



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO**

**PROPOSAL OF A MAINTENANCE PLAN FOR THE CRITICAL EQUIPMENT OF A WHEAT MILL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO CRÍTICO DE UN MOLINO DE TRIGO**

John Enidi Wichoski<sup>1</sup>, Douglas Guedes Batista Torres<sup>2</sup>

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2377>

PUBLICADO: 12/2022

**RESUMO**

Na competitividade comercial da atualidade, as indústrias precisam produzir o máximo possível com a qualidade esperada e, um dos grandes vilões da produtividade industrial são as paradas não programadas por conta de falhas em equipamentos. A manutenção corretiva planejada, preventiva e preditiva são grandes aliadas da produtividade, pois com auxílio dessas técnicas é possível diminuir as paradas não programadas, aumentar a disponibilidade e confiabilidade da planta fabril e, ter um melhor rendimento dos equipamentos. O objetivo deste trabalho é propor um plano de manutenção focado em manutenção para os equipamentos críticos de um moinho de trigo, a fim de diminuir suas paradas não programadas e conseqüentemente aumentar a disponibilidade e confiabilidade destes equipamentos. Para realização deste trabalho, foi realizado uma análise de criticidade através da matriz GUT dos equipamentos, a fim de levantar os equipamentos críticos da empresa. Com isso, foi realizado um levantamento dos dados técnicos e informações sobre os componentes destes equipamentos, com intuito de encontrar parâmetros de funcionamento destes componentes. Com os equipamentos críticos e as suas informações levantadas, um plano de manutenção foi proposto baseado na manutenção preditiva, com guias de inspeção e parâmetros para avaliação da integridade dos equipamentos, como inspeção visual, análise térmica, vibracional e estado dos lubrificantes dos equipamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção. Criticidade. Preditiva. Inspeção.

**ABSTRACT**

*In today's commercial competitiveness, industries need to produce as much as possible with the expected quality and, one of the great villains of industrial productivity are the unscheduled stops due to equipment failures. The planned corrective, preventive and predictive maintenance are great allies of productivity, because with the help of these techniques it is possible to reduce unscheduled downtime, increase the availability and reliability of the plant and have a better yield of equipment. The objective of this work is to propose a maintenance plan focused on maintenance for the critical equipments of a wheat mill, in order to reduce its unscheduled stops and consequently increase the availability and reliability of these equipments. To accomplish this work, a criticality analysis was performed using the GUT matrix of the equipments, in order to identify the company's critical equipments. With this, a survey of technical data and information about the components of this equipment was performed, in order to find parameters for the operation of these components. With the critical equipments and their information surveyed, a maintenance plan was proposed based on predictive maintenance, with inspection guides and parameters to evaluate the integrity of the*

<sup>1</sup> Centro Universitário Univel

<sup>2</sup> Graduado Universidade Estadual do Oeste do Paraná no curso de Engenharia Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Unioeste (PGEAGRI). Docente no Centro Estadual de Educação Profissional Pedro Boareto Neto (CEEP Cascavel-Pr). Professor na Faculdade de Tecnologia Senai Cascavel (PR). Docente nos cursos de pós-graduação de Lato Sensu em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar e Eficiência Energética da Faculdade de Tecnologias Senai Cascavel (PR). Consultor em Engenharia de Segurança do Trabalho. Professor no Centro Universitário Univel.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

*equipments, such as visual inspection, thermal analysis, vibrational analysis and lubricants status of the equipments.*

**KEYWORDS:** *Maintenance. Criticality. Predictive. Inspection.*

### RESUMEN

*En la competitividad comercial actual, las industrias necesitan producir tanto como sea posible con la calidad esperada y, uno de los grandes villanos de la productividad industrial son las paradas no programadas debido a fallas en los equipos. El mantenimiento correctivo planificado, preventivo y predictivo son grandes aliados de la productividad, pues con la ayuda de estas técnicas es posible reducir las paradas no programadas, aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la planta y tener un mejor rendimiento de los equipos. El objetivo de este trabajo es proponer un plan de mantenimiento enfocado al mantenimiento de los equipos críticos de un molino de trigo, con el fin de reducir sus paradas no programadas y, en consecuencia, aumentar la disponibilidad y confiabilidad de estos equipos. Para realizar este trabajo, se realizó un análisis de criticidad a través de la matriz GUT del equipo, con el fin de elevar los equipos críticos de la empresa. Con esto, se realizó un relevamiento de datos técnicos e información sobre los componentes de estos equipos con el fin de encontrar parámetros de funcionamiento de estos componentes. Con el equipo crítico y su información planteada, se propuso un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento predictivo, con guías de inspección y parámetros para evaluar la integridad del equipo, como inspección visual, análisis térmico, estado vibracional y lubricante del equipo.*

**PALABRAS CLAVE:** *Mantenimiento. Criticidad. Predictivo. Inspección.*

### INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual proveniente da globalização e da grande concorrência que o mercado livre traz, as empresas buscam sempre a inovação e a aplicação de ferramentas com intuito de garantir a qualidade e a produtividade desejada (DA SILVA, 2004). Segundo Viana (2002), isso requer controlar e analisar todos os processos em busca da melhoria contínua, como o controle e a manutenção dos equipamentos, por exemplo, para que estejam aptos a produzir na máxima eficiência possível. Em paralelo a essa produção, a qualidade defendida pela empresa deve andar sempre lado a lado com a produtividade, de modo que expectativas dos consumidores finais sejam atendidas.

Para Otani e Machado (2008), a falta de um controle efetivo da manutenção pode acarretar diversos problemas, como instabilidade da qualidade dos produtos até mesmo o tardamento da entrega deste produto. Por conta disso, a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos em geral trazem consigo um grau de importância elevado. Para Lafraia (2001), a confiabilidade está diretamente ligada à confiança que se tem em um produto, em um equipamento ou em um sistema, isto é, a probabilidade que esses exerçam suas funções sem falhas, por um período previsto, sob condições específicas predeterminadas. Assim, o setor de manutenção deve procurar maneiras de prevenir possíveis falhas nos equipamentos.

A prevenção de falhas pode ser feita com um planejamento de manutenção bem alinhado, buscando-se tanto a máxima eficiência quanto a aplicação de ferramentas e controles. Ações preventivas como essas podem evitar paradas indesejadas causadas por falhas em equipamentos,



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

atrasos na entrega, baixa qualidade, retrabalhos e tempo de produção abaixo do esperado (TELLES, 2009).

Diante da importância desse tema, este presente trabalho visa ao entendimento do conceito de manutenção e de todos os seus tipos e programas, permitindo que, com tal conhecimento, seja proposto um plano de manutenção em equipamentos críticos em um moinho de farinha de trigo, a fim de diminuir as paradas, as manutenções não programadas, os gastos excessivos com as paradas não programadas, além de buscar maneiras de elevar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos críticos da organização em estudo.

### Problema de Pesquisa

De que forma é possível analisar as paradas não programadas de um moinho de trigo a fim de buscar formas de aumentar a disponibilidade da planta?

### Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo propor um plano de manutenção para os equipamentos críticos de um moinho de trigo.

### Objetivos específicos

- Analisar o processo de produção da farinha de trigo em um moinho.
- Levantar os equipamentos críticos do processo.
- Levantar informações técnicas dos equipamentos críticos.
- Analisar o tipo de manutenção é o mais indicado para os equipamentos críticos.
- Propor um plano de manutenção para os equipamentos críticos.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Derivada do latim *manis tenere* (manter-se o que tem), a manutenção faz parte do dia a dia das pessoas, mesmo que passe despercebida por muitos (VIANA, 2002). Para Telles (2019, p. 09) “(...) a área de manutenção nas empresas passa a ser considerada estratégica para os resultados dos negócios (...)”, ou seja, a manutenção promove um retorno financeiro dos seus investimentos. Da Silva Neto e Gonsalves de Lima (2002, p. 02) corrobora essa ideia afirmando, “(...) a manutenção tem função de promover a maior disponibilidade das máquinas e equipamentos para garantir perfeito funcionamento da produção que pode contribuir para no retorno dos investimentos.”.

Segundo Viana (2002), a manutenção surge inicialmente no século XVI com o surgimento dos primeiros teares mecânicos, e, a aparição efetiva do termo “manutenção” surge em 1950, com a função de manter um bom funcionamento de ferramentas e equipamentos. Wyresliski (1997, p. 9) corrobora, “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”. Com o passar do tempo, a manutenção passou por diversas gerações que estão descritas na Tabela 1.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Tabela 1 – Geração das manutenções

1ª GERAÇÃO (1940)	2ª GERAÇÃO (1950)	3ª GERAÇÃO (1970)	4ª GERAÇÃO (2000-2022)
<p>Conserta quando quebra;</p> <p>Modelo reativo;</p> <p>Manutenção corretiva;</p>	<p>Preventiva baseada no tempo;</p> <p>Planejamento e controle da manutenção;</p>	<p>Preventiva baseada na condição;</p> <p>Manutenção preditiva;</p> <p>FMEA – Análise de modos e efeitos de falhas dos sistemas informatizados;</p> <p>RCFA – Análise de causa e falha raiz;</p>	<p>Projetada para manutenibilidade;</p> <p>Realizado “menos” com menos;</p> <p>Projetos visando a facilidade da manutenção;</p> <p>Autonomia das máquinas;</p> <p>Manutenção de classe mundial;</p>

Fonte: Adaptado do autor, Sanitá e De Campo (2020)

A manutenção é dividida em algumas aplicabilidades, conhecidas como tipos de manutenção.

### Tipo de manutenção

A manutenção corresponde à combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo a supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado que possa desempenhar a função que para ele é requerida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 6).

A seguir estão descritos os tipos de manutenção.

### Manutenção corretiva

Segundo De Almeida (2018, p. 16), a “Manutenção Corretiva é um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou equipamento que parou”. A manutenção corretiva ocorre quando sucede uma falha no equipamento. Pode englobar a quebra do equipamento, o seu baixo rendimento ou até mesmo se oferece risco à saúde do operador (TELES, 2019). Otani (2008), afirma a existência duas categorias de manutenções corretivas: a manutenção corretiva planejada e a manutenção corretiva não planejada.

### Manutenção corretiva planejada

Segundo Sanitá e De Campos (2020), a manutenção corretiva planejada ocorre quando a empresa realiza a manutenção com objetivo de eliminar uma falha que está em estágio inicial, planejando o melhor momento para ser realizada. É uma situação em que o equipamento ainda pode produzir, mas seu rendimento e/ou qualidade estão reduzidos e/ou há algum risco ao operador (DA



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

SILVA NETO, 2002). Otani e Machado (2008) complementa afirmando que, como o nome já diz, por ser planejada tende a ser mais barata, mais segura e mais rápida.

### **Manutenção corretiva não planejada**

Para Kardec e Nascif (2001), a manutenção corretiva não planejada ocorre de maneira inesperada. A manutenção corretiva não planejada geralmente é a mais cara para a organização. Ela ocorre quando algum equipamento para completamente por conta de alguma falha emergencial. A manutenção corretiva não planejada geralmente é a mais cara para a organização (TELES, 2019). Otani e Machado (2008, p. 3) corroboram com esta afirmação, “Este tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção (...)”.

### **Manutenção preventiva**

Segundo o Slack *et al.*, (2002, p. 265), a manutenção preventiva “visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falha por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados”. Almeida (2010) corrobora afirmando que a manutenção preventiva visa a evitar ou reduzir as falhas ou a queda de desempenho dos equipamentos, obedecendo a um plano que foi elaborado, com períodos específicos para troca de cada equipamento. Esse tipo de manutenção dispõe de um escopo que, a cada manutenção realizada, restabelecer as condições originais do equipamento em questão. Essa atitude proativa faz que os equipamentos prolonguem sua vida útil, permitindo que estejam disponíveis por mais tempo (SANTOS, 2019).

Mesmo que esse tipo de manutenção ofereça vantagens, tais como a disponibilidade e a pouca variação na qualidade, os custos são significativamente elevados. Para resolver tal impasse, existe a opção de um tipo de manutenção que, aliada a uma ferramenta, torna os custos com manutenção significativamente reduzidos, mantendo a disponibilidade do equipamento e a qualidade do produto. Trata-se da utilização da manutenção preditiva aliada à inspeção programada (VIANA, 2002).

### **Manutenção preditiva**

Segundo ABNT NBR 5462 (1994), a manutenção preditiva “(...) permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de análises, utilizando-se de meios de supervisão centralizadas ou de amostragem (...)”. Essa manutenção busca descrever o estado futuro do equipamento, utilizando dados que são levantados durante um período definido por meio de diversas formas e instrumentos. Nessa investigação, analisa-se e verifica-se a tendência que os equipamentos têm em variar com relação aos pontos analisados (TELES, 2019). Segundo Morenghi (2005), quando ocorre uma intervenção oriunda de uma determinação da Manutenção preditiva, é realizado uma Manutenção Corretiva Planejada.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Algumas das principais vantagens da manutenção preditiva são: diminuir ou eliminar a necessidade de desmontagem do equipamento para realização da inspeção; inibir o aumento de danos aos equipamentos ou aos seus componentes; trazer uma disponibilidade maior para este equipamento; ascender o grau de confiabilidade do equipamento e seus componentes; reduzir drasticamente a necessidade de manutenções corretivas; e utilizar a vida útil total do equipamento com mais eficiência (TELES, 2019).

Para escolher o melhor tipo de manutenção para cada equipamento, é necessário analisar algumas informações de cada equipamento.

### Informações necessárias para definição do tipo de manutenção para cada equipamento

Para escolha da melhor estratégia de manutenção a ser implantada em algum equipamento, é preciso analisar algumas informações, para que a estratégia escolhida seja a melhor possível diante das características do equipamento analisado. A Tabela 2 apresenta algumas informações importantes para definição do tipo de manutenção de cada equipamento.

