

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CASSIANO BEILKE HAAS

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE
MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA
DESCASCADORA DE ROLOS PARA
BENEFICIAMENTO DO ARROZ: UM
ESTUDO DE CASO**

**Alegrete
2023**

CASSIANO BEILKE HAAS

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE
MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA
DESCASCADORA DE ROLOS PARA
BENEFICIAMENTO DO ARROZ: UM
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Thiago da Silveira

**Alegrete
2023**

CASSIANO BEILKE HAAS

IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO DE UMA MÁQUINA DESCASCADORA DE ROLOS PARA BENEFICIAMENTO DO 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.

Dissertação defendida e aprovada em: 20, janeiro de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Thiago da Silveira
Orientador
Unipampa

Prof. Dr. Adriano Roberto da Silva Carotenuto
Unipampa

Prof. Dr. Gustavo Fuhr Santiago
Unipampa



Assinado eletronicamente por **THIAGO DA SILVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/01/2023, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ADRIANO ROBERTO DA SILVA CAROTENUTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/01/2023, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GUSTAVO FUHR SANTIAGO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/01/2023, às 15:17, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas 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 **1030073** e o código CRC **4FOE70EB**.

RESUMO

O setor industrial está em constante evolução, sendo extremamente competitivo, focando principalmente na qualidade do produto final e na otimização dos processos produtivos. A produção teve um grande crescimento ao longo do tempo, sendo proporcional a mecanização e evolução dos maquinários, além da automatização de processos, sendo que, atualmente, as máquinas são responsáveis pela imensa maioria da capacidade produtiva. Em paralelo a isto, a manutenção evoluiu a fim de acompanhar o aperfeiçoamento dos processos, sendo de grande importância para a produção, pois, se a manutenção não for realizada de maneira adequada, pode ocasionar a quebra do maquinário, levando a paradas de produção e trazendo grandes prejuízos para as empresas. Dessa forma, salienta-se a importância de um plano de manutenção bem definido, que seja aplicado de maneira correta, otimizando o funcionamento das máquinas, possibilitando o bom funcionamento e a máxima capacidade produtiva. A proposta do presente trabalho é a aplicação de uma metodologia voltada para a gestão da manutenção, na qual será desenvolvido um plano de manutenção preventiva para uma máquina denominada Descascador de Rolos de Borracha, visando a diminuição de falhas dos equipamentos, redução dos tempos de parada, melhora na qualidade da produção de arroz, bem como uma maior segurança e consequentemente a redução de acidentes.

Palavras-chave: Manutenção. Descascador. Processos. Indústria.

ABSTRACT

The industrial sector is constantly evolving, being extremely competitive, focusing on mainly in the quality of the final product and in the optimization of production processes. The production had a big growth over time, being proportional to the mechanization and evolution of the machinery, in addition to the automation of processes, being that, currently, the machines are responsible for the immense majority of the productive capacity. In parallel to this, maintenance has evolved in order to accompany the improvement of processes, being of great importance for production, because, if maintenance is not carried out properly, it can cause machinery breakdown, leading to production stops, causing huge losses to companies. In this way, the importance of a well-defined maintenance plan is emphasized, which is applied correctly, optimizing the operation of the machines, in order to maintain the proper functioning and maximum production capacity. The purpose of the present academic work is the application of a methodology focused on maintenance management, in which a preventive maintenance plan will be developed for a machine called Rubber Roll Peeler, aiming at reducing equipment failures, reducing downtime , improves the quality of rice production, as well as greater safety and, consequently, a reduction in accidents.

Keywords: Maintenance, Peeler Machine, Process, Industry.

LISTA DE FIGURAS

1	Evolução da Manutenção.....	16
2	Processo de beneficiamento do arroz.....	18
3	Delineamento de pesquisa.	20
4	Delineamento da coleta de dados.	21
5	Desenho de conjunto do lado de operação.	22
6	Desenho de conjunto do lado de acionamento.	22
7	Imagem da máquina na indústria.....	23
8	Fluxograma do plano de manutenção.....	24
9	Lista de limpezas e verificações semanais.....	27
10	Lista de limpezas e verificações quadrimestrais.....	28
11	Ordem de Substituição de Peças (Rolamentos).....	30
12	Ordem de Substituição de Peças (Cilindros de borracha).	31
13	Ordem de Substituição de Peças (Acionamento).....	32
14	Ordem de Substituição de Peças (Cilindro de aperto da tensão da correia). ..	33
15	Ordem de Substituição de Peças (Indicador de produto).....	34
16	Pontos de lubrificação do equipamento.	35
17	Inspeção do desgaste dos cilindros de borracha.	36
18	Inspeção da tensão das correias trapezoidais.....	37
19	Procedimento para tensionar as correias trapezoidais.	37
20	Inspeção da tensão das correias trapezoidais dos cilindros.	38
21	Troca dos cilindros de borracha.....	39
22	Substituição das correias trapezoidais.	40
23	Substituição do cilindro de aperto.	41
24	Ajuste e substituição do indicador de produto.....	42

LISTA DE TABELAS

1	Periodicidade de limpezas e verificações	25
2	Periodicidade e necessidade de substituição de peças.....	26
3	Possíveis falhas e soluções de problemas comuns.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PIB	Produto Interno Bruto
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade

SUMÁRIO

1 Introdução	11
1.1 Objetivo Geral.....	11
1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Justificativa	12
2 Revisão Bibliográfica	13
2.1 Estado da Arte.....	13
2.2 Manutenção.....	14
2.3 Tipos de Manutenção.....	14
2.3.1 Manutenção Preventiva	14
2.3.2 Manutenção Preditiva	15
2.3.3 Manutenção Corretiva.....	15
2.4 Plano de Manutenção.....	16
2.5 Evolução Histórica da Manutenção	16
2.6 Etapas do beneficiamento do arroz	17
3 Metodologia	19
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	19
3.2 Delineamento de Pesquisa	19
3.3 Coleta de Informações	20
3.3.1 Particularização do Equipamento	21
3.4 Desenvolvimento do Plano de Manutenção.....	23
4 Resultados	25
4.1 Plano de Manutenção.....	25
4.1.1 Lista de limpezas e verificações.....	26
4.1.2 Ordens de substituição de peças	29
4.2 Lubrificação do equipamento	35
4.3 Procedimento para verificações e inspeções.....	35
4.3.1 Inspeção do desgaste dos cilindros de borracha	35
4.3.2 Inspeção da tensão das correias trapezoidais	36
4.3.3 Inspeção da tensão das correias trapezoidais dos cilindros de bor- racha.....	38
4.4 Procedimento para substituição de peças	38
4.4.1 Troca dos cilindros de borracha	38
4.4.2 Substituição das correias trapezoidais dos cilindros de borracha	39
4.4.3 Substituição do cilindro de aperto da tensão da correia.....	40
4.4.4 Ajuste e Substituição do Indicador de produto	41
4.5 Solução para possíveis falhas	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
Referências	46

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio representa uma parte significativa do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo o cultivo de arroz uma das atividades com grande importância no ramo agrícola. Segundo Silva et al. (2003) dentre os cereais mais cultivados no mundo, destaca-se o arroz, constituindo-se na base alimentar de grandes contingentes humanos e inúmeros esforços são realizados visando à manutenção da qualidade dos grãos desta cultura nas diversas operações de pós-colheita.

O beneficiamento de arroz, também chamado de Beneficiamento Industrial consiste no processo através do qual se obtém o arroz beneficiado. A operação de beneficiamento envolve o descascamento, o polimento, a separação de quebrados, a separação de grãos com defeitos, a recomposição para a tipificação e a embalagem. (AMATO, 2017).

A etapa de descascamento é realizada através de descascadores, que são as máquinas responsáveis por retirar a casca do cereal. É incontestável a importância destas máquinas para a continuidade do processo.

Numa unidade moderna, o beneficiamento é realizado por máquinas projetadas com base em uma ou mais diferenças nas características físicas do produto e dos contaminantes a serem retirados, ou seja, os grãos e as sementes devem passar pelas etapas de pré-limpeza, secagem, limpeza e classificação e embalagem. (SOUSA et al., 2008).

Estas máquinas são essenciais para a agilidade do processo, e com isto, devem ser mantidas em operação, com a menor ocorrência de falhas possível, elevando a importância da correta implementação da rotina de manutenção das mesmas.

