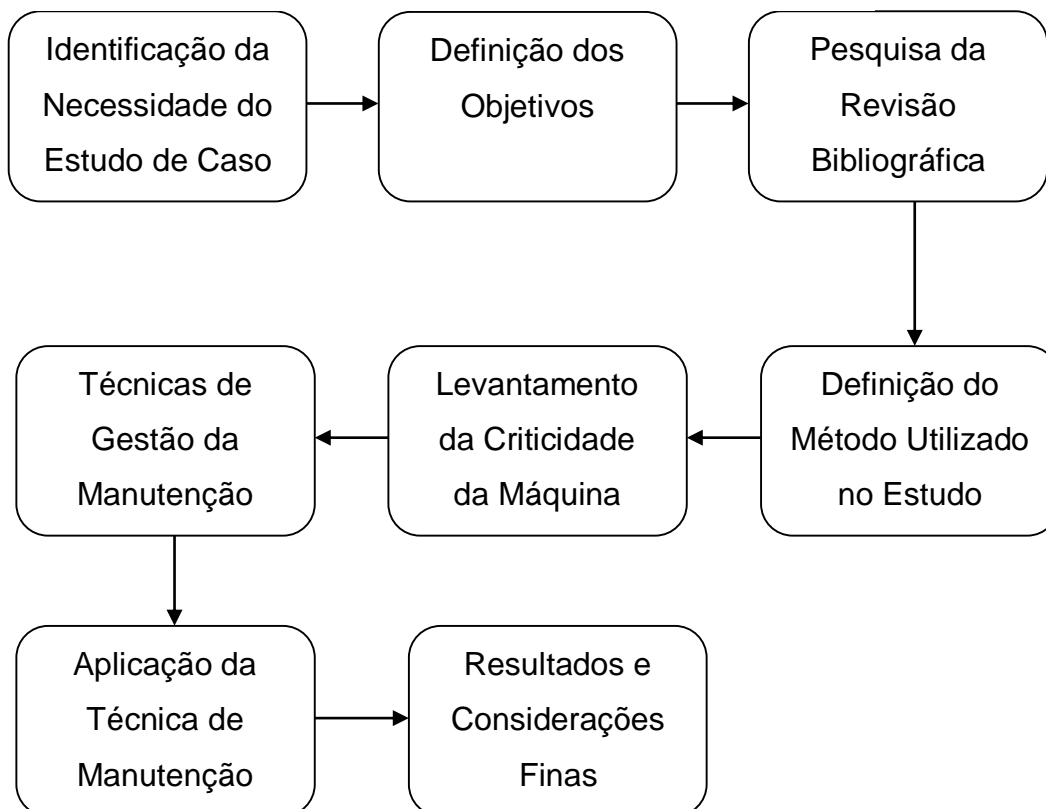
Esta seção do trabalho tem por finalidade apresentar a metodologia aplicada para atingir os objetivos específicos do estudo de caso. Assim, o trabalho é dividido em alguns tópicos para o melhor entendimento de todo o processo a respeito das características e resultados acerca da gestão de manutenção.

Este trabalho apresenta um estudo de caso na área da gestão de manutenção que tem por finalidade um aumento da confiabilidade e da disponibilidade de máquinas e equipamentos de uma empresa de beneficiamento de arroz.

O trabalho proposto tem seu desenvolvimento a partir de pesquisas exploratórias e participativas, onde a primeira se caracteriza pelo desenvolvimento ao longo de todo o trabalho acerca dos estudos de métodos e ferramentas utilizadas, além do conteúdo teórico para a fundamentação teórica dos assuntos pertinentes para a composição do estudo. Já a pesquisa participativa é aplicada com a interação entre pesquisador e a empresa na qual é feito o estudo de caso, para que seja feita a coleta de todos os dados sobre o processo para elaboração de uma análise técnica, como escolha das máquinas e componentes, o método de criticidade e ainda a tomada de decisões que irão influenciar nos resultados do estudo de pesquisa feita pelo autor em conjunto com os gestores da empresa. A seguir a figura 5 apresenta o fluxograma do

estudo proposto de todas as etapas para o desenvolvimento da gestão de manutenção de uma máquina da empresa de beneficiamento de arroz.