Tabela 1 - Informações que auxiliam na definição do tipo de manutenção para cada equipamento

Informações que auxiliam na definição do tipo de manutenção para cada equipamento
Manual do Equipamento
Recomendações do Fabricante
Características de funcionamento e rendimento do equipamento
Histórico de falhas do equipamento
Histórico de manutenções do equipamento

Fonte: Adaptado do autor, Teles (2019).

### Matriz de Criticidade

Segundo Smith e Hawkins (2004), análise de criticidade é uma técnica utilizada para identificar e classificar possíveis eventos utilizando como base a importância e impacto desses eventos no desempenho da produção. Baran (2013) corrobora, onde afirma que “o objetivo da análise de criticidade consiste em identificar o impacto da indisponibilidade de equipamentos e sistemas industriais (...)”. Uma ferramenta muito utilizada para verificar a criticidade dos equipamentos é a Matriz GUT. Segundo Novaski, Freitas, Billig (2020, p. 42204), “a Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada na análise e na priorização de problemas ou de ações de correção a serem implementadas”. Pestana (2016) corrobora com a ideia, afirmando que umas das grandes vantagens da utilização da Matriz GUT é o auxílio que ela traz para o gestor na avaliação qualitativa e quantitativa dos problemas da empresa.

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fundamentação metodológica tem o objetivo de programar os próximos passos do estudo, de forma a nortear as atividades a serem desenvolvidas, bem como delimitar o campo de trabalho.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Desta forma, considerando os objetivos deste estudo, os tópicos a seguir constituem a metodologia deste trabalho.

### **Classificação da pesquisa**

A presente pesquisa é classificada como exploratório. A pesquisa é classificada como exploratório, pois para Nascimento (2016, p. 04), "(...) pesquisas exploratórias objetivam facilitar a familiaridade do pesquisador com o problema objeto de pesquisa (...)". Para Gerhardt e Silveira (2009), essas pesquisas podem ser classificadas como estudo de caso ou pesquisa bibliográfica.

Referindo-se a abordagem do problema, a pesquisa é classificada como quantitativa. Segundo Da Silva e Menezes (2005), A pesquisa quantitativa considera a parcela de informações que se pode quantificar. Segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 33), "A pesquisa quantitativa (...) tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana."

Finalizando, em relação aos procedimentos técnicos da pesquisa, o presente trabalho é classificado como um estudo de caso, pois será explorado um fenômeno afim de obter seu vasto conhecimento. Da Silva e Menezes (2005, p. 21) descrevem como estudo de caso, "(...) quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento."

### **Apresentação da empresa**

A empresa que foi realizado este trabalho é nomeada como Moinho Rio Azul, a qual se encontra na cidade de Céu Azul, região oeste do Paraná, Brasil. O Moinho Rio Azul contempla um quadro de 45 funcionários distribuídos nos setores da empresa e se encontra no ramo de produção de farinha de trigo. A indústria apresenta dois sistemas de turnos, onde, o setor da moagem, apresenta dois turnos de 12 horas, onde o primeiro começa as 06:00 às 18:00, e o segundo inicia as 18:00 às 06:00. Os setores de Mistura, Ensaque, Estoque e Expedição apresentam dois turnos de 8 horas, onde o primeiro inicia-se 06:00 às 15:00, e o segundo inicia-se as 15:00 às 00:00, ambos com uma hora de descanso.

A capacidade de moagem atual do Moinho Rio Azul é de aproximadamente 100 toneladas de trigo por dia e, a empresa apresenta um catálogo com 52 produtos, os quais são variações de farinha de trigo, pré-misturas e farelo de trigo, e são comercializados como 1 Kg, 5 Kg, 25 Kg, Big Bag de 1250 Kg e a Granel. Além disso, a empresa é certificada para produção de farinha de trigo orgânica e a pouco tempo conquistou a certificação FSSC 22000, certificação internacional de segurança de alimentos.

### **Análise do processo produtivo**

Para dar início a este trabalho, foi realizado uma análise de todo o processo produtivo na transformação dos insumos em produto acabado. Para melhor compreensão da importância dos



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

processos e funcionamento dos equipamentos, foi realizado um fluxograma dos setores, o qual auxiliou na compreensão das transformações realizadas em cada setor, durante o processo de produção da farinha de trigo.

A análise do processo produtivo é importante e necessária pois com o conhecimento adquirido foi realizado o próximo passo da pesquisa, que é o levantamento dos equipamentos críticos da empresa. A realização desta análise foi importante, pois com a compreensão do funcionamento da empresa, o funcionamento de cada equipamento, as transformações realizadas nos processos e a importância destas transformações para obtenção do produto final, foi levantado a criticidade dos equipamentos.

### **Levantamento dos equipamentos críticos da produção**

A partir do momento que o processo produtivo foi analisado, o próximo passo foi levantar quais equipamento do moinho são considerados críticos ou vitais para um bom desempenho da produção. Para realização do levantamento dos equipamentos críticos/vitais do moinho, foi utilizado a matriz de criticidade GUT, onde foi analisado cada equipamento afim de verificar quais são os mais críticos.

A matriz de criticidade é funcional na realização de uma análise de criticidade de algum equipamento. Foi analisado todos os equipamentos através da matriz de criticidade e, os equipamentos que foram atribuídos com notas mais altas, foram considerados os equipamentos críticos para um bom desempenho da produção. A partir disso, o próximo passo foi o levantamento as informações e dados destes equipamentos críticos.

### **Levantamento das informações e dados técnicos dos equipamentos críticos.**

A partir do momento que foram analisados e levantados os equipamentos críticos, o próximo passo foi o levantamento das informações técnicas e dos dados técnicos e históricos destes equipamentos. Para isso, foram pesquisados manuais e informações do fabricante, estudos baseados nestes equipamentos, dados históricos do funcionamento destes equipamentos na empresa e qualquer outro tipo de informação que estava disponível e foi importante para os próximos passos.

Estas informações foram analisadas e muito importantes para o próximo passo, que foi a escolha do tipo de manutenção que será proposto para os equipamentos. Para isso, foi analisado o maior número de informações possíveis e analisado qual tipo de manutenção adequa-se melhor a realidade de cada equipamento e, assim, foi criado a proposta de plano de manutenção.