1.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é elaborar a implementação de um plano de manutenção mecânica para uma máquina descascadora, utilizada no processo de beneficiamento do arroz de uma cooperativa de arroseiros da fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho pode-se ressaltar:

- Coletar informações sobre o planejamento e controle da manutenção em equipamentos mecânicos industriais;
- Verificar a importância de maquinários no processo produtivo industrial;
- Melhorar a gestão e aplicação da manutenção preventiva na indústria;

1.3 Justificativa

Em um mundo altamente tecnológico, dinâmico e globalizado, gerenciar o tempo é um sinônimo de produtividade, portanto, devido à grande importância destas máquinas no processo de beneficiamento do arroz, faz-se necessário que as mesmas estejam em funcionamento, de modo que não ocorram paradas ou falhas neste maquinário, salientando-se que problemas nestas máquinas podem causar enormes prejuízos financeiros, logísticos, comprometendo a continuidade do processo.

O relatório *True Cost of Downtime* feito pela Senseye (2021) demonstra dados de um estudo que englobou 72 grandes empresas multinacionais da área industrial e de manufatura, podendo ser observado que, em média, as grandes fábricas perdem 323 horas de produção por ano devido à falhas em equipamentos. O custo médio de perda de receita, multas financeiras, tempo ocioso da equipe e reinício de linhas é de US\$ 532.000 por hora, totalizando US\$ 172 milhões por planta anualmente.

Fica evidente a importância de reduzir as paradas e falhas em máquinas, através de uma manutenção bem estruturada e realizada de acordo com o indicado pelo fabricante, deste modo, prevenindo que futuros prejuízos ou acidentes ocorram, garantindo assim a segurança, o bem-estar e o lucro provenientes do serviço, justificando o presente trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O referencial teórico apresentado nesta seção serve como embasamento para o desenvolvimento do presente trabalho. Todos os conceitos fundamentais sobre a engenharia de manutenção, bem como as etapas do processo de beneficiamento de arroz serão apresentados a seguir.

2.1 Estado da Arte

Existem diversos estudos que discorrem sobre a importância e aplicação da manutenção na competitividade das empresas, como pode ser observado no trabalho de pesquisa de Nascimento e Almeida (2021) focado em uma empresa da área metalúrgica, no qual foram utilizados como métodos de pesquisa a revisão bibliográfica e um estudo de caso de uma empresa, visando à melhoria dos processos e a análise com maior precisão e frequência quanto à ocorrência de eventos relacionados à manutenção, sendo possível perceber a importância de uma boa gestão de manutenção em uma empresa de médio porte, garantindo benefícios como segurança e valorização dos produtos e diminuição de custos da mão de obra.

Pereira (2021) apresenta um estudo de caso sobre a implantação da manutenção preventiva e implementos da indústria sucroalcooleira, que obteve como resultado um aumento de 5,95% no quesito disponibilidade física além de uma diminuição de 70,58% de manutenções não programadas, além de concluir que a manutenção preventiva trouxe valores mais constantes nos indicadores de performance.

O estudo realizado por Vanderley e Lopes (2021) foca na manutenção centrada na confiabilidade, aplicada em um moinho martelo de uma indústria de reciclagem, para isto, são listados os modos de falhas encontrados no componente, relacionando-os com as possíveis causas e consequências de cada falha. Isto possibilita uma análise ampla dos problemas encontrados, sendo possível verificar as áreas afetadas por cada quebra apresentada. Após a aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) foram reduzidas as ocorrências de falhas, melhorando a produtividade e reduzindo os custos.

Nordal e El-Thalji (2021) apresenta um estudo sobre as possibilidades de aprimoramento da manutenção preditiva, de modo a implementá-la de acordo com as necessidades da indústria 4.0, focando na área de óleo e gás. Durante a pesquisa, foi observado o sistema de manutenção já realizado na indústria e em seguida foi modelada uma estrutura

de manutenção focada nos requisitos da indústria 4.0. Após estas análises, os mesmos concluíram que a manutenção realizada atualmente não se enquadra nas necessidades da era 4.0, além de perceberem que algumas funções necessitavam de alterações.

2.2 Manutenção

A manutenção tem como objetivo manter o funcionamento de todos equipamentos presentes na indústria, aumentando as suas disponibilidade e confiabilidade, sendo dessa forma uma atividade indispensável para que todos os processos presentes na indústria sejam realizados sem problemas relacionados ao mau funcionamento de equipamentos. Segundo a ABNT (1994) manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Para Kardec e Nascif (2001) a manutenção pode ser comparada a uma brigada de incêndio: quando o incêndio ocorre, a brigada deve extingui-lo da forma mais rápida possível, mas o principal papel da brigada é evitar a ocorrência de novos incêndios.

2.3 Tipos de Manutenção

Pode-se dividir a manutenção como sendo preventiva, preditiva e corretiva.

2.3.1 Manutenção Preventiva

Almeida (2007) afirma que a manutenção preventiva tem como principal objetivo evitar a ocorrência de falhas, e esta tem como característica a sua realização em intervalos pré-definidos.

Dhillon (2002) define a manutenção preventiva como sendo todas as ações realizadas de forma planejada, periódica, com um cronograma específico para manter um item/equipamento em condições de trabalho, declaradas através do processo de verificação e condicionamento. Essas ações são medidas de precaução tomadas para prevenir ou diminuir a probabilidade de falhas, ou um nível inaceitável de degradação em serviço posterior, em vez do que corrigi-los depois que eles ocorrem.

2.3.2 Manutenção Preditiva

Este tipo de manutenção é caracterizado por ter alguma técnica de análise empregada, podendo ela ser subjetiva, objetiva ou contínua. Otani e Machado (2008) afirma que o monitoramento subjetivo é aquele exercido pelo pessoal de manutenção utilizando os sentidos, ou seja, tato, olfato, audição e visão. Já o monitoramento objetivo é o acompanhamento feito através de equipamentos ou instrumentos específicos, fornecendo um valor de medição do parâmetro que está sendo acompanhado, sendo que o valor medido independe do operador do instrumento, desde que utilizado o mesmo procedimento. O monitoramento contínuo é o acompanhamento “on line” das variáveis dos equipamentos através dos sensores implantados neles.

Segundo Nepomuceno (2014) com a manutenção preditiva é possível indicar as reais condições de funcionamento da máquina de acordo com os dados obtidos a partir dos fenômenos apresentados por ela quando alguma peça começa a se desgastar ou alguma regulagem é necessária.

Bevilacqua e Braglia (2000) discorre que, na manutenção preditiva os dados de parâmetros controlados adquiridos são analisados para encontrar uma possível tendência temporal. Isso torna possível prever quando o valor da quantidade controlada atingirá ou excederá os valores limite.

2.3.3 Manutenção Corretiva

Para Chambers, Johnston e Slack (2002) a manutenção corretiva pode ser entendida como deixar as instalações continuarem a operar até que ocorra uma falha, pois nesse tipo de manutenção o trabalho de correção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido.

Segundo Dhillon (2002) a manutenção corretiva consiste no reparo não programado para retornar itens/equipamentos para um estado de funcionamento, sendo definido e executado após serem percebidos problemas ou falhas na operação dos mesmos.

Otani e Machado (2008) propõe que a manutenção corretiva pode ser planejada, consistindo da correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha. “Pelo seu próprio nome planejado”, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

2.4 Plano de Manutenção

Dhillon (2002) define o plano de manutenção como sendo um documento que descreve o procedimento técnico e gerencial a ser empregado para manter um item; geralmente descreve instalações, ferramentas, cronogramas e recursos.

2.5 Evolução Histórica da Manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2001) a partir de 1930 a manutenção pode ser dividida em quatro gerações conforme evidenciado na Fig (1).

Figura 1 – Evolução da Manutenção.

Evolução da Manutenção				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
Aumento das expectativas em relação à manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos
Visão quanto a falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray)
Mudança nas técnicas de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição • Manutenção preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra de serviço 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição • Minimização nas manutenções preventiva e corretiva não planejada • Análise de falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de Manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida • Contratação por resultados

A Primeira Geração abrange o período anterior à Segunda Guerra, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados. A Segunda Geração ocorre entre os anos 50 e 70, após a Segunda Guerra, sendo caracterizado pelo forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. A Terceira Geração particulariza-se pelo crescimento da automação e da mecanização tendo como pontos-chave a confiabilidade e disponibilidade, além da maior utilização da manutenção preditiva. A Quarta Geração mantém alguns princípios da anterior, intensificando-se a utilização da manutenção preditiva e do monitoramento das condições dos maquinários e equipamentos.