Figura 5 - Fluxograma da metodologia do estudo



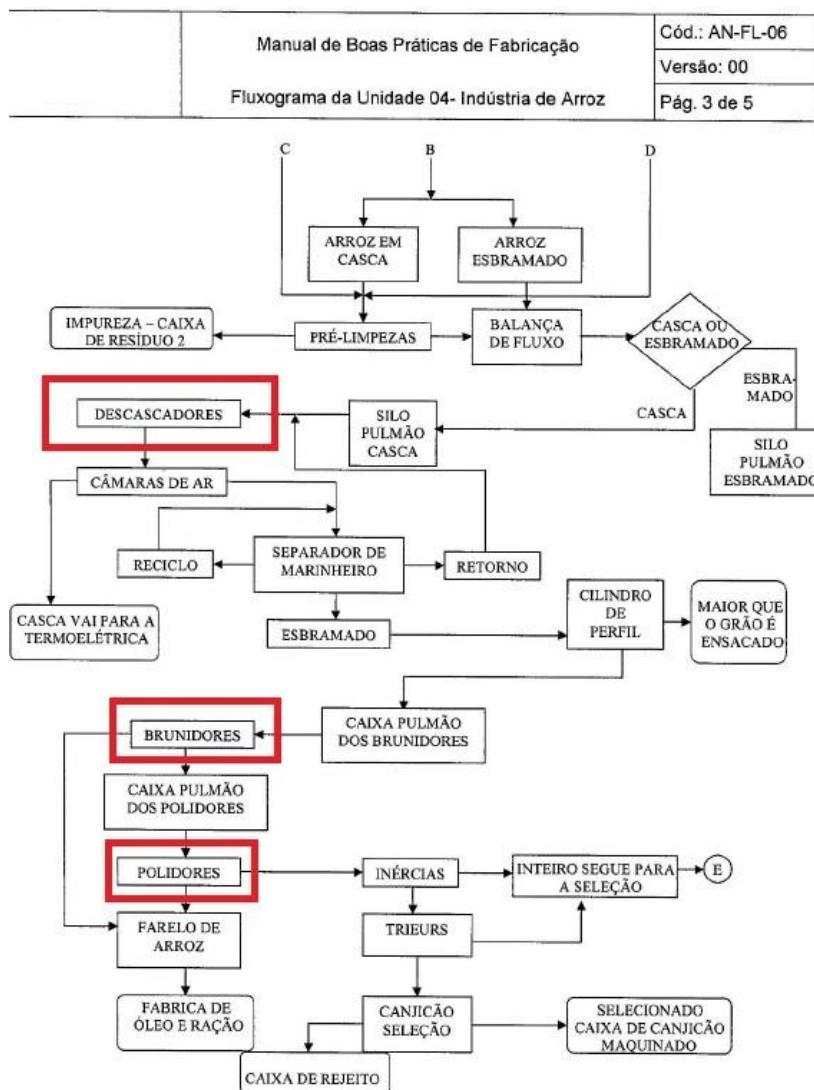
Fonte: Autoria própria

3.1 Estudo da seleção do equipamento

Há vários sistemas dependentes entre si no processo de beneficiamento de arroz. Dessa forma, a figura 6 apresenta o fluxograma da unidade de processamento onde o arroz é fabricado, com vários equipamentos que são interligados e dependentes um do outro para a composição e o bom funcionamento de todo processo produtivo. A partir da análise para o estudo de caso e não havendo uma necessidade de validação do método para todos os equipamentos que constituem o processo, foram escolhidos três principais equipamentos que compõem o fluxograma do processo produtivo ao qual o arroz está submetido. Estes equipamentos, que estão marcados com seus respectivos lugares dentro do fluxograma, são de suma

importância para a continuidade de todo o processo de beneficiamento do arroz. Estes equipamentos são: os descascadores, os brunidores e os polidores.

Figura 6 - Fluxograma da fabricação e máquinas do processo



Fonte: Acervo da empresa

3.2 Definição das máquinas

- **Descascador:** O descascador é uma máquina que tem por objetivo retirar a casca do arroz para garantir uma melhor qualidade e um melhor rendimento de grãos inteiros.
- **Polidor:** A principal função do polidor é conferir um melhor acabamento superficial dos grãos do arroz através de uma remoção do farelo do arroz

para que a superfície do arroz esteja livre de riscos ou danos acarretados pelo processo.

- **Brunidor:** Tem por finalidade obter o arroz com grãos inteiros, ou seja, uma brunição uniforme possibilita um grão homogêneo sem quebras e livre de falhas, sendo uns dos principais equipamentos dentro do processo de beneficiamento.

3.3 Escolha da máquina para o estudo de caso

É preciso considerar que um equipamento crítico para um processo de produção é aquele que apresenta um grau elevado de falhas em função de sua utilização e conseqüentemente acarreta em problemas e riscos sob o ponto de vista de diversos aspectos, como por exemplo saúde, meio ambiente e segurança. Diante disso, a escolha da máquina para o estudo de caso de gestão de manutenção baseia-se em alguns parâmetros significativos, que segundo Branco Filho (2008), contemplam uma análise subjetiva com alguns questionamentos necessários que levam em consideração algumas classificações considerando a consequência da falha como:

Equipamentos Classe A – Falha com riscos ao Ser Humano.

É preciso ter atenção quanto a uma inesperada falha, pois poderá causar danos físicos e mentais aos indivíduos.

- A falha poderá ocasionar danos pessoais?

Equipamentos Classe B – Falhas com Riscos ao Meio Ambiente.

Uma falha na máquina poderá acarretar danos ao meio ambiente.

- A falha poderá ocasionar danos ao meio ambiente?

- Equipamentos Classe C – Falhas com Riscos de Paradas.
Poderá causar uma parada na produção com uma eventual falha.
- A falha acarreta parada na produção?
- Equipamentos Classe D – Falhas com Perda de Qualidade.
Uma falha poderá prejudicar a qualidade da produção.
- A falha ocasiona a perda da qualidade do produto fabricado?
- Equipamentos Classe E – Falhas com Risco de Redução de Produção.
A falha acarretará na redução da produção, mas não parada geral da mesma.
- A falha reduz a produção?
- Equipamentos Classe F – Falhas sem riscos.
Uma eventual falha não causa nenhum dos efeitos já citados anteriormente.

Diante dos dados expostos, faz-se necessário a criação de uma matriz de decisão com as classificações mencionadas, anteriormente, para que se estabeleça uma relação com os equipamentos da empresa, no qual foram pontuados em um dos três critérios de avaliação, descritos como:

1. Baixo impacto
2. Médio impacto
3. Alto impacto

O anexo A representa a pontuação dos três equipamentos em relação ao grau de impacto para cada uma das classificações mencionadas anteriormente

Nesse sentido, a máquina escolhida poderia ser qualquer uma no setor de fabricação de beneficiamento de arroz pelo grau de impacto analisado. Dessa maneira, constatou-se uma igualdade no impacto das respectivas máquinas e como critério de escolha, foi considerada a máquina que é considerada gargalo no processo de produção, sendo esta, a máquina responsável pela brunição do arroz. Além disso, a quantidade de máquinas responsáveis pela brunição é um total de 9 brunidores,

esses brunidores trabalham 24 horas por dia e não possuem máquinas brunidoras reservas, caso uma das máquinas venha a falhar e apresentar problemas.

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados do estudo de caso com a finalidade de atingir os objetivos mencionados anteriormente.

É preciso considerar que é necessária uma estrutura inicial para o plano de manutenção, ou seja, é preciso ser realizado uma coleta de dados referentes à máquina a ser realizado o plano de manutenção para a identificação dos componentes principais e periféricos que apresentem falhas e/ou danos.