### **Elaboração da proposta do plano de manutenção**

Após a realização do levantamento dos equipamentos críticos e suas informações, o próximo passo foi analisar essas informações e iniciar a elaboração de uma proposta de um plano de manutenção para estes equipamentos críticos. Foram analisadas todas as informações levantadas sobre cada equipamento crítico e, analisar qual tipo de manutenção se enquadra melhor a realidade



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

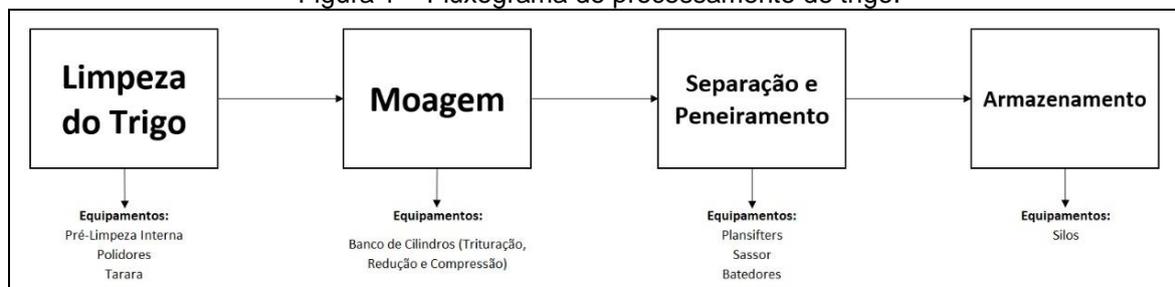
PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

de cada equipamento e também a realidade da organização e o plano de manutenção baseado nessas informações foi proposto.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dar início a este trabalho, conforme os procedimentos metodológicos, o primeiro passo foi uma análise do setor produtivo, a fim de avaliar e entender todo o sistema produtivo e a importância de cada setor e seus equipamentos para transformação do trigo em farinha de trigo. Para isso, foi analisado todo o processo de moagem do trigo, entendendo cada processo e cada equipamento, para que assim possamos avaliar e entender a criticidade de cada equipamento de cada setor. Com isso, foi elaborado um fluxograma do processo de moagem e citado os equipamentos pertencentes a cada setor deste fluxograma, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processamento de trigo.



Fonte: Autor (2022)

Com a compreensão do processo de moagem e da importância de cada equipamento no processamento de trigo, o próximo passo do procedimento metodológico foi iniciado, a análise de criticidade dos equipamentos. Para realização desta análise, foi utilizada a Matriz GUT, onde cada equipamento foi analisado dentro dessa Matriz utilizando os parâmetros de Gravidade, Urgência e Tendência. Com isso, obtivemos a criticidade de cada equipamento, conforme demonstrado na Tabela 03.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

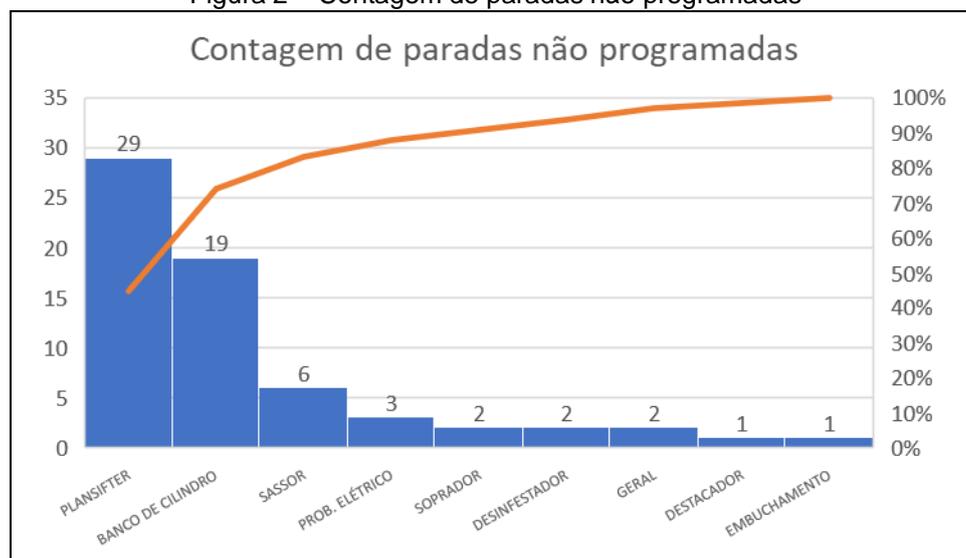
Tabela 3 – Matriz GUT dos equipamentos responsáveis pelo processamento do trigo.

Matriz de Prioridade (GUT)							
Equipamento	Gravidade		Urgência		Tendência		Prioridade Final
Pré-Limpeza Interna	Pouco Grave	2	Pode esperar um pouco	2	Vai Piorar em longo prazo	2	6
Polidores	Não é Grave	1	Pode esperar um pouco	2	Não vai piorar	1	4
Tarara	Não é Grave	1	Não tem pressa	1	Não vai piorar	1	3
Banco de Cilindros	Gravíssimo	5	Necessita de ação imediata	5	Vai piorar rapidamente	5	15
Plansifters	Gravíssimo	5	Necessita de ação imediata	5	Vai piorar rapidamente	5	15
Sassores	Grave	3	Resolver com alguma urgência	4	Vai piorar em pouco tempo	4	11
Batedores	Pouco Grave	2	Pode esperar um pouco	2	Vai Piorar em longo prazo	2	6
Silos de Armazenamento	Grave	3	Pode esperar um pouco	2	Vai Piorar em médio prazo	3	8
Soprador de Ar	Gravíssimo	5	Necessita de ação imediata	3	Vai piorar em pouco tempo	2	10
Compressores de Ar	Muito Grave	4	Necessita de ação imediata	5	Vai piorar em pouco tempo	4	13

Fonte: Autor (2022)

A empresa possui um banco de dados com aproximadamente um ano de registros de paradas não programadas (Anexo 1). Foi analisado este banco de dados, realizando um Diagrama de Pareto, a fim de analisar quais equipamentos falharam mais vezes de maneira não programada durante este período. A Figura 2, é referente ao Diagrama de Pareto dos equipamentos que falharam de maneira não programada dentro do período analisado.

Figura 2 – Contagem de paradas não programadas



Fonte: Autor (2022)