2.6 Etapas do beneficiamento do arroz

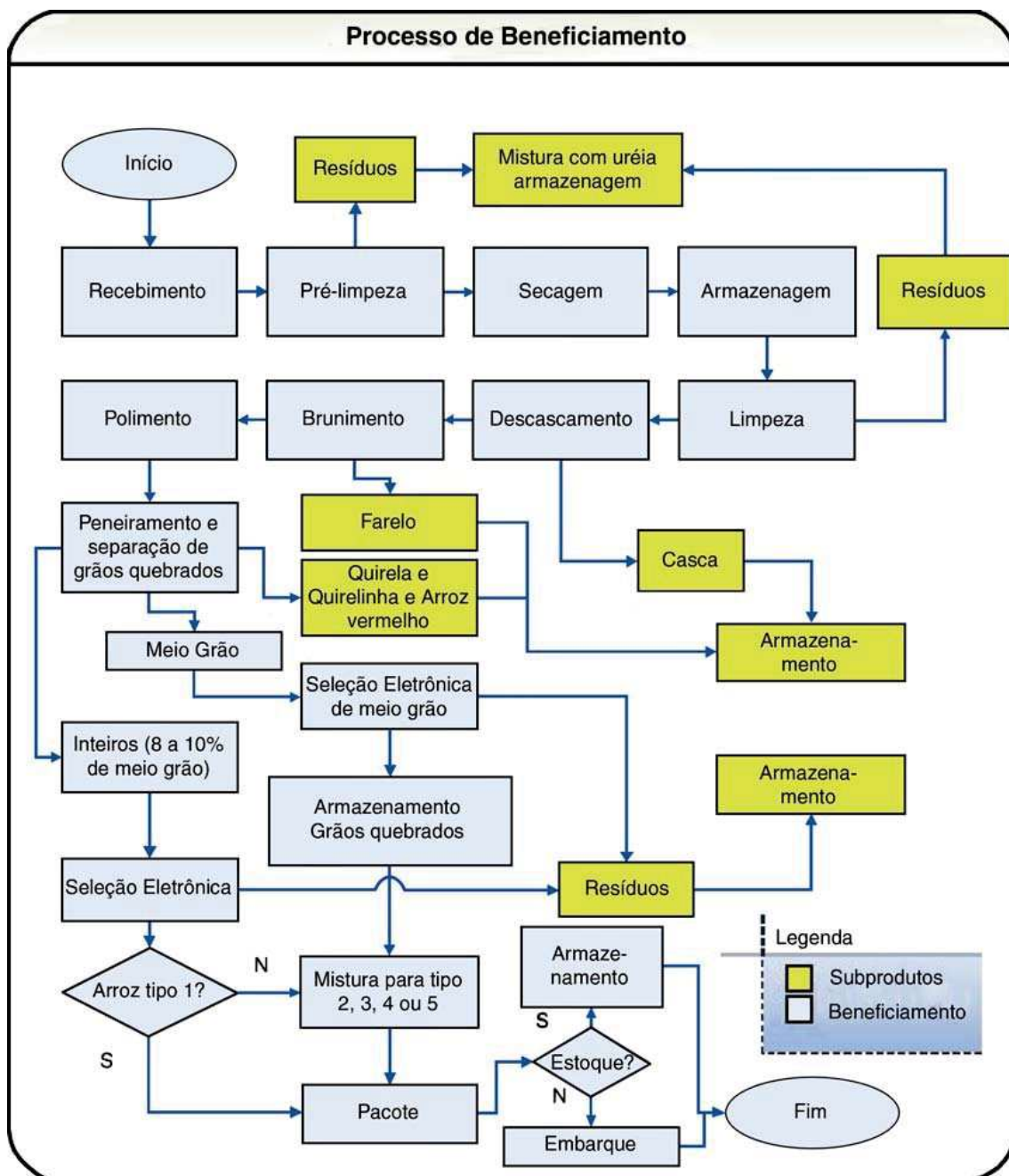
Santos et al. (2006) define que o beneficiamento industrial do arroz ocorre após a etapa de armazenamento, iniciando-se pelo preparo do grão para o descascamento e se encerrando na embalagem, com variações a depender do processo. Sendo assim, o processo de beneficiamento do arroz pode ser entendido como o preparo industrial para o consumo, consistido do ato de transformar o produto primário em industrializado de maior valor comercial.

Na unidade de beneficiamento são adquiridas, após a retirada de contaminantes (sementes ou grãos imaturos, rachados ou partidos, sementes de ervas daninhas, material inerte, pedaços de plantas etc), as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias que possibilitam a boa classificação do produto em padrões comerciais (ELIAS et al., 2012) .

O início do processo se dá com o recebimento de arroz (geralmente em casca), que passa por um processo de peneiramento para tirar as impurezas e sujeiras provenientes das lavouras. Após a limpeza, o arroz é secado e armazenado, a fim de, então, passar novamente por uma peneira, para, em seguida, ser descascado e polido. Depois do polimento, o arroz passa por uma terceira peneira para a separação de grãos inteiros, quebrados e demais subprodutos, como arroz vermelho, quireira (quebrado em cerca de um quarto de grão) e quirelinha (quebrado muito pequeno). O processo, então, segue com a seleção eletrônica para retirar possíveis impurezas e termina com o empacotamento. (ZAMBERLAN et al., 2011)

As etapas podem ser melhor observadas no fluxograma do beneficiamento do arroz, mostrado na Fig (2).

Figura 2 – Processo de beneficiamento do arroz.



3 METODOLOGIA

No presente capítulo serão apresentados a sequência de etapas que foram realizadas no desenvolvimento deste trabalho, o qual foi delimitado a:

- Caracterização da Pesquisa;
- Delineamento de Pesquisa;
- Coleta de Informações;
- Desenvolvimento do Plano de Manutenção;

3.1 Caracterização da Pesquisa

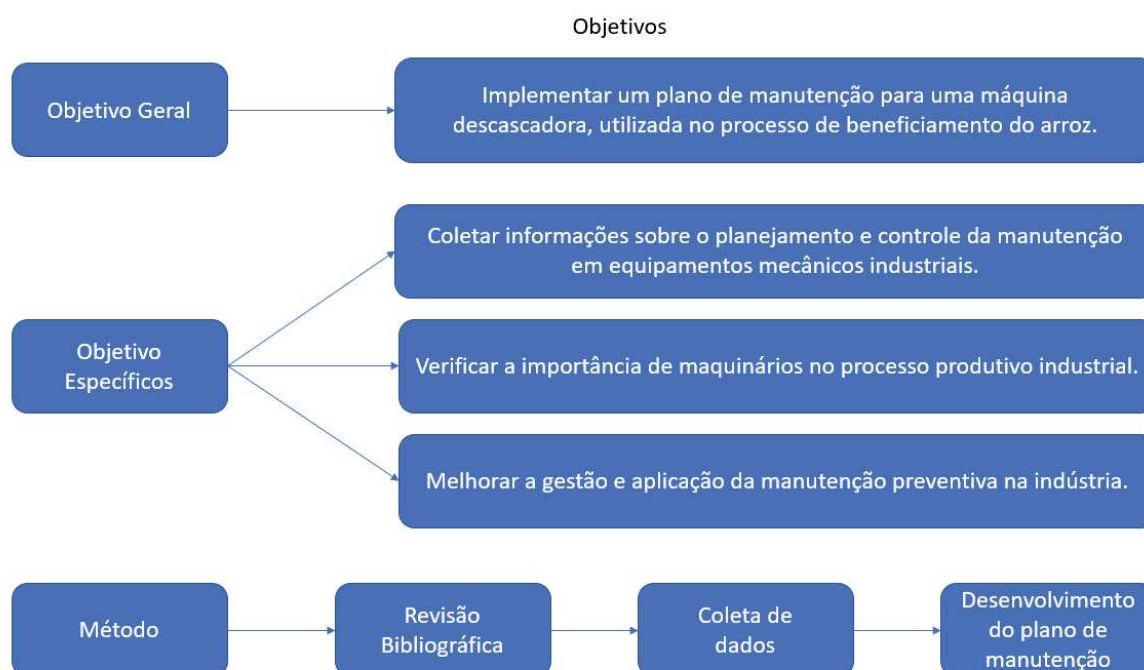
Este trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso, tendo em vista que foi analisado um maquinário, presente em uma indústria de beneficiamento de arroz, na qual foram realizadas análises e coletados dados.

Segundo Gil et al. (2002) estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos.

3.2 Delineamento de Pesquisa

O delineamento de pesquisa utilizado para desenvolvimento do trabalho pode ser observado na Figura (3).

Figura 3 – Delineamento de pesquisa.



Fonte: Autor.

3.3 Coleta de Informações

De acordo com Cooper e Schindler (2016) o processo de tratamento de dados deve seguir as seguintes etapas: Etapa de amostragem, onde serão coletadas as amostras; Etapa de exploração, na qual serão identificadas relações entre os dados; Etapa de modificação, onde serão modificados os dados; Etapa de modelagem, onde os dados são organizados e modelados de modo a explicar a relação dos mesmos; Etapa de avaliação, na qual será avaliada a precisão do modelo.