Dessa forma, como a empresa não utiliza uma manutenção preventiva na indústria, é perceptível a alta quebra dos componentes do brunidor horizontal e conseqüentemente um alto grau de manutenções para a empresa. Em vista disso, é proposto o plano de manutenção preventivo com a finalidade de trazer benefícios como a diminuição de ordens de serviço e com ganho de disponibilidade das máquinas para desempenharem suas funções de trabalho reduzindo a quantidade de parada.

4.1 Identificação das falhas do brunidor horizontal

Em um primeiro momento, para definir quais os componentes críticos, são realizadas análises a partir do histórico de manutenção do brunidor horizontal. Para a realização desta análise preliminar foi utilizado o sistema informatizado da empresa sob estudo, o qual é utilizado para a elaboração das ordens de manutenção (OM), onde foi possível identificar quais componentes mais apresentaram falhas e quais os problemas mais recorrentes no período de maio e junho de 2019. Logo, as informações referentes aos componentes críticos que mais apresentam falhas no brunidor horizontal estão apresentadas na tabela 1 e tabela 2 a seguir.

Tabela 1 - Componentes críticos do mês de maio de 2019

Componentes com problemas		
Componente	Quantidade	%
Caixa de acionamento pneumático	3	3,57
Bica para amostra da produção	5	5,95
Sistema pneumático	2	2,38
Tela	5	5,95
Pedras	43	51,19
Coroa	2	2,38
Correia	5	5,95
Rolamento	9	10,71
Rosca alimentadora	1	1,19
Eixo	1	1,19
Colunas de breque	4	4,76
Breque	4	4,76
TOTAL	84	100,00

Fonte: Autoria própria.

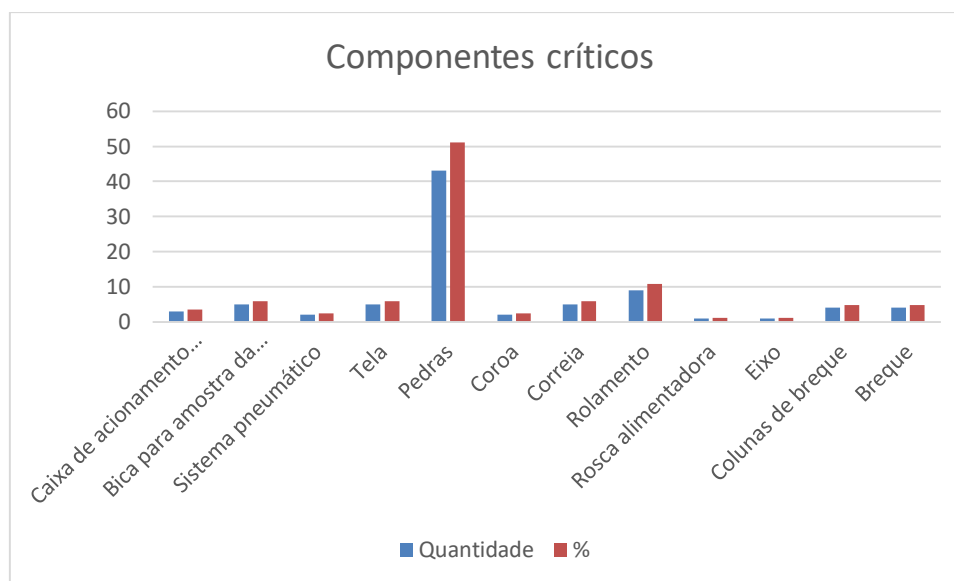
Tabela 2 - Componentes críticos do mês de junho de 2019

Componentes com problemas		
Componente	Quantidade	%
Troca de motor	1	0,8
Caixa de acionamento pneumático	4	3,2
Sistema pneumático	3	2,4
Pedras	61	48,8
Coroa	12	9,6
Correia	15	12
Bucha	6	4,8
Rolamento	7	5,6
Parafuso	2	1,6
Colunas de breque	4	3,2
Breque	6	4,8
Ventuinha	1	0,8
Manopla	1	0,8
Tampa superior	1	0,8
Anel cônico	1	0,8
TOTAL	125	100

Fonte: Autoria Própria

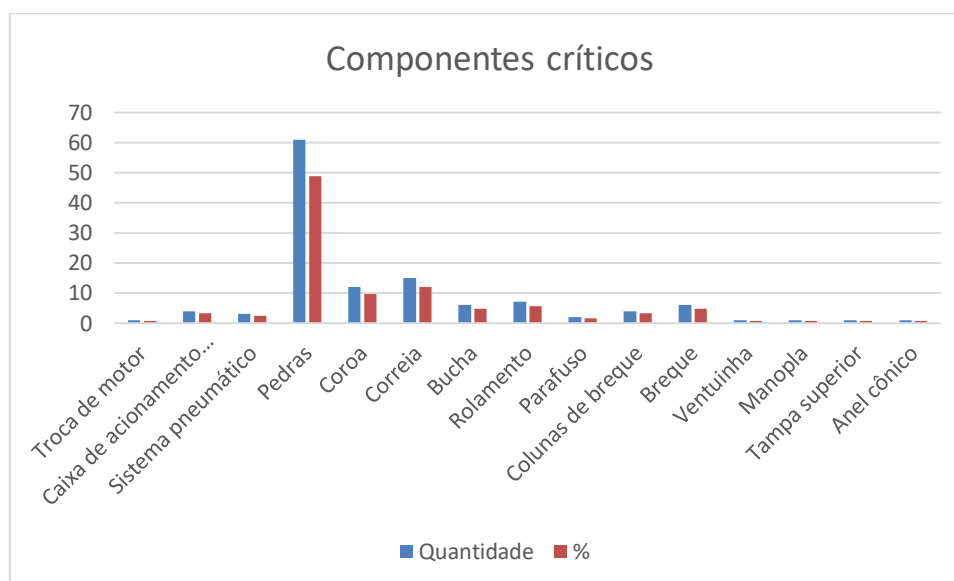
Dessa forma, para uma análise detalhada é proposto o gráfico com a relação percentual dos principais equipamentos críticos do brunidor horizontal apresentado na figura 7 e figura 8, no período do mês de maio e junho de 2019 respectivamente.