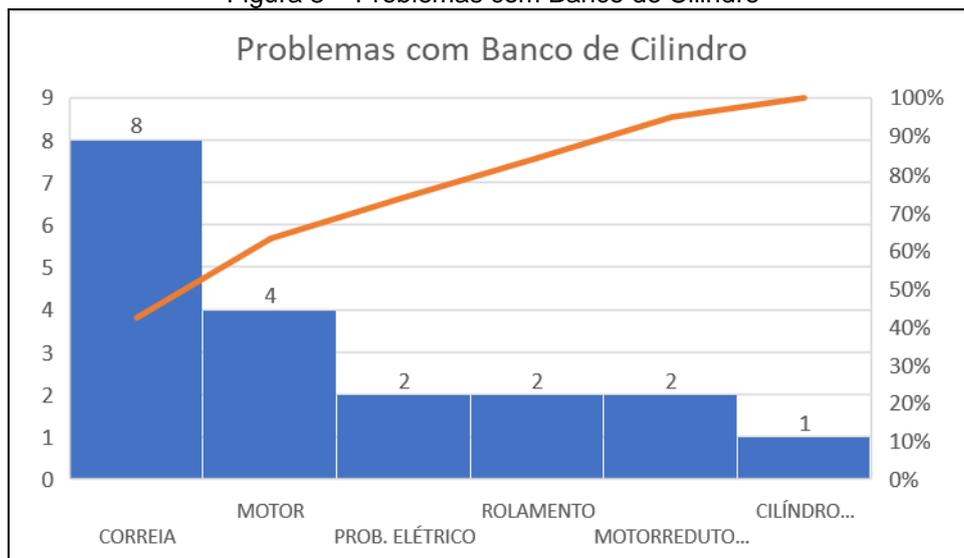


## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

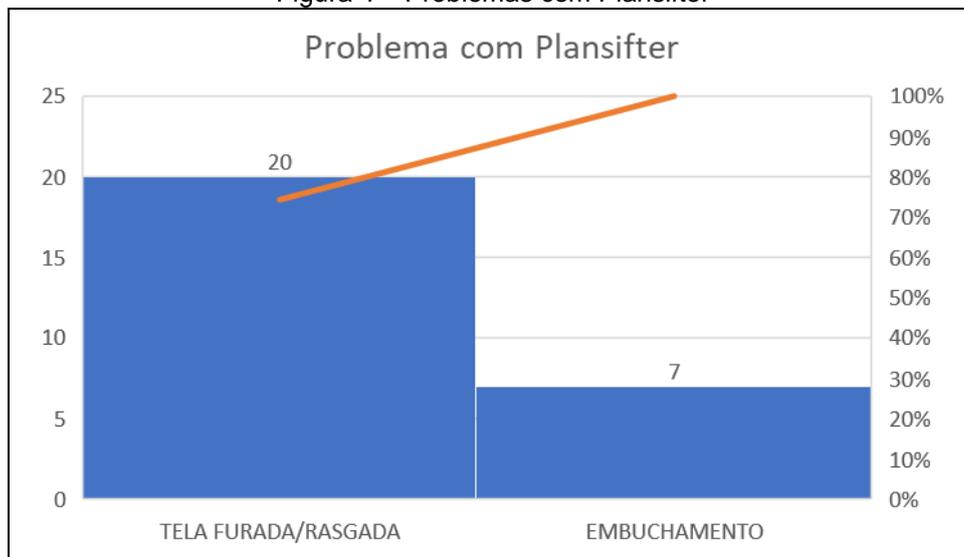
Como visto, os equipamentos que apresentaram mais problemas são os equipamentos mais críticos conforme a Matriz GUT. Com isso, foi realizado mais um Diagrama de Pareto com as falhas dos dois equipamentos mais críticos, no caso os Banco de Cilindros e os Plansifters. A Figura 3 é o Diagrama de Pareto referente as falhas dos Banco de Cilindros e a Figura 4 é referente as falhas dos Plansifters.

Figura 3 – Problemas com Banco de Cilindro



Fonte: Autor (2022)

Figura 4 – Problemas com Plansifter



Fonte: Autor (2022)

A partir da análise dos gráficos acima, pode-se perceber que os pontos mais críticos que devem ser trabalhados são os Bancos de Cilindros e Plansifters. Para estes equipamentos, um plano de manutenção baseado em manutenção preditiva, onde um plano de inspeção foi criado para verificar a integridade dos equipamentos afim de prevenir paradas não programadas deles.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Em seguida, foram listados os componentes destes equipamentos e criado um *checklist* de inspeção, a fim de avaliarmos o estado de cada componente e prevenir falhas, conjugando uma análise visual do equipamento e seus componentes, uma análise térmica, análise vibracional e análise dos lubrificantes dos componentes que possuem óleo mineral e graxa.

Para realização destas análises, é proposto a empresa a aquisição de alguns equipamentos citados abaixo, os quais são base para as análises realizadas durante as inspeções. Os equipamentos propostos para aquisição são:

- Termômetro infravermelho portátil da marca Queenser
- Medidor de vibração MVA-400 da marca Minipa
- Viscosímetro Rotacional 100 a 100.000 MPA.S MVD5 da marca Prolab

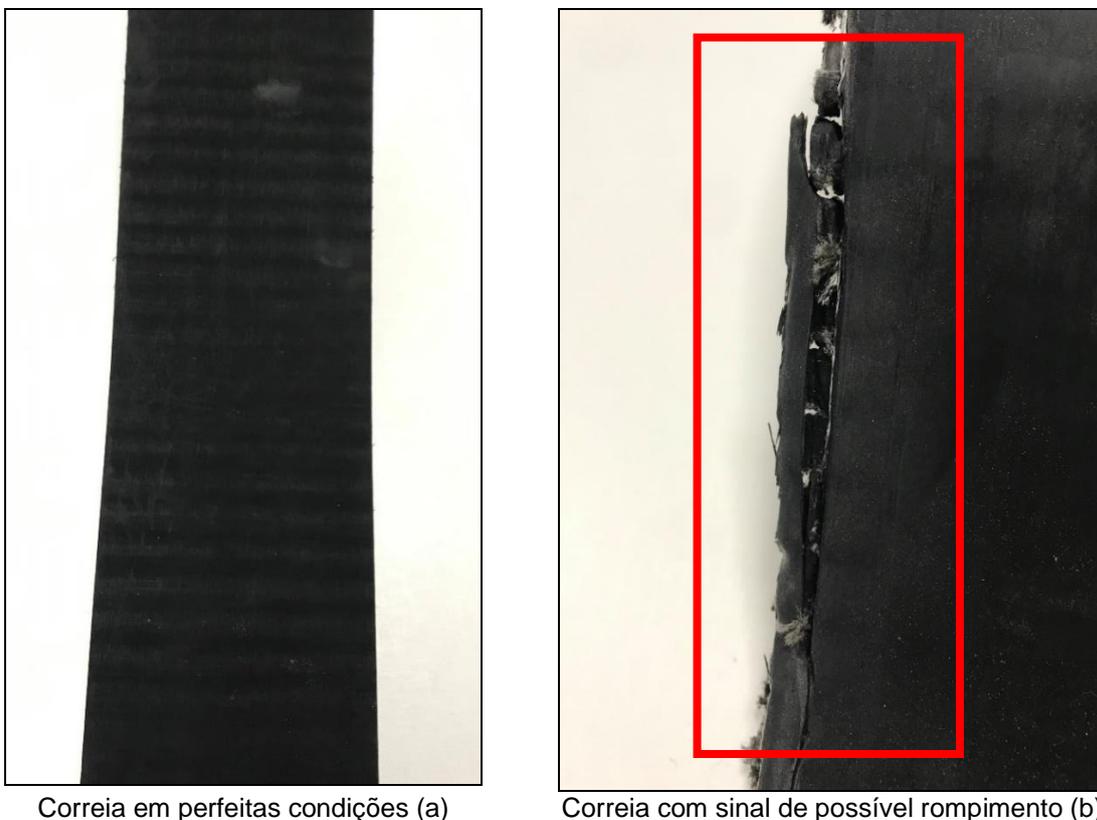
Para as inspeções serem realizadas, parâmetros devem ser estabelecidos para que as inspeções sejam realizadas da melhor forma possível. O primeiro ponto é relacionado a inspeção visual dos equipamentos, onde deve-se buscar anomalias em sua estrutura, anomalias como falta de itens de fixação (parafusos, porcas, rebites), rachaduras na estrutura ou algum componente se comportando de maneira não convencional, caso algum ponto citado for observado, deve-se realizar a manutenção para solucionar o ponto observado. Além disso, os dispositivos de segurança devem ser testados, buscando encontrar a presença de alguma possível falha. Caso encontrada alguma falha nos dispositivos de segurança, consertá-los imediatamente. Para realizar uma análise do ruído, deve-se procurar qualquer barulho que não seja convencional ao funcionamento daquele equipamento, como estalos ou atrito entre metais. Outro ponto importante é a análise das correias, onde se procuram sinais de um possível rompimento ou desgaste excessivo. A Figura 5 (a) apresenta uma correia em perfeitas condições para uso, já a Figura 5 (b) apresenta uma correia com sinais de possível rompimento, como rachaduras no corpo da correia e/ou um rompimento parcial. Caso alguma correia apresente sinal de desgaste ou possível rompimento, realizar a troca da mesma.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Figura 5 – (a) Correia em perfeitas condições; (b) Correia com sinal de rompimento