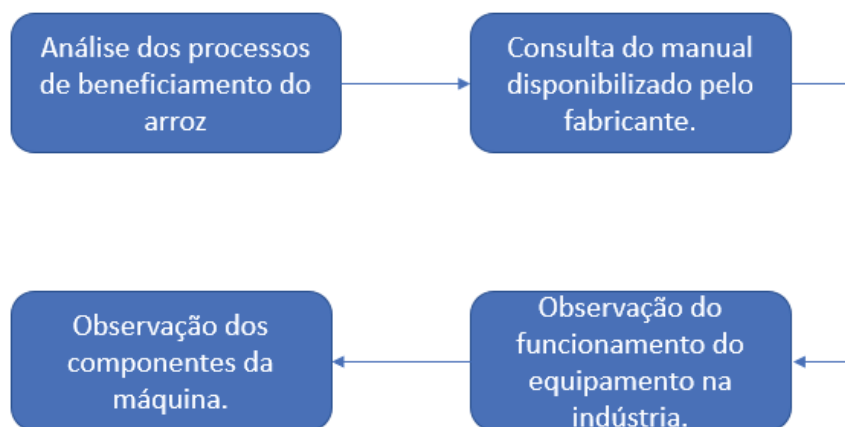
A coleta de informações foi realizada inicialmente através do estudo do funcionamento e dos processos aos quais o beneficiamento do arroz está submetido. Ademais, a reunião dos dados foi feita primordialmente através do manual fornecido pelo fabricante do descascador, bem como, análises realizadas na indústria, observando o funcionamento e também manutenções previamente agendadas.

Durante a etapa de coleta de dados, foi realizada uma visita técnica até a indústria,

na qual foram explicadas as etapas do beneficiamento do arroz, além dos processos realizados pela cooperativa, desde o recebimento do arroz em casca até o produto final. Foi possível observar também o funcionamento do equipamento, possibilitando um melhor entendimento sobre o maquinário. A indústria também oportunizou o acompanhamento visual, da realização da etapa de desmontagem de uma das máquinas descascadoras da indústria, viabilizando a visualização dos componentes internos do equipamento.

O fluxograma da coleta de dados está demonstrado na Figura (4).

Figura 4 – Delineamento da coleta de dados.



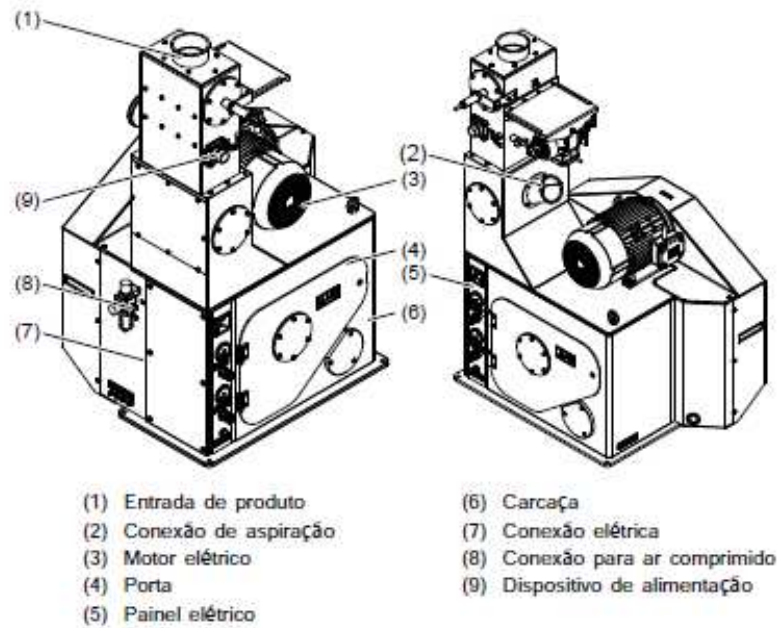
Fonte: Autor.

3.3.1 Particularização do Equipamento

A máquina utilizada para a realização deste trabalho é o Descascador de rolos de borracha da marca Bühler, modelo DRHI-20475-1-1705, cuja finalidade é voltada exclusivamente para o descascamento de arroz com casca. O descascador é a máquina responsável por retirar a casca do grão, sendo indispensável na etapa inicial do processo de beneficiamento do arroz. Este equipamento deve ser utilizado em conjunto com um separador de cascas, deste modo, para que todo o processo ocorra de maneira correta, o separador de cascas deve estar disposto de forma sequencial com o descascador.

O desenho de conjunto do lado de operação da máquina pode ser observado na Figura (5).

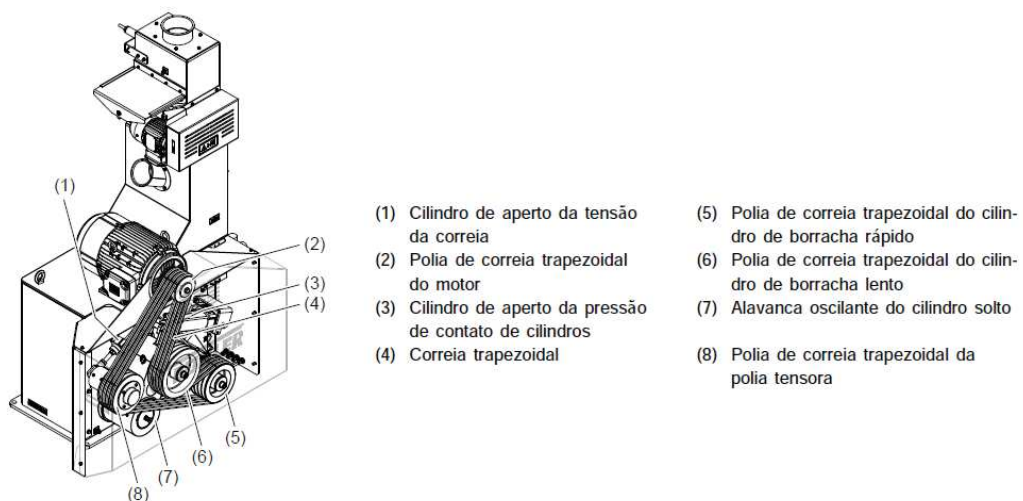
Figura 5 – Desenho de conjunto do lado de operação.



Fonte: Adaptado do manual do maquinário.

Na Figura (6) pode-se observar o modo de acionamento do descascador.

Figura 6 – Desenho de conjunto do lado de acionamento.



Fonte: Adaptado do manual do maquinário.

Através das Figuras (5) observa-se que a entrada de produto ocorre pela parte su-

perior da máquina, onde se inicia o processo de descascamento. A máquina é alimentada por um motor elétrico, que aciona os componentes através de um sistema de transmissão por correia conforme observado na Figura (6).

Durante uma visita técnica realizada na indústria foi possível observar o funcionamento do maquinário estudado. Uma imagem da máquina pode ser observada na Figura (7)

Figura 7 – Imagem da máquina na indústria.



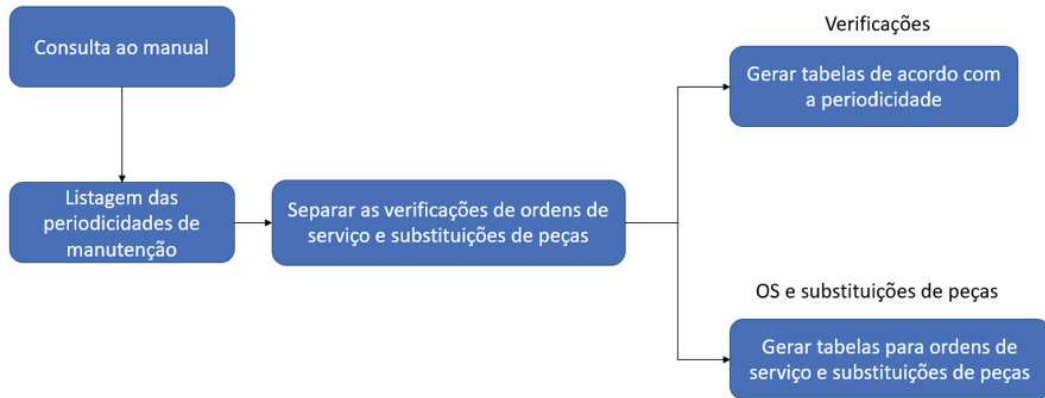
Fonte: Acervo do autor.

3.4 Desenvolvimento do Plano de Manutenção

Após a análise e o estudo feito através do manual fornecido pela empresa desenvolvedora da máquina, listou-se a periodicidade das manutenções e verificações necessárias para o correto funcionamento do equipamento. Os dados foram dispostos em tabelas para obter uma melhor organização. Para otimização dos processos, as substituições de peças e ordens de serviço (OS), ficaram separadas das verificações.

O desenvolvimento do plano de manutenção seguiu a ordem do fluxograma apresentado na Fig (8)

Figura 8 – Fluxograma do plano de manutenção.



Fonte: Acervo do autor.