Figura 7 – Gráfico percentual dos componentes críticos do mês de maio de 2019



Fonte: autoria própria.

Figura 8 - Gráfico percentual dos componentes críticos do mês de junho de 2019



Fonte: Autoria própria.

Diante dos dados expostos, é possível verificar que no período do mês de maio de 2019 os três principais componentes críticos do brunidor horizontal são as pedras, correias e rolamentos, já no período de mês de junho de 2019 os três componentes críticos são as pedras, coroas e correias, ou seja, esses componentes apresentaram

mais falhas durante o período ocasionando custo de perda de produção para a empresa em estudo.

4.2 Definição dos componentes críticos

É preciso considerar que segundo Branco Filho (2008) a falha pode ser entendida como a perda da capacidade de um equipamento realizar uma função específica, ou seja, é a ação de sofrer a diminuição total ou parcial da capacidade do componente da máquina desempenhar sua função em um determinado período de tempo, visto que o componente deverá ser substituído ou sofrer uma manutenção corretiva. Em vista disso, pela análise dos gráficos anteriores é evidente o maior número de falhas nas pedras, correias e rolamentos do brunidor horizontal. Logo, esses três componentes são tomados como pilotos para a implementação de um plano de manutenção através de seus respectivos manuais do fabricante e tão logo acrescidos de um plano de manutenção complementar para os manuais das correias a partir dos manuais dos fabricantes das mesmas.

- **Pedras:** Servem como uma superfície abrasiva para a brunição do arroz. Além disso, as pedras gastas pela ação abrasiva do produto podem gerar a quebra excessiva do grão de arroz comprometendo a qualidade do produto final.
- **Correias:** São usadas para transmitir potência entre os eixos paralelos e consequentemente transmitir movimento.
- **Rolamentos:** A função do rolamento é de transferir movimento, isto é, suportam e guiam componentes que giram um em relação ao outro, além de transmitir força.

4.3 Plano de manutenção do brunidor horizontal segundo o manual do fabricante

A partir do manual do fabricante do brunidor horizontal é possível estabelecer alguns requisitos a serem adotados para a implementação de um plano de manutenção destinadas a prevenção de falhas, panes e quebras do equipamento.

4.3.1 Manutenção periódica – inspeção do operador

Seguindo o plano de manutenção do manual do fabricante, as pedras, correias e rolamentos requerem uma manutenção periódica devido ao desgaste. Assim, a manutenção periódica para cada brunidor horizontal da empresa está embasada nos dados referentes ao regime de trabalho de 10 horas/dia conforme ilustra a figura 9.

Figura 9 - Componentes para inspeção para cada brunidor devido ao desgaste

ITEM	QUANT.	INSPEÇÃO	LUBRIF.	INVERTER
TELA	04	5 dias	**	30 dias
PEDRA	08	30 dias	**	**
BREQUES	08	150 dias	**	550 dias
ANEL CONICO	01	3 meses	**	**
ROSCA DE ENTRADA	01	3 meses	**	**
ANEL DE DESGASTE	01	3 meses	**	**
COLUNAS	04	3 meses	**	**
ROLAMENTO 6211 2RSR	02	1 ano	**	**
ROLAMENTO 1213 K	01	6 meses	500 hrs	**
CORREIAS	07	30 dias	**	**

Fonte: Manual do fabricante.

Conforme os dados apresentados pela figura 9 é possível verificar que para as pedras a inspeção recomendada é de 30 dias, para o rolamento 6211 2RSR a inspeção é anual, já para o rolamento 1213 K a inspeção periódica é semestral com a necessidade de lubrificação a cada 500 horas e para as correias a inspeção periódica é de 30 dias.

Dessa forma, o manual do fabricante ainda indica que é recomendado utilizar 10 mm do diâmetro total das pedras para cada brunidor horizontal, isto é, quando o diâmetro do rebolo estiver com 340 mm é recomendado a sua troca.

Considerando o brunidor do segundo passe, a vida útil dos componentes, tais como telas, pedras, colunas, anel de desgaste, anel cônico e rosca de entrada, tende a aumentar consideravelmente.

4.3.2 Manutenções preventivas

Com plano de manutenção preventivo para o brunidor horizontal é possível garantir ações planejadas e revisões sistemáticas para o controle e monitoramento da máquina com a finalidade de reduzir e impedir as suas falhas.

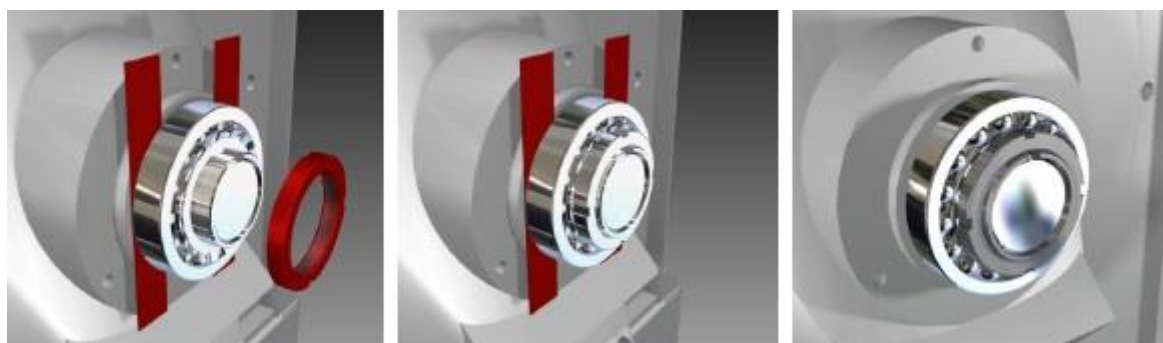
4.3.2.1 Manutenção da troca das pedras

Para a manutenção preventiva das pedras é necessário seguir alguns passos conforme a orientação do manual do fabricante. Assim, a implementação do plano de manutenção preventivo para as pedras, do brunidor horizontal, está disposta no anexo B deste trabalho.