Correia em perfeitas condições (a)

Correia com sinal de possível rompimento (b)

Fonte: Autor (2022)

Para realização da análise térmica dos equipamentos, deve-se utilizar o termômetro infravermelho portátil da marca Queenser, onde os equipamentos apresentam uma temperatura máxima de funcionamento estabelecida pelo fabricante. Segundo a Weg (2022), o  $\Delta t$  é a diferença da temperatura interna com a temperatura ambiente, e ela pode ser medida através da carcaça externa do motor. Os motores utilizados neste trabalho são todos da Classe F, ou seja, todos os motores foram produzidos para trabalharem em uma temperatura ambiente máxima de 40°C e apresentam um  $\Delta t = 105^\circ\text{C}$ .

Segundo a Sew-Eurodrive (2007), os motorreduzores trabalham a uma temperatura ambiente de  $-20^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$ . Aliado a isso, a Petronas (2019) informa que o óleo lubrificante utilizado nos motorreduzores não deve ultrapassar os  $90^\circ\text{C}$ , temperatura máxima de trabalho do produto. Caso a temperatura do óleo ultrapasse este limite, o equipamento deve ser desligado e realizado uma manutenção ou realizar a diminuição o rendimento do mesmo e programar uma manutenção o mais rápido possível.

Estas temperaturas estarão descritas nos checklists de inspeção e, qualquer momento que algum equipamento se aproxime ou passe da temperatura máxima de funcionamento estabelecida, o mesmo deve ser desligado imediatamente para uma manutenção corretiva ou realizar uma diminuição do rendimento destes equipamentos junto com a programação de uma manutenção a



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

curto prazo, buscando assim a diminuição de casos de paradas não programadas oriundas de problemas em motores.

Em relação aos rolamentos, segundo a NSK (2005), todos os rolamentos utilizados nos Banco de Cilindros e Plansifters apresentam uma temperatura máxima de trabalho de 200°C. Em contrapartida, a graxa utilizada para lubrificação destes rolamentos contém um limite máximo de temperatura de 110°C, segundo a Schaeffler Group (2009). Com estas informações, a temperatura máxima de um rolamento em funcionamento não deve ultrapassar os 110°C, para não haver problemas com os lubrificantes deles. Caso algum rolamento ultrapasse esta temperatura limite, o equipamento deve ser desligado e o rolamento deve ser trocado ou realizado alguma manutenção.

A análise vibracional deve ser realizada nos equipamentos descritos nos checklists de inspeção, utilizando a metodologia descrita no manual do medidor de vibração MVA-400 da marca Minipa. Segundo Weber et al. (2009, p. 313), “Os defeitos em rolamentos geram impactos repetitivos que excitam vibrações livres de curta duração (com alto amortecimento) em frequências naturais elevadas (>500Hz)”. Logo, os rolamentos analisados não devem ultrapassar esta frequência, conforme indicado na citação acima. Caso ocorra que, a vibração de algum rolamento ultrapassar este valor, deve-se realizar a troca do componente para que não haja desgaste no equipamento por conta dessa vibração.

Em relação a análise vibracional dos motores e motorreductores, não foi encontrado nenhum parâmetro específico, tanto pelos fabricantes quanto por estudos utilizando os mesmos equipamentos. Por conta disso, foi proposto a criação de um indicador onde é criado um banco de dados referente as vibrações ao longo do tempo. A partir desse banco de dados, pode-se analisar a média de vibração de cada equipamento e perceber quando há uma vibração excessiva, quando o valor da vibração exceder essa média imposta pelo banco de dados. Para realização destas análises após uma quantidade significativa de dados, é proposto a utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) para uma análise mais precisa. A Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 são exemplos de indicadores criados para analisar as medições de vibração.

Tabela 4 – Modelo de indicador da variação da vibração dos motores dos Bancos de Cilindros  
CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)  
EQUIPAMENTO: Bancos de Cilindros (Motores) LOCALIZAÇÃO: 1° Andar  
FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Diário

1 - ANÁLISE VIBRACIONAL		
Bancos de Cilindros (Motores)		
Equipamento (Identificação)	Vibração	Observação
Banco de Cilindro:		
Banco de Cilindro:		
Banco de Cilindro:		

Fonte: Autor (2022)



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Tabela 5 – Modelo de indicador da variação da vibração dos motorredutores dos Bancos de Cilindros  
CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)  
EQUIPAMENTO: Bancos de Cilindros (Motorredutores) LOCALIZAÇÃO: 1° Andar  
FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Diário

1 - ANÁLISE VIBRACIONAL		
Bancos de Cilindros (Motorredutores)		
Equipamento (Identificação)	Vibração	Observação
Banco de Cilindro:		
Banco de Cilindro:		
Banco de Cilindro:		

Fonte: Autor (2022)

Tabela 6 – Modelo de indicador da variação da vibração dos motores dos Plansifters  
CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)  
EQUIPAMENTO: Plansifters (Motores) LOCALIZAÇÃO: 3° Andar  
FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Diário

1 - ANÁLISE VIBRACIONAL		
Plansifters (Motores)		
Equipamento (Identificação)	Vibração	Observação
Plansifter:		
Plansifter:		
Plansifter:		

Fonte: Autor (2022)

A análise da viscosidade do óleo utilizado como lubrificante no motorredutores deve seguir o procedimento descrito no manual do Viscosímetro Rotacional 100 a 100.000 MPA.S MVD5 da marca Prolab. Segundo o fabricante, a viscosidade do óleo mineral utilizado nos motorredutores é de 220,5 MPA.S a 40°C (PETRONAS, 2019). Caso a viscosidade esteja abaixo de 220,5 MPA.S a 40°C, deve-se programar a troca do óleo do motorredutor analisado.