4 RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados do presente estudo de caso, com a finalidade de atingir os objetivos mencionados anteriormente. As informações presentes nesta seção foram retiradas do manual do fabricante, bem como das informações obtidas nas visitas técnicas realizadas.

4.1 Plano de Manutenção

Através das informações presentes no manual do descascador, foram observadas as manutenções, limpezas e verificações necessárias para o bom funcionamento do equipamento, analisando também a periodicidade na qual as mesmas devem ser realizadas. Estes processos foram organizados em tabelas, separando as ordens de serviço e substituição de peças das verificações e inspeções, e limpezas necessárias.

As verificações e limpezas seguem a periodicidade apresentada na tabela (1).

Tabela 1 – Periodicidade de limpezas e verificações

Limpeza e Verificação		
Periodicidade	Componente	Descrição
48h / 2 dias	Cilindros de borracha	Inspeccionar o desgaste dos cilindros de borracha
120h / semanal	Acionamento	Inspeccionar o acionamento por correia
120h / semanal	Casa de máquinas	Remover os restos de produto com o espanador e o aspirador
120h / semanal	Cilindro de alimentação e calha alimentadora	Limpar o cilindro de alimentação e a calha alimentador com o espanador e o aspirador
1000h / 2 meses	Cilindro de alimentação	Inspeccionar o desgaste do cilindro de alimentação.
2000h / 4 meses	Espaço de acionamento	Limpar o espaço de acionamento com o espanador e o aspirador

Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

Através das verificações podem ser encontrados problemas, para os quais se fazem necessárias substituições de peças ou manutenção nas mesmas. A tabela (2) apresenta as situações onde devem ser substituídas as peças.

Tabela 2 – Periodicidade e necessidade de substituição de peças

Substituição de Peças		
Periodicidade	Componente	Descrição
30000h / 5 anos	Rolamentos	Substituir os rolamentos
Se houver problema ou desgaste	Cilindros de borracha	Substituir os cilindros de borracha
Se houver problema ou desgaste	Acionamento	Substituir as correias trapezoidais com defeito ou gastas.
Se houver problema ou desgaste	Cilindro de alimentação	Substituir o cilindro de alimentação

Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.1.1 Lista de limpezas e verificações

Baseado nas informações obtidas no manual do fabricante, foram construídas listas para limpezas e verificações no equipamento, de modo que as mesmas auxiliem no controle das manutenções realizadas.

De modo a facilitar a organização, foram criadas listas com periodicidade semanal e quadrimestral, as quais abrangem as manutenções que devem ser feitas nestes períodos, conforme pode ser observado nas Figuras (9) e (10).

Figura 9 – Lista de limpezas e verificações semanais.

Lista de Limpeza e Verificação - Semanal

Máquina: _____ Data: ___/___/___

Descrição: Inspeccionar os cilindros de borracha. Havendo algum problema ou desgaste, substituir os mesmos, conforme indicado na ordem de serviço.

	DATA	CILINDROS DE BORRACHA			
DIA 1	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR
DIA 2	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR
DIA 3	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR
DIA 4	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

Descrição: Inspeccionar o acionamento por correia. Havendo algum problema ou desgaste, substituir as correias trapezoidais com defeito ou gastas, conforme indicado na ordem de serviço.

	DATA	ACIONAMENTO			
SEMANAL	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

Descrição: Remover os restos de produto com o espanador e o aspirador.

	DATA	CASA DE MÁQUINAS			
SEMANAL	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

Descrição: Limpar o cilindro de alimentação e a calha alimentadora com o espanador e o aspirador.

	DATA	CILINDRO DE ALIMENTAÇÃO E CALHA ALIMENTADORA			
SEMANAL	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

Figura 10 – Lista de limpezas e verificações quadrimestrais.

Lista de Limpeza e Verificação - Quadrimestral

Máquina: _____ Data: ___/___/___

Descrição: Inspeccionar o desgaste do cilindro de alimentação. Havendo problema ou desgaste, substituir o cilindro de alimentação, conforme indicado na ordem de serviço.

	DATA	CILINDRO DE ALIMENTAÇÃO			
1º BIMESTRE	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR
2º BIMESTRE	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

Descrição: Limpar o espaço de acionamento com o espanador e o aspirador.

	DATA	ESPAÇO DE ACIONAMENTO			
QUADRIMESTRAL	___/___/___	OK	NÃO OK	OBS	OPERADOR

4.1.2 Ordens de substituição de peças

As ordens de substituição de peças foram criadas a partir das informações obtidas no manual do usuário, ordenadas de modo a otimizar os processos. As ordens foram organizadas em um formato de *check list* para que o operador consiga manter uma ordem nos processos, garantindo primeiramente a sua segurança, bem como a correta substituição da peça. Foram criados cinco tipos de ordens, abrangendo a substituição dos rolamentos, cilindros de borracha, acionamento, cilindro de aperto da tensão da correia e indicador de produto.

Conforme pode ser observado nas Figuras (11), (12), (13), (14) e (15), as ordens possuem uma listagem das tarefas na ordem que as mesmas devem ser executadas, bem como um campo para que seja informada a data que cada etapa da manutenção foi realizada, e ao final, a mesma possui um campo para que o operador que realizar a manutenção assine, confirmando que as etapas da lista foram cumpridas.

Estas ordens de verificação podem ser armazenadas, de modo que se tenha um controle das manutenções que foram realizadas, fazendo com que seja possível obter-se um histórico de cada máquina, facilitando um acompanhamento, além de identificar possíveis problemas recorrentes.

Figura 11 – Ordem de Substituição de Peças (Rolamentos).

Ordem de Substituição de Peças (Rolamentos)**Máquina:** _____ **Número:** _____

Substituição dos Rolamentos		
Operação	OK	Data
Realizar o isolamento de energia		
Separar ferramentas necessárias		
Fixar a máquina contra inicialização inesperada		
Substituir os rolamentos		
Conferir ferramentas utilizadas		
Retirar o isolamento de energia		
Testar o equipamento		
Obs:		

Assinatura: _____

Figura 12 – Ordem de Substituição de Peças (Cilindros de borracha).

Ordem de Substituição de Peças (Cilindros de borracha)**Máquina:** _____**Número:** _____

Cilindros de Borracha		
Operação	OK	Data
Realizar o isolamento de energia		
Separar ferramentas necessárias		
Fixar a máquina contra inicialização inesperada		
Abrir a porta da máquina		
Desmontar os cilindros		
Realizar limpeza nas superfícies de contato		
Encaixar os novos cilindros		
Aplicar torque nos parafusos e arruelas		
Fechar a porta da máquina		
Conferir ferramentas utilizadas		
Desafixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar o isolamento de energia		
Testar o equipamento		
Obs:		

Assinatura: _____

Figura 13 – Ordem de Substituição de Peças (Acionamento).

Ordem de Substituição de Peças (Acionamento)

Máquina: _____ Número: _____

Acionamento (Correias trapezoidais dos cilindros de borracha)		
Operação	OK	Data
Realizar o isolamento de energia		
Separar ferramentas necessárias		
Fixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar a cobertura do acionamento do cilindro		
Aliviar as tensões nas correias		
Desmontar a correia trapezoidal		
Encaixar a nova correia trapezoidal no local		
Tensionar a correia trapezoidal		
Recolocar a cobertura do acionamento do cilindro		
Conferir ferramentas utilizadas		
Desafixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar o isolamento de energia		
Testar o equipamento		
Obs:		

Assinatura: _____

Figura 14 – Ordem de Substituição de Peças (Cilindro de aperto da tensão da correia).

Ordem de Substituição de Peças (Cilindro de aperto da tensão da correia)

Máquina: _____ Número: _____

Cilindro de aperto da tensão da correia		
Operação	OK	Data
Realizar o isolamento de energia		
Separar ferramentas necessárias		
Fixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar a cobertura do acionamento do cilindro		
Reduzir a tensão nas correias		
Fixar a polia tensora		
Desmontar o cilindro de aperto		
Encaixar o novo cilindro de aperto		
Desafixar a polia tensora		
Tensionar as correias		
Reposicionar a cobertura do acionamento do cilindro		
Conferir ferramentas utilizadas		
Desafixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar o isolamento de energia		
Testar o equipamento		
Obs:		

Assinatura: _____

Figura 15 – Ordem de Substituição de Peças (Indicador de produto).

Ordem de Substituição de Peças (Indicador de Produto)**Máquina:** _____**Número:** _____

Indicador de produto		
Operação	OK	Data
Realizar o isolamento de energia		
Separar ferramentas necessárias		
Fixar a máquina contra inicialização inesperada		
Afrouxar as porcas até a dimensão de 4,5mm		
Ajustar o parafuso de ajuste		
Remover as porcas sextavadas		
Retirar o indicador		
Reposicionar o novo indicador		
Recolocar as porcas sextavadas		
Torquear as porcas sextavadas		
Conferir ferramentas utilizadas		
Desafixar a máquina contra inicialização inesperada		
Retirar o isolamento		
Testar o equipamento		
Obs:		

Assinatura: _____

4.2 Lubrificação do equipamento

A lubrificação é de extrema importância para o bom funcionamento do maquinário, sendo essencial para aumentar a vida útil do equipamento. A Fig (16) apresenta os pontos de lubrificação do descascador.