4.3.2.2 Manutenção do rolamento 1213 K do eixo da camisa

Para a montagem correta do rolamento é necessário a colocação de duas chapas com aproximadamente 1 mm de espessura atrás do respectivo rolamento para um espaçamento correto, após é realizado um aperto na porca de fixação para o fechamento da trava de arruela aranha. Logo, é necessário a retirada das chapas de espaçamento para que seja possível o rolamento girar livremente conforme ilustrado na figura 16.

Figura 10 - Montagem e manutenção do rolamento

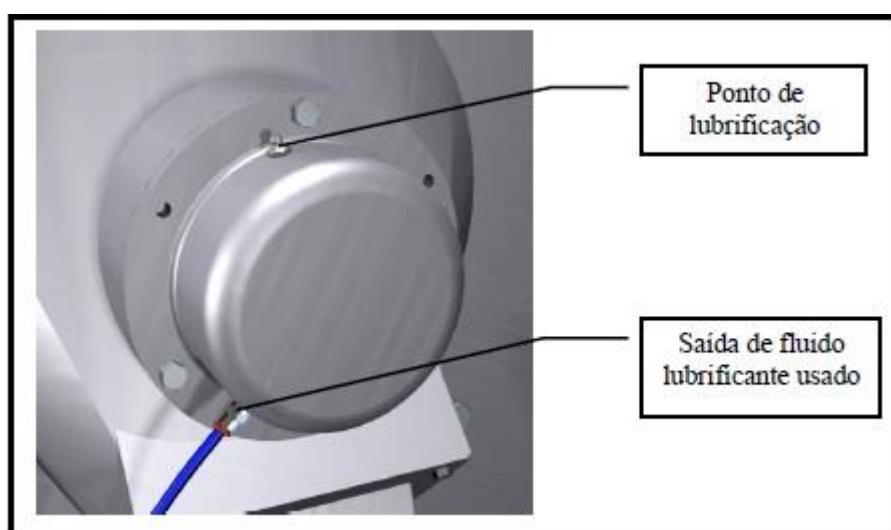


Fonte: Manual do fabricante.

Assim, após a montagem completa do conjunto é feita a lubrificação com graxa tipo sabão de Lítio NGLI 2 até que a mesma saia pela caixa coletora de fluido.

A lubrificação do rolamento 1213 K possui apenas um ponto de lubrificação como mostrado na figura 17.

Figura 11 - Lubrificação do rolamento



Fonte: Manual do fabricante.

4.4 Implementação do plano de manutenção complementar do brunidor horizontal proposto pelo autor a partir do manual do fabricante

O plano de manutenção preventivo proposto para o brunidor horizontal é referente às correias usada pela empresa, no qual a referência nominal da correia usada é a correia em V, B 112 da fabricante Continental Contitech. Dessa forma, é

possível realizar a implementação de um plano de manutenção preventivo seguindo as recomendações da própria empresa fabricante das correias.



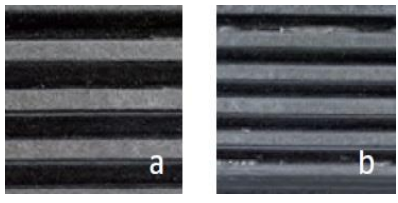
4.4.1 Manutenção e substituição das correias


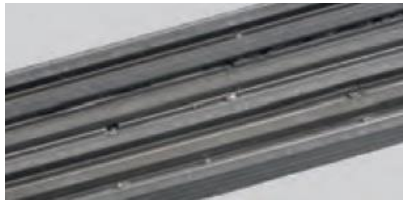


Considerando as especificações referente ao manual do fabricante das correias, é importante considerar que muitas vezes as correias estão sujeitas à flexão alternada e expostas a péssimas condições ambientais como por exemplo ao pó, sujidade e suscetíveis às variações de temperatura decorrentes do compartimento do motor, que por esses motivos sofrem envelhecimento e desgaste, dever devendo ser substituídas, geralmente a cada 20000h. Em vista disso, o manual do fabricante ainda afirma que:




- Para as correias trapezoidais o tensionamento é comumente realizado através de eixos dos agregados ajustáveis/deslocáveis, sendo que em alguns casos é utilizado uma polia tensora;
- Montar exclusivamente correias corretamente armazenadas e com tempo de armazenagem que respeite o máximo recomendado;
- Utilizar exclusivamente correias com o perfil e o comprimento certos, sendo os comprimentos das correias trapezoidais indicados de várias formas, como comprimento exterior (L_a), comprimento da camada de tração (L_d) e comprimento interior (L_i);
- Utilizar sempre a ferramenta especial certa para a troca das correias.

Ainda acerca das afirmações do manual do fabricante é possível acrescentar a implementação de um plano de manutenção preventivo seguindo o manual do fabricante das correias a partir da tabela 3 com as principais informações referentes aos problemas e soluções para as correias do brunidor horizontal.