Para verificação das telas dos Plansifters, a fim de verificar se há alguma tela furada/rasgada, um meio de verificação é uma análise da farinha de trigo que está em processamento. Para isso, deve-se analisar uma amostra da farinha (aproximadamente 30 gramas), a fim de buscar pontos escuros no meio do produto (farelo). Caso haja alguns pontos escuros na farinha (farelo), há uma grande possibilidade de haver alguma tela furada ou rasgada. A Figura 6 (a) traz um exemplo de um produto que está sendo produzido e as telas dos Plansifters estão em perfeitas condições, sem nenhum rasgo/furo. Em contrapartida, a Figura 6 (b) traz um exemplo de produto que está sendo produzido enquanto há alguma(s) tela(s) furada(s)/rasgada(s), onde pode-se observar a presença de pontos escuros (farelo) no produto.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Figura 6 – (a) Produto produzido sem telas furadas/rasgadas; (b) Produto possivelmente produzido com uma ou mais telas rasgadas/furadas



Produto produzido sem telas furadas/rasgadas  
(a)



Produto possivelmente produzido com uma ou mais telas rasgadas/furadas (b)

Fonte: Autor (2022)

Outra maneira de realizar a inspeção na farinha de trigo que está sendo produzida no momento a fim de verificar se há alguma tela furada ou rasgada, é realizar o peneiramento de uma amostra do produto que está sendo produzido. Para realizar este peneiramento, utiliza-se de uma amostra de aproximadamente 30 gramas do produto e, realize o peneiramento em uma peneira de 250  $\mu\text{m}$ , onde, caso haja presença de pontos pretos (farelo) que não passaram pela peneira, há possibilidade de haver uma ou mais telas furadas/rasgadas. A Figura 7 (a) traz um exemplo de um produto que está sendo produzido e as telas dos Plansifters estão em perfeitas condições, sem nenhum rasgo/furo. Em contrapartida, a Figura 7 (b) traz um exemplo de produto que está sendo produzido enquanto há alguma(s) tela(s) furada(s)/rasgada(s), onde pode-se observar a presença de pontos escuros (farelo) no produto que não passaram pela peneira. Caso haja a presença destes pontos pretos (farelo), deve-se parar imediatamente a produção e investigar as telas dos Plansifters para verificar se há algum rasgo ou furo em alguma tela. Além disso, é interessante criar um indicador com as informações obtidas com essas inspeções, pois com um banco de dados pode-se realizar uma análise do desgaste das telas dos Plansifters ao longo do tempo e, com isso, programar as trocas das telas antes que elas furem ou rasguem.



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
 John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Figura 7 – (a) Produto produzido sem telas furadas/rasgadas; (b) Produto possivelmente produzido com uma ou mais telas rasgadas/furadas



Produto produzido sem telas furadas/rasgadas (a)



Produto possivelmente produzido com uma ou mais telas rasgadas/furadas (b)

Fonte: Autor (2022)

A Tabela 7 apresenta o checklist de inspeção dos bancos de cilindros, onde são apresentados os pontos de inspeção do equipamento levando em consideração a inspeção visual, inspeção térmica, inspeção vibracional e inspeção dos lubrificantes dos componentes que utilizam o mesmo.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Tabela 7 – Checklist de inspeção dos Banco de Cilindros  
CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)

EQUIPAMENTO: Banco de Cilindro LOCALIZAÇÃO: 1º Andar  
FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Quinzenal DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1 - INSPEÇÃO VISUAL			
EQUIPAMENTO/COMPONENTE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
O equipamento possui algum tipo de defeito estrutural em sua carcaça?			
Os dispositivos de segurança do equipamento estão funcionando?			
As correias apresentam algum sinal de possível rompimento?			
Os motores apresentam algum tipo de defeito estrutural em suas carcaças?			
Os motores apresentam algum tipo de ruído? (equipamento em funcionamento)			
Os motorreductores apresentam algum tipo de defeito estrutural em suas carcaças?			
Os motorreductos apresentam algum tipo de vazamento de óleo?			
Os motorreductores apresentam algum tipo de ruído? (equipamento em funcionamento)			
2 - ANÁLISE TÉRMICA			
EQUIPAMENTO/COMPONENTE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
A carcaça dos motores apresenta uma temperatura menor que 105°C? (equipamento em funcionamento)			
O óleo dos motorreductores apresentam uma temperatura menor que 90°C? (equipamento em funcionamento)			
Os rolamentos estão com a temperatura abaixo de 110°C? (equipamento em funcionamento)			
3 - ANÁLISE VIBRACIONAL			
EQUIPAMENTO/COMPONENTE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Os rolamentos apresentam uma vibração menor que 500Hz? (equipamento em funcionamento)			
Os motores possuem alguma vibração excessiva? (equipamento em funcionamento)			
Os motorreductores possuem alguma vibração excessiva? (equipamento em funcionamento)			
4 - ANÁLISE DOS LUBRIFICANTES			
EQUIPAMENTO/COMPONENTE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
O óleo dos motorreductores apresenta viscosidade abaixo de 220,5 MPA.S a 40°C?			

Fonte: Autor (2022)

Em relação aos Plansifters, aproximadamente 75% das falhas são geradas por telas rasgadas ou furadas, e estes problemas acarretam uma perda de qualidade do produto produzido. Então um plano de inspeção diário foi criado para avaliação das telas dos Plansifters baseados em uma inspeção na farinha de trigo produzida no dia. A Tabela 8 apresenta o plano de inspeção da



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

farinha de trigo, como a análise da farinha é facilmente realizada e leva poucos minutos para ser realizada, foi proposto a realização de duas análises em cada turno, com o intuito de manter baixo o tempo de produção com telas furadas/rasgadas e assim, diminuir a perda de produto caso haja algum furo ou rasgo nas telas.

Tabela 8 – Checklist de inspeção dos Plansifters (peneiras)

### CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)

EQUIPAMENTO: Plansifter LOCALIZAÇÃO: 3º Andar  
FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Diário DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

1 - INSPEÇÃO VISUAL			
1º Turno (06:00 - 18:00)	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
A farinha contém presença de pontos de farelo?			
A farinha contém presença de pontos de farelo?			
2º Turno (18:00 - 06:00)	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
A farinha contém presença de pontos de farelo?			
A farinha contém presença de pontos de farelo?			