Figura 16 – Pontos de lubrificação do equipamento.

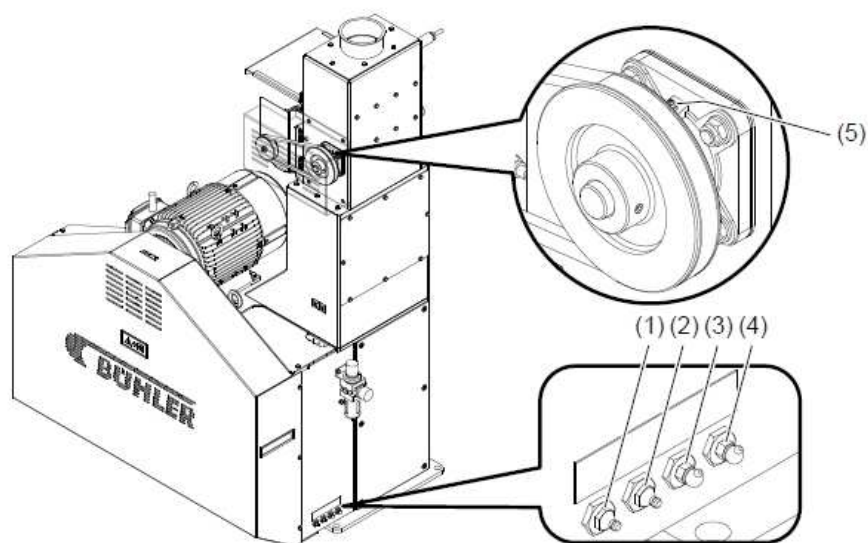


Fig. 10.1 Pontos de lubrificação

- | | |
|--|---------------------------------------|
| (1) Eixo do dispositivo tensionador da correia trapezoidal | (4) Mancal do cilindro solto |
| (2) Eixo do cilindro solto | (5) Mancal do cilindro de alimentação |
| (3) Mancal do cilindro fixo | |

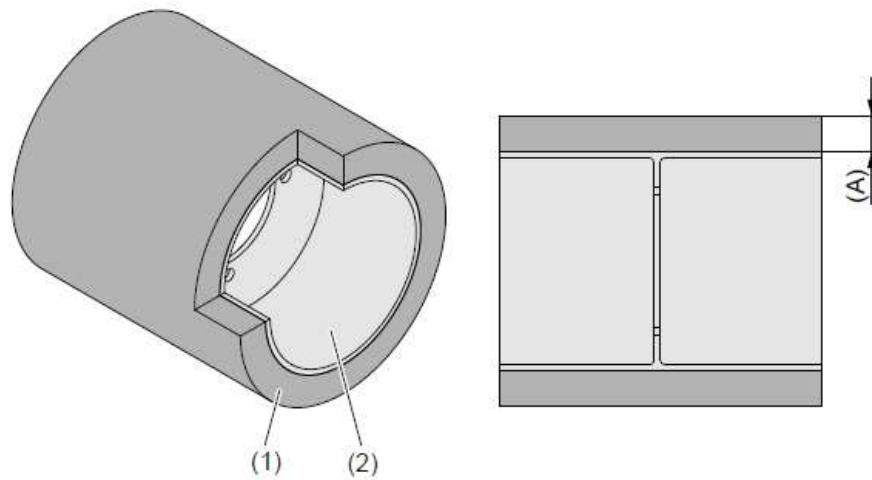
Fonte: Manual do fabricante.

4.3 Procedimento para verificações e inspeções

4.3.1 Inspeção do desgaste dos cilindros de borracha

Para realizar a inspeção, é necessário abrir a porta localizada na lateral do descascador, para acessar os cilindros. Após encontrados os cilindros, deve-se verificar o mesmo conforme apresentado na Fig (17).

Figura 17 – Inspeção do desgaste dos cilindros de borracha.



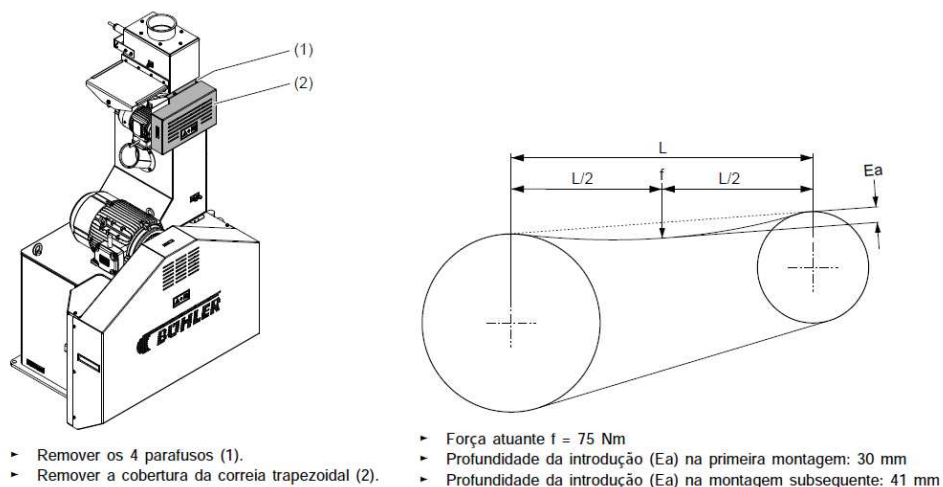
Fonte: Manual do fabricante.

Se por acaso a medida de (A) for inferior ou igual a 1mm é recomendada a substituição do cilindro.

4.3.2 Inspeção da tensão das correias trapezoidais

Para realizar a inspeção da tensão nas correias é necessário primeiramente desmontar a cobertura da correia trapezoidal, para isto, deve-se remover os quatro parafusos que a prendem e em seguida remover a cobertura. Após removida a cobertura, será possível acessar a correia e realizar a verificação, esta que consiste em pressionar a correia para baixo. Estes procedimentos são expostos na Fig (18)

Figura 18 – Inspeção da tensão das correias trapezoidais.

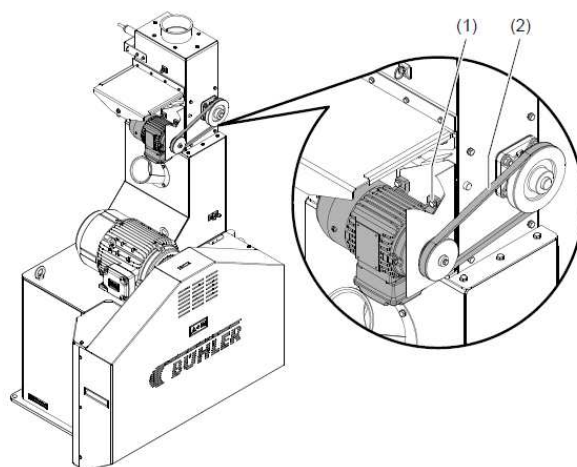


Fonte: Manual do fabricante.

Para o caso da tensão da correia corresponder ao valor nominal deve-se tensionar a correia trapezoidal do cilindro de alimentação, caso contrário deve-se encaixar a cobertura da correia trapezoidal.

Para tensionar a correia trapezoidal (2) é necessário afrouxar os parafusos de fixação do motor (1), conforme exposto na Fig (19)

Figura 19 – Procedimento para tensionar as correias trapezoidais.

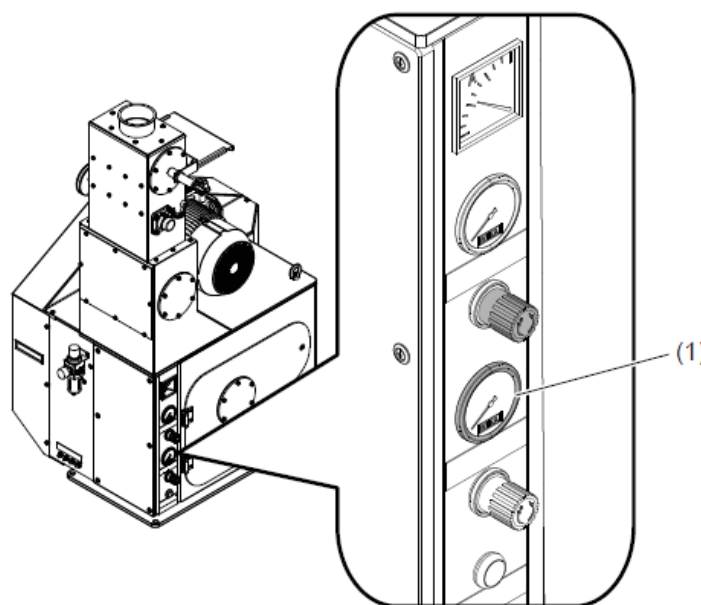


Fonte: Manual do fabricante.