Tabela 3 - Manutenção das correias segundo manual do fabricante Continental Contitech

Problema	Problema típico	Causa	Solução
Forte desgaste do perfil ou dos flancos		¹ Polias, roletes ou agregados com defeito; ² Polias sem alinhamento; ³ Elevada patinagem; ⁴ Perfil das polias gasto; ⁵ Forte vibração da correia.	¹ Substituição das peças ou correias; ² Alinhar polias e se necessário substituir as correias; ³ Verificar comprimento da correia, substituir correia, ajustar tensão ⁴ Substituir polias, substituir correias; ⁵ Verificar e se necessário substituir <i>Overrunning Alternator Pulley OAP</i> , o <i>Torsional Shake Damper TSD</i> e a unidade tensora, substituir correia.
Desgaste irregular do perfil		¹ As polias não ficam alinhadas; ² Fortes vibrações da correia.	¹ Alinhar polias desalinhadas ou substituí-las, substituir a correia; ² Verificar e, se necessário o OAP, o TSD e a unidade tensora, substituir correia.
Formação de arestas nas nervuras (a) e abrasão do perfil (b)		¹ Polias sem alinhamento; ² OAP ou TSD defeituosos; ³ Correia colocada descentrada nas polias nervuradas.	¹ Verificar o acionamento, alinhar polias desalinhadas ou substituí-las, substituir correias; ² Verificar funcionamento e, se necessário, substituir OAP, o TSD e a unidade tensora, substituir correia;

			³ Substituir a correia, verificar o assento correto da correia.
Roturas e erupções no perfil		¹ Tensão da correia muito alto ou baixo; ² Vida útil ultrapassada; ³ Superaquecimento da correia.	¹ Substituir correia, ajustar a tensão; ² Substituir a correia; ³ Eliminar a causa do superaquecimento (Temperatura do motor alta), substituir correia.
Danificação do perfil		¹ Corpos estranhos no acionamento da correia.	¹ Verificar todos os componentes quanto a danos e, se necessário, limpar ou substituí-los, substituir correia.
Nervuras arrancadas		¹ Desalinhamento por montagem descentrada da correia nas polias nervuradas; ² As polias não ficam alinhadas; ³ Correia salta para uma posição descentrada devido à vibração; ⁴ Corpos estranhos (areia) na polia.	¹ Substituir correia, verificar posição correta da correia; ² Alinhas polias desalinhadas ou substituí-las, substituir correias; ³ Verificar funcionamento e, se necessário substituir o OAP, o TSD e a unidade tensora, substituir a correia; ⁴ Eliminar os corpos estranhos e, se necessário substituir as polias, substituir correias.
Corda de tração rasgada nas costas da correia ou flanco da correia		¹ Desalinhamento causado por montagem descentrada da correia nas polias nervuradas;	¹ Substituir a correia, verificar a posição correta da correia; ² Verificar o livre movimento da correia, alinhar as polias

		² Deslocamento lateral da correia contra aresta fixa; ³ Pré-tensão muito alta.	desalinhadas e, se necessário substituí-las, substituir a correia; ³ Substituir a correia, ajustar a tensão corretamente.
Danificação das costas da correia		¹ Polia posterior defeituosa ou com movimento difícil; ² Camisa danificada por corpos estranhos; ³ Formação de aresta na camisa devido ao desgaste.	¹ Substituir a polia posterior, substituir a correia; ² Verificar o acionamento quanto a corpos estranhos, substituir a polia, substituir a correia; ³ Substituir a polia, substituir a correia.
Falha da correia devido à influência química de produtos de serviço		¹ Inchamento da mistura de elastômeros e da dissolução da vulcanização.	¹ Eliminar fugas do motor ou no compartimento do motor (por ex., vertedora de óleo, combustível, líquido de refrigeração, etc.), limpar as polias, substituir a correia.
Flancos polidos endurecidos		¹ Pré-tensão incorreta; ² As correias em V estão incorretamente emparelhadas; ³ Ângulo de flanco da correia em V.	¹ Substituir a correia, ajustar a tensão corretamente; ² Substituir sempre o conjunto de correias completo; ³ Substituir a correia, verificar a atribuição correta da correia.

Fonte: adaptado de manual do fabricante.

4.4.2 Armazenagem e montagem das correias

Segundo as considerações do manual do fabricante das correias ainda é possível acrescentar um plano de armazenagem e manuseio para melhores

desempenhos de trabalho de forma confiável e duradoura em condições operacionais extremas. Assim, é necessário seguir as considerações da tabela 4 para evitar danos antes da utilização a partir de uma armazenagem e manuseio correto.

Tabela 4 - Armazenagem e montagem das correias

Armazenagem	Montagem
Em local seco e fresco (15 – 25 °C).	Seguir as instruções de montagem do fabricante da máquina.
Sem exposição à luz solar direta e sem influência direta do calor.	Utilizar a ferramenta especial indicada e nunca colocar as correias nas polias com força excessiva, por exemplo utilizando um ferro de montagem ou semelhante.
Não armazenar nas imediações de substâncias facilmente inflamáveis ou agressivas, nem de lubrificantes e ácidos.	Se necessário, ajustar a tensão da correia indicada pelo fabricante com um tensímetro.
Tempo máximo, de armazenagem, de 5 anos.	Proteger as correias da influência de óleo (incluindo a nuvem de óleo) e de outros líquidos de serviço, tais como líquidos de refrigeração, combustíveis e óleo dos travões. Não utilizar sprays nem produtos químicos para reduzir o ruído da correia.

Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.4.3 Resultados significativos com o plano de manutenção

Com a implantação de um plano de manutenção preventivo a empresa pode, invariavelmente, alcançar resultados promissores, principalmente em relação à redução de quebra dos equipamentos, diminuição dos tempos de parada, redução de defeitos de qualidade na produção de arroz, maior segurança e redução de acidentes, aumento do comprometimento por parte dos funcionários, aumento na produtividade e redução dos custos para a empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica apresentada no presente trabalho serve como suporte para o desenvolvimento da implementação de um plano de manutenção de uma máquina brunidora de arroz em uma determinada empresa de beneficiamento de arroz. Em vista disso, o trabalho abrange informações e conceitos sobre o panorama de manutenção no cenário mundial. O trabalho visa aprofundar o conhecimento na área da manutenção mecânica, pois está diretamente ligado com as diretrizes do curso de engenharia mecânica contendo uma solução de um problema real de uma organização industrial.