Fonte: Autor (2022)

Além disso, foi elaborado um plano de inspeção para o restante dos componentes dos Plansifters, a fim de prevenir falhas inesperadas e aumentar a vida útil dos componentes. A Tabela 9 apresenta este checklist de inspeção.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

Tabela 9 - Checklist de inspeção dos Plansifters (componentes mecânicos)

### CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREDITIVA (INSPEÇÕES)

EQUIPAMENTO: Plansifter LOCALIZAÇÃO: 3º Andar

FREQUENCIA DE INSPEÇÃO: Mensal DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

<b>1 - INSPEÇÃO VISUAL</b>			
<b>EQUIPAMENTO/COMPONENTE</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
O equipamento possui algum tipo de defeito estrutural em sua carcaça?			
Os dispositivos de segurança do equipamento estão funcionando?			
As correias apresentam algum sinal de desgaste ou possível rompimento?			
Os motores apresentam algum tipo de defeito estrutural em suas carcaças?			
Os motores apresentam algum tipo de ruído? (equipamento em funcionamento)			
<b>2 - ANÁLISE TÉRMICA</b>			
<b>EQUIPAMENTO/COMPONENTE</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
A carcaça dos motores apresenta uma temperatura menor que 105°C? (equipamento em funcionamento)			
Os rolamentos estão com a temperatura abaixo de 110°C? (equipamento em funcionamento)			
<b>3 - ANÁLISE VIBRACIONAL</b>			
<b>EQUIPAMENTO/COMPONENTE</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Os rolamentos apresentam uma vibração menor que 500Hz? (equipamento em funcionamento)			
Os motores possuem alguma vibração excessiva? (equipamento em funcionamento)			

Fonte: Autor (2022)

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho foi apresentar uma proposta de manutenção preditiva para equipamentos críticos de um moinho de trigo. Este objetivo é importante, pois os equipamentos críticos que foram levantados neste trabalho, são de suma importância para um bom rendimento e uma boa produção de qualquer moinho industrial de trigo. Foram utilizados parâmetros baseados em manuais dos equipamentos, estudos e histórico de falhas. A partir da implantação desta proposta, as paradas não programadas tendem a diminuir e as falhas ou possíveis falhas poderão ser detectadas com maior facilidade antes das paradas não programadas, podendo assim realizar as programações de manutenção ou realizar a parada em um momento de maior interesse para empresa.

Como sugestões para próximos passos, seria interessante a implantação de indicadores baseados nos dados coletados nas inspeções de manutenção preditiva propostas neste trabalho, a fim de verificar uma correlação de desgaste dos componentes com tempo de uso, ou variação de temperatura com as estações do ano ou até mesmo com o rendimento do equipamento. A partir



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

destes indicadores, muitas análises estarão disponíveis para uma melhor compreensão dos problemas e uma melhor programação das manutenções futuras. Para uma melhor análise destes indicadores, a utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) é de suma importância.

### REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira, 1994.
- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva**: confiabilidade e qualidade. [S. l.: s. n.], 2010.
- BARAN, Leandro Roberto et al. Métodos e Ferramentas aplicados na Análise de Criticidade em Sistemas Industriais. *In: III Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. 2013.
- DA SILVA NETO, João Cirilo; GONÇALVES DE LIMA, A. M. Implantação do Controle de Manutenção. **Revista Club de Mantenimiento**, n. 10, 2002.
- DA SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- DA SILVA, Valdenildo Pedro; EGLER, Cláudio A. G. A inovação em tempos de globalização: uma aproximação. **Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, v. 8, n. 33, p. 170, 2004.
- DE OLIVEIRA, Claudilaine Caldas et al. Análise da capacidade produtiva da etapa de moagem de trigo. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 15, n. 2, p. 35-55, 2020.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. [S. l.]: Plageder, 2009.
- HOPPEN, Rafael. **Estudo de caso de uma indústria de moagem de trigo**. 2015.
- KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção-função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2001.
- KIM, J. H.; JEONG, H. Y.; PARK, J. S. Development of the FMECA Process and Analysis Methodology for Railroad Systems. **International Journal of Automotive Technology**, Montreal, v. 10, n. 6, p. 753-759, 2009.
- MORENGHI, Luiz Carlos Rodrigues. **Proposta de um sistema integrado de monitoramento para manutenção**. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- NASCIMENTO, Francisco Paulo do. **Classificação da Pesquisa Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos**. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.
- NOVASKI, Vanessa; FREITAS, Jéssica Lopes; BILLIG, Osvaldo Alencar. Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 11, p. 42203-42207, 2020.
- NSK. **Rolamentos Autocompensadores de Rolos**. [S. l.]: NKS, 2005. Disponível em: <https://www.nsk.com.br/upload/file/Cat%C3%A1logo%20Geral%20NSK.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS CRÍTICOS DE UM MOINHO DE TRIGO  
John Enidi Wichoski, Douglas Guedes Batista Torres

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PESTANA, Marcelo Diniz et al. Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. **Gestão de Serviços**, p. 6, 2016.

PETRONAS. **Petronas Gear Mep Series**. [S. l.]: Petronas, 2019. Disponível em: <https://epliportal.plipetronas.com/ePliAPI/api/publicApi/DownloadDocumentById?documentId=cbe37b07-9fb0-448e-5efb-08d9ebf67f20>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SANITÁ, Willian Matheus; DE CAMPOS, Ronaldo Ribeiro. PCM: planejamento e controle de manutenção. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 673-685, 2020.

SANTOS, Alexandre Giffoni dos. **Programação de produção na indústria de moagem de trigo**. 2015. 58 f. TCC (graduação em Administração) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza/CE, 2015.

SCHAEFLER GROUP. **Informe Técnico - Graxazul FAG**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: [http://www.brastrela.com.br/anexos/graxa\\_azul.pdf](http://www.brastrela.com.br/anexos/graxa_azul.pdf). Acesso em: 17 nov. 2022.

SCHEUER, Patrícia Matos et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SEW-EURODRIVE. **Catálogo - Redutores Industriais**. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: [https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/LC\\_ptBR\\_Cat%C3%A1logo\\_bp%20RI%20S%C3%A9rie%20X\\_2007.pdf](https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/LC_ptBR_Cat%C3%A1logo_bp%20RI%20S%C3%A9rie%20X_2007.pdf). Acesso em: 17 nov. 2022.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SMITH, Ricky; HAWKINS, Bruce. **Lean maintenance**: reduce costs, improve quality, and increase market share. New York: Elsevier, 2004.

TELES, Jhonata. **Planejamento e controle de manutenção descomplicado**: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM. Brasília: Engeteles Editora, 2019.

TROJAN, Flavio; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARAN, Leandro Roberto. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de Análise Multicritério ELECTRE TRI. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 343-357, 2013.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

WEBER, Abilio José et al. **Telecurso**: profissionalizante de Mecânica: manutenção. Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2009.

WEG. **Perguntas Frequentes**, [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: [https://www.weg.net/institucional/BR/pt/contact/faq?page=172#:~:text=Qual%20C3%A9%20a%20temperatura%20aceit%C3%A1vel.%20e%20H%20\(180%C2%BAC\)](https://www.weg.net/institucional/BR/pt/contact/faq?page=172#:~:text=Qual%20C3%A9%20a%20temperatura%20aceit%C3%A1vel.%20e%20H%20(180%C2%BAC)). Acesso em: 17 nov. 2022.

WYRELSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total-Um modelo adaptado**. 1997. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.