4.3.3 Inspeção da tensão das correias trapezoidais dos cilindros de borracha

Para realizar esta inspeção a máquina deve estar ligada, e a inspeção é feita através da observação de um painel indicador, localizado na lateral do descascador, conforme demonstrado na Fig (20).

Figura 20 – Inspeção da tensão das correias trapezoidais dos cilindros.



Fonte: Manual do fabricante.

4.4 Procedimento para substituição de peças

Em situações onde ocorra a necessidade de substituir as peças, deve-se seguir procedimentos específicos, recomendados pelo fabricante, para que seja garantida a segurança do operador e a integridade do equipamento, os quais estão descritos nas ordens de substituições de peças, apresentadas nas Figuras (11), (12), (13), (14) e (15).

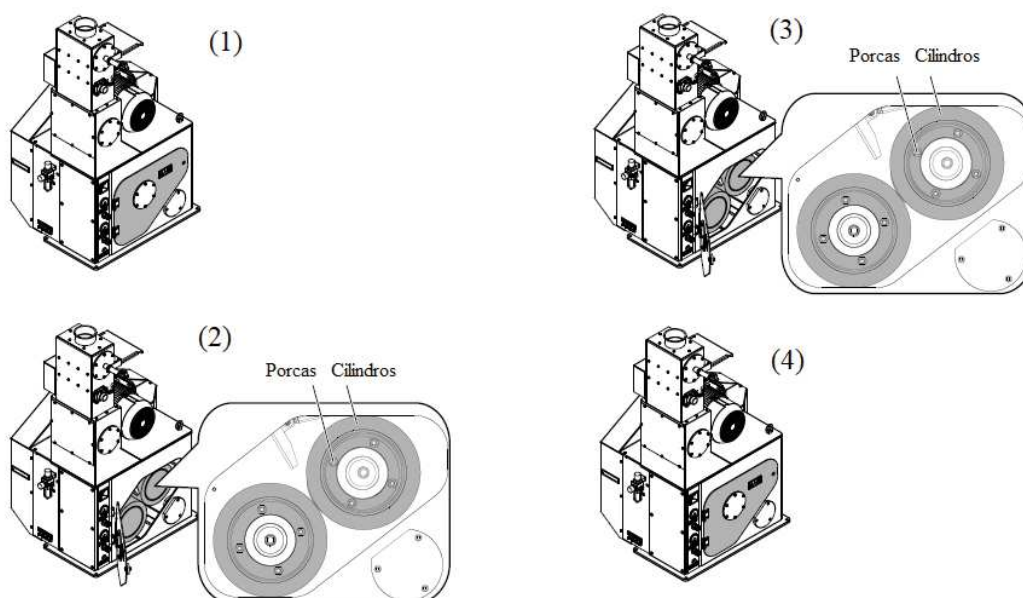
4.4.1 Troca dos cilindros de borracha

Para realizar a troca dos cilindros de borracha, é necessário que a máquina esteja fixa contra a inicialização inesperada, para que seja garantida a segurança da operação,

evitando que ocorra uma inicialização durante a manutenção da máquina.

Primeiramente deve-se abrir a porta do equipamento (1), em seguida desmontar os cilindros, removendo as porcas e arruelas (2). Após retirar os cilindros, deve-se realizar uma limpeza nas superfícies de contato, e encaixar os novos cilindros, recolocando e aplicando torque nas as porcas e arruelas (3). Após realizado estes procedimentos, deve-se fechar a porta do equipamento (4), conforme apresentado na Fig (21).

Figura 21 – Troca dos cilindros de borracha.

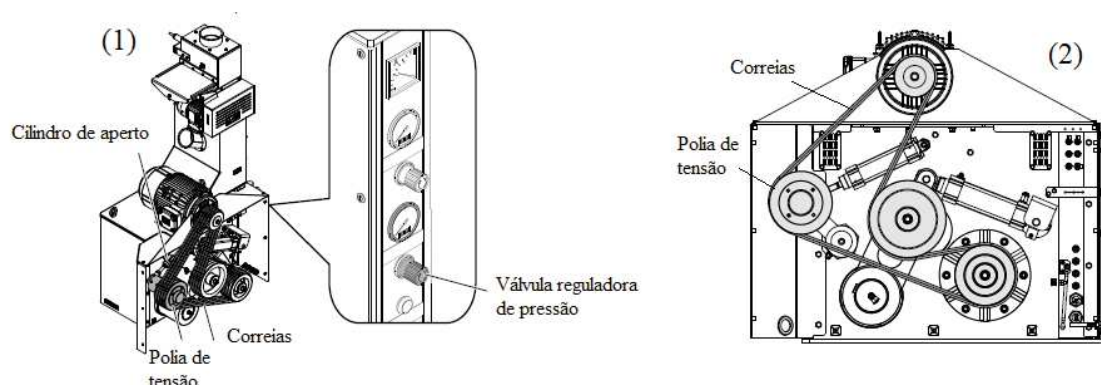


Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.4.2 Substituição das correias trapezoidais dos cilindros de borracha

Para realizar a substituição das correias trapezoidais dos cilindros de borracha, deve-se primeiramente retirar a cobertura do acionamento cilíndrico e aliviar a tensão nas correias através da válvula reguladora de pressão (1). Passado estas etapas, pode-se desmontar a correia trapezoidal (2). Para montar a nova correia trapezoidal deve-se encaixar a mesma no local, tensionar a mesma e por fim, recolocar a cobertura do acionamento cilíndrico. Este processo pode ser visualizado na Fig (22).

Figura 22 – Substituição das correias trapezoidais.

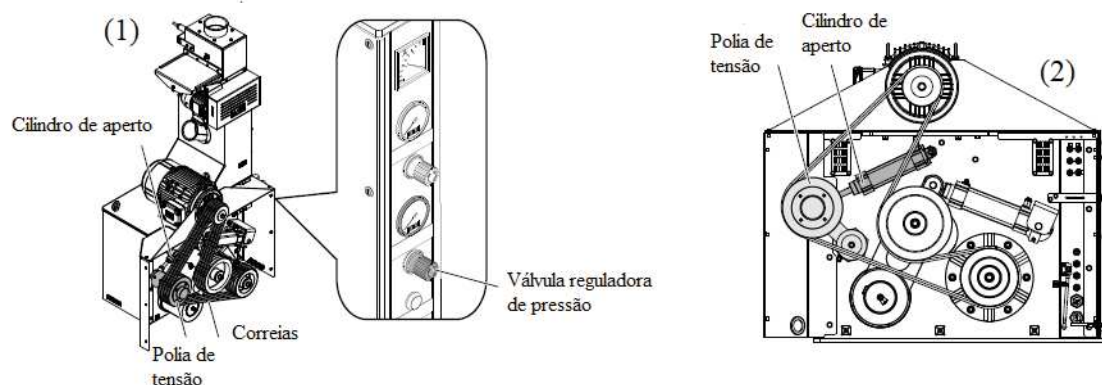


Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.4.3 Substituição do cilindro de aperto da tensão da correia

Primeiramente é necessário retirar a cobertura do acionamento cilíndrico, e em seguida reduzir a tensão nas correias através da válvula reguladora de pressão (1). Em seguida é necessário fixar a polia tensora com o material auxiliar adequado, para que a mesma não gire para baixo. Após realizar estes procedimentos, pode-se prosseguir com a desmontagem do cilindro de aperto (2). Para montar o novo cilindro de aperto, deve-se encaixar o mesmo no local, remover o material auxiliar que serviu para fixar a polia tensora e em seguida aumentar a tensão das correias através da válvula reguladora de pressão. Este processo pode ser visualizado na Fig (23).

Figura 23 – Substituição do cilindro de aperto.