Durante os dois meses da captura de dados para este estudo de caso foi observado que a empresa em estudo não havia implementado nenhuma rotina de manutenção preventiva, resultando em uma considerável quantidade de ordens de serviços, sendo parte destas para componentes que não deveriam apresentar falhas dentro de um espaço de tempo maior. Com isso, concluiu-se que a falta de uma implementação de um plano de manutenção bem determinado pode causar efeitos danosos à corporação, devido às baixas confiabilidade e disponibilidade do equipamento.

A proposta deste trabalho foi contribuir no desenvolvimento do setor de manutenção mecânica de uma empresa. Desta forma, este trabalho consistiu no desenvolvimento da implementação de um plano de manutenção mecânica de um equipamento gargalo de uma indústria de beneficiamento de arroz. A partir disso, buscou-se através de uma análise da gestão da manutenção identificar a criticidade do equipamento para conseqüentemente realizar um plano de manutenção.

Por fim concluiu-se que, com a implementação de um plano de manutenção com base no manual do fabricante do brunidor horizontal de arroz, trará a redução das falhas e o aumento da disponibilidade e da confiabilidade do equipamento. Como consequência disto, o equipamento trabalhará por mais tempo sem paradas inesperadas, resultando em uma maior produtividade, com um produto final de maior qualidade e permitindo maior segurança aos operadores. Para uma análise de melhorias com os resultados propostos seria interessante a continuidade do estudo

de caso, com a verificação da implementação do plano de manutenção proposto pelos manuais do fabricante.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, e como sugestão para trabalhos futuros, pode-se citar:

- a) O desenvolvimento de implantação da MPT;
- b) Métodos e procedimentos de criticidade de peças;
- c) Um estudo para prevenir falhas e analisar riscos utilizando a Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BECHTOLD, Maurício José. **Manutenção Mecânica**. Florianópolis: SENAI/SC, 2010.

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

GFMAM. The Maintenance Framework 1^a Ed. Disponível em: http://www.gfmam.org/files/GFMAM_THE_MAINTENANCE_FRAMEWORK_FIRST_EDITION_ENGLISH_VERSION.pdf

GONÇALVES, Edson. **Manutenção Industrial: Do estratégico ao Operacional**. Rio de Janeiro: Editora Moderna, 2015.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

MORTELARI, Denis; SIQUEIRA, Kebler; PIZZATI, Nei. **O RCM na Quarta Geração da Manutenção**. São Paulo: RG Editores, 2011.

NASCIF, Júlio; Dorigo, Luiz Carlos. **Manutenção Orientada para Resultados**. 1. Ed. Rio de Janeiro. Qualitymark Editora, 2013.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

RIBEIRO, Haroldo. **Desmistificando o TPM: Como implantar o TPM em empresas fora do Japão**. 1. ed. São Caetano do Sul. PDCA Editora,

SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção**: Planejamento, programação e controle da manutenção. 5 ed. São Paulo-SP. All Print Editora, 2013.

TAVARES, Lourival. **Administração Moderna de Manutenção**. Novo Pólo Editora – New York, 1998.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v. 171, 1998.

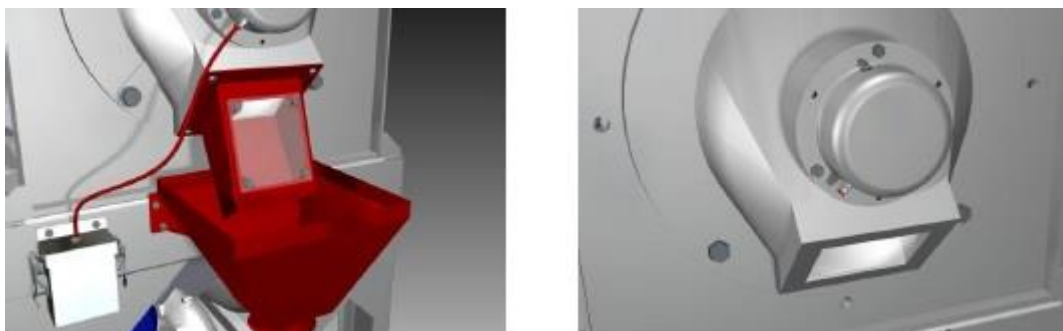
ANEXO A – MATRIZ DECISÃO

Matriz Decisão		Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Importância
		A falha ocasiona danos pessoais?	A falha ocasiona danos ao meio ambiente?	A falha acarreta parada na produção?	A falha ocasiona perda de qualidade do produto fabricado?	A falha reduz a produção?	A falha não causa efeito em nenhuma classe citada anteriormente?	
Setor	Máquina							
Fábrica	Descascador	1	1	2	1	3		8
Fábrica	Brunidor	1	1	2	1	3		8
Fábrica	Polidor	1	1	2	1	3		8

ANEXO B – MANUTENÇÃO DA TROCA DAS PEDRAS

Em um primeiro momento é necessário retirar a mangueira de saída de graxa e soltar a moega e a bica de saída com a finalidade de facilitar a remoção dos outros componentes conforme ilustra a figura 10.

Figura 12 - Saída de graxa à esquerda e bica da moega à direita



Fonte: Manual do fabricante.

Após, soltar os três parafusos de fixação do mancal, colocar três parafusos 3/8" x 2.1/2" com aperto simultâneo dos parafusos para que seja realizada a extração do mancal como ilustra a figura 11.

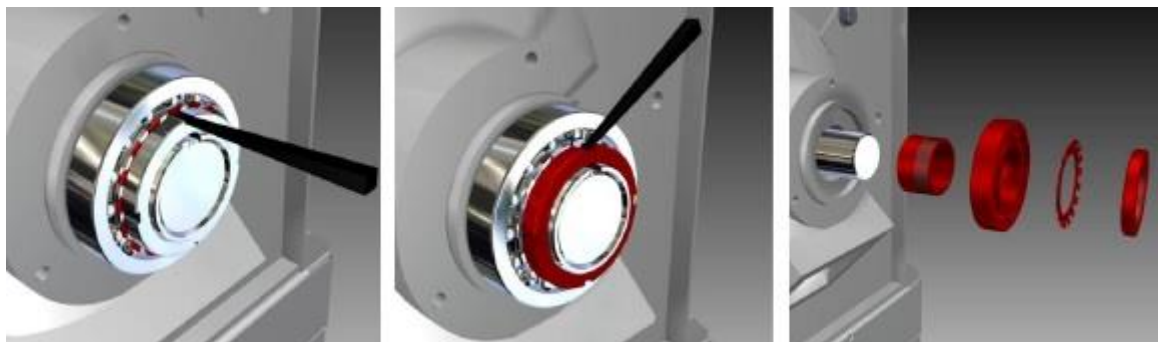
Figura 13 - Extração do mancal



Fonte: manual do fabricante.

Em seguida, é necessário abrir a trava da arruela aranha e soltar a porca com auxílio de uma talhadeira para que seja possível a retirada da arruela aranha, rolamento e bucha de fixação como mostrado na figura 12.

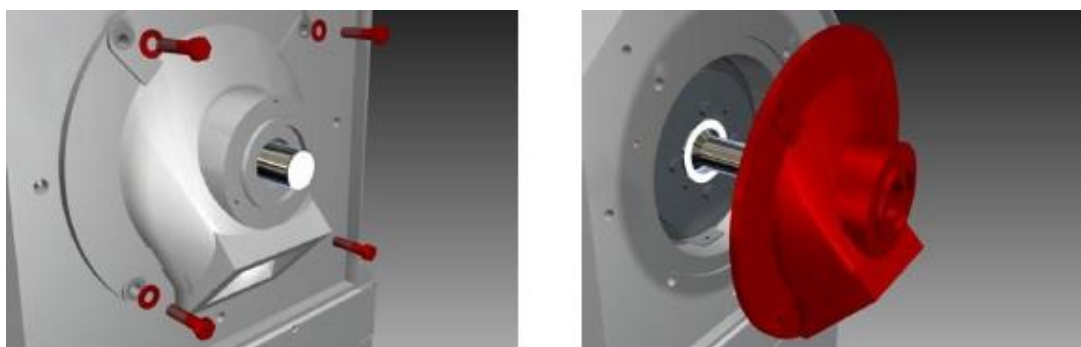
Figura 14 - Retirada dos componentes



Fonte: Manual do fabricante.

Em seguida, é preciso soltar os quatro parafusos que fixam a saída para sua retirada como ilustra a figura 13.

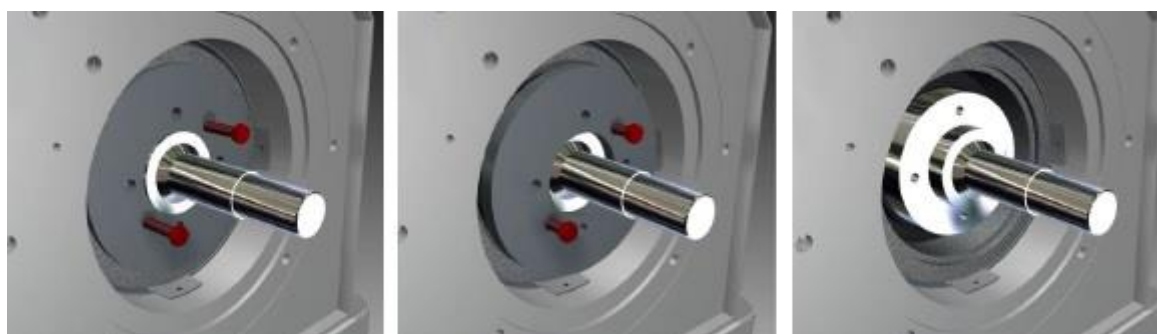
Figura 15 - Retirada da flange de saída



Fonte: Manual do fabricante.

Logo após, é necessário soltar os quatro parafusos do flange e utilizar os mesmos nas furações paralelas para extrair a flange de forma correta, é preciso apertar os mesmos de forma simultânea até sua retirada como mostra a figura 14.

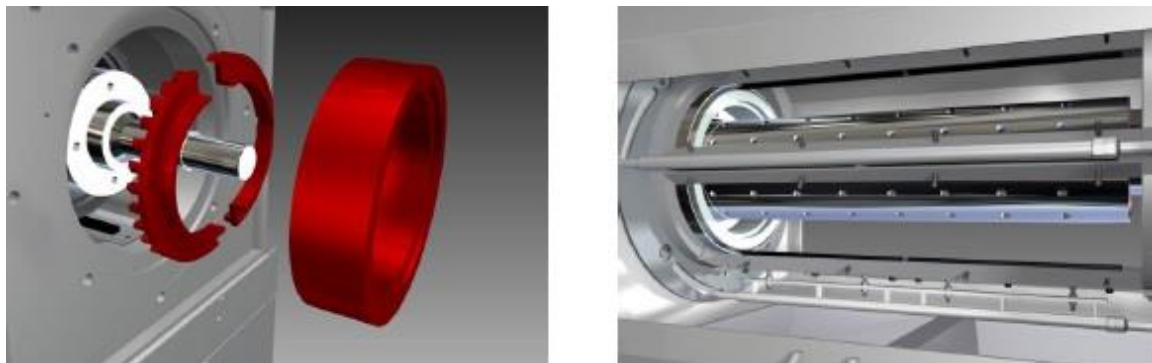
Figura 16 - Retirada total da flange



Fonte: Manual do fabricante.

Finalmente, é necessário a retirada de todas as pedras e suas respectivas coroas até o final do eixo. Dessa maneira, as coroas são formadas por duas partes sendo que para a montagem correta, a pedra deve ser montada com o seu respectivo par para que seja possível o encaixe perfeito conforme ilustra a figura 15.

Figura 17 - Retirada das pedras



Fonte: Manual do fabricante.

Assim, após a retirada das pedras de forma correta é possível fazer a substituição pelas novas pedras garantindo sua manutenção preventiva de forma eficaz.