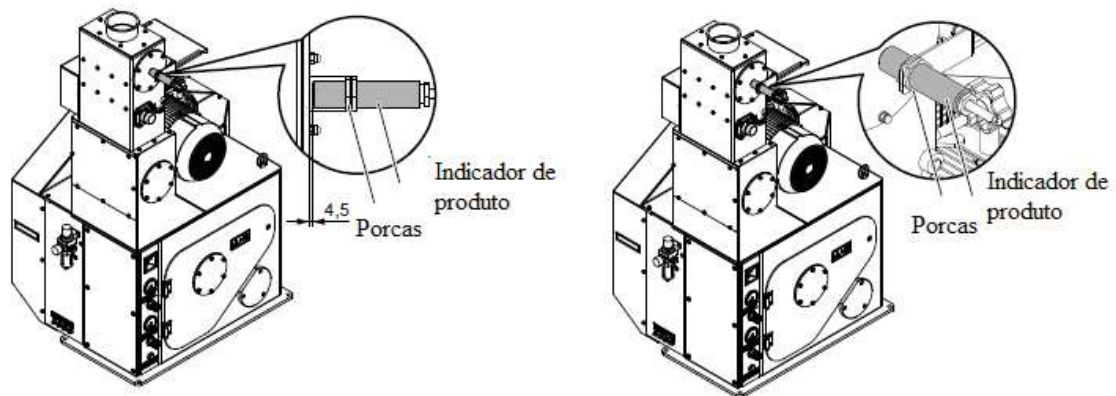


Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.4.4 Ajuste e Substituição do Indicador de produto

O ajuste do indicador de produto, que serve para informar o tipo de grão que está passando pela máquina, deve ocorrer sempre que o mesmo for substituído, ou no caso da máquina não estar identificando o produto que está sendo descascado. Para realizar o ajuste (1), é necessário afrouxar as porcas, fazendo com que a dimensão seja de 4,5mm, a qual é recomendada para que a sensibilidade do indicador esteja regulada. O parafuso de ajuste deve ser regulado para manter a estabilidade do indicador, e deve ser feita observando a lâmpada de LED. Para realizar a substituição do indicador de produto (2), deve-se desmontar o mesmo, removendo as porcas sextavadas conforme exposto na Fig (24). O novo indicador deve ser posicionado no local apropriado, e as porcas devem ser recolocadas, aplicando torque nas mesmas.

Figura 24 – Ajuste e substituição do indicador de produto.



Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

4.5 Solução para possíveis falhas

Dentre as possíveis falhas que podem ocorrer, o manual do fabricante aborda sobre soluções comuns que solucionam os problemas, conforme exposto na tabela (3).

Tabela 3 – Possíveis falhas e soluções de problemas comuns.

Problema	Possível Causa	Solução
Rendimento muito baixo.	A chapa de fecho não está aberta o suficiente.	Inspeccionar o motor do cilindro de alimentação; Continuar abrindo a chapa de fecho.
Grau de descascamento muito baixo.	A pressão de contato de cilindros está muito baixa.	Aumentar a pressão de contato dos cilindros.
Grau de descascamento está muito alto.	A pressão de contato de cilindros está muito alta.	Reduzir a pressão de contato de cilindros.
Há muita ruptura.		
Formação de desgaste nos cilindros de borracha está desigual.	Mau funcionamento da tampa de entrada articulada.	Inspeccionar a tampa de entrada articulada.
	A zona de entrada está suja.	Limpar a zona de entrada.
	A calha alimentadora está ajustada incorretamente.	Ajustar a calha alimentadora corretamente, observando se a mesma está no centro da abertura dos cilindros.
	A calha alimentadora está suja.	Limpar a calha alimentadora.
	O produto não flui direto para a abertura dos cilindros.	Inspeccionar a função de ajuste automático do escorregador.
Os cilindros de borracha estão muito quentes.	A laminação está muito pressionada.	Reduzir a pressão de contato de cilindros.
	Os cilindros estão mal refrigerados. (Refrigeração à ar)	Inspeccionar a aspiração.
	O rendimento está muito baixo.	Inspeccionar o rendimento e se necessário, aumentar o rendimento.

A correia trapezoidal causa sons.	A correia trapezoidal desliza	Aumentar a tensão da correia trapezoidal na válvula reguladora de pressão.
	O rendimento está muito baixo.	
	Os cilindros de borracha movimentam-se diretamente um a seguir do outro.	Inspeccionar a função do indicador de produto.
A correia trapezoidal está danificada ou apresenta sinais de combustão.	Desgaste da correia trapezoidal por sobrecarga (bloqueio).	Substituir a correia trapezoidal
		Compensar o ajuste da corrente do motor com as indicações da placa de identificação.
Os mancais funcionam quentes.	As correias trapezoidais deslizam e causam um aquecimento.	Aumentar a tensão da correia trapezoidal na válvula reguladora de pressão.
Os cilindros não engatam.	Na entrada não há arroz paddy.	Preparar o arroz paddy e abrir o fecho de entrada.
	O indicador de produto não reconhece o arroz paddy	Inspeccionar se o indicador de produto está no disco de acrílico. Se necessário, ajustar a sensibilidade e distância do indicador de produto.
	Teor de poeira muito alto no arroz paddy e o indicador de produto não reconhece.	Inspeccionar o ajuste (sensibilidade) do indicador de produto.

Fonte: Adaptado do manual do fabricante.

Deste modo, pode-se obter soluções para problemas comuns que possam ocorrer, facilitando a operação do equipamento e reduzindo tempos de parada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto no decorrer deste trabalho, pode-se verificar a importância de um plano de manutenção, entender os principais conceitos aplicados na área da engenharia de manutenção e familiarizar-se com o equipamento com o qual será desenvolvido o plano de manutenção. Ressalta-se que para desenvolver e implementar um plano de manutenção, além de utilizar o que o manual apresenta como medidas necessárias, também é importante pensar em maneiras de organizar estas informações, de modo que o acesso e o entendimento de quem vai executar seja facilitado, possibilitando uma melhor execução da atividade e com maior segurança. Pensando nisto, foram criados os *checklists*, os quais além de frisarem os passos a serem seguidos, ainda auxiliam na segurança do trabalho que deve ser realizado, uma vez que o operador se obriga a ler os passos e confirmar que tudo está sendo executado de maneira correta. Pensando na segurança dos operadores, também foram inseridos nos *checklists*, a necessidade de realizar o isolamento de energia, garantindo que não haverá o risco de funcionamento inesperado do equipamento durante a intervenção, preservando a integridade do operador. O plano de manutenção desenvolvido no presente trabalho, aborda de maneira ampla as diretrizes descritas no manual do fabricante, de modo que, com a correta aplicação deste plano, ocorrerão diminuições no tempo de parada, bem como a melhoria do processo de manutenção.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**. ABNT, 1994. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=1EKMkgEACAAJ>>.
- ALMEIDA, M. T. d. Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade. **Itajubá: Escola Federal de Engenharia**, 2007.
- AMATO, G. W. **Arroz de A a Z: termos técnicos do arroz**. IRGA, 2017. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/arroz-de-a-a-z>>.
- BEVILACQUA, M.; BRAGLIA, M. The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection. **Reliability Engineering & System Safety**, Elsevier, v. 70, n. 1, 2000.
- BUHLER, A. G. **Manual de instruções DRHI-20475-1-1705-pt-BR**. [S.l.: s.n.].
- CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; SLACK, N. Administração da produção. **São Paulo: Atlas**, 2002.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração-12ª edição**. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.
- DHILLON, B. S. **Engineering maintenance: a modern approach**. [S.l.]: cRc press, 2002.
- ELIAS, M. et al. Industrialização de arroz por processo convencional e por parboilização. **Qualidade de arroz, da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2012.
- GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção-função estratégica**. [S.l.]: Qualitymark Editora Ltda, 2001.
- NASCIMENTO, J. P.; ALMEIDA, M. M. Y. de. Manutenção industrial: Um estudo de sua importância na competitividade em uma empresa do ramo metalúrgico. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, 2021.
- NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1**. [S.l.]: Editora Blucher, 2014. v. 1.
- NORDAL, H.; EL-THALJI, I. Modeling a predictive maintenance management architecture to meet industry 4.0 requirements: A case study. **Systems Engineering**, Wiley Online Library, v. 24, n. 1, p. 34–50, 2021.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, 2008.
- PEREIRA, L. R. A. Estudo da implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários canavieiros em uma indústria sucroalcooleira. 2021.

SANTOS, A. d. et al. **A cultura do arroz no Brasil**. [S.l.]: Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SENSEYE. **The True Cost of Downtime**. Senseye Industry Insights, 2021. Disponível em: <<https://www.senseye.io/downtime-report-download>>.

SILVA, F. et al. Efeito do beneficiamento nas propriedades físicas e mecânicas dos grãos de arroz de distintas variedades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v. 5, n. 1, 2003.

SOUSA, J. de et al. **SECAGEM E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLA S**. [S.l.]: Editora Aprenda Fácil, 2008.

VANDERLEY, J. M. L.; LOPES, R. S. Sistema de manutenção centrada na confiabilidade: um estudo de caso em um moinho martelo de uma indústria de reciclagem. 2021.

ZAMBERLAN, C. et al. Inovação na indústria gaúcha de beneficiamento de arroz: Um estudo na inovação de processos. **Gestão Regionalidade**, v. 26, p. 44–46, 01 2011.