

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

DANIEL HORNICK DENELSBECK

ANÁLISE DE DADOS TERMOGRÁFICOS EM BANCOS CILINDROS

**CASCADEL - PR
2021**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

DANIEL HORNICK DENELSBECK

ANÁLISE DE DADOS TERMOGRÁFICOS EM BANCOS CILINDROS

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professora Orientadora: Ms. Fabiane Sorbar Fontana

**CASCADEL - PR
2021**

RESUMO

Neste trabalho foi realizado uma pesquisa sobre os dados obtidos durante uma manutenção preditiva em bancos cilindros de um moinho de trigo localizado na cidade de Cascavel - PR, a análise termográfica (termografia) foi realizada com a utilização de uma Câmera Termográfica (termovisor), gerando tabelas e gráficos. O objetivo deste trabalho foi analisar os dados da termografia, especialmente nos rolamentos dos bancos cilindros, máquina na qual ocorre a moagem do trigo, visando ter uma melhoria na vida útil dos bancos cilindros e um baixo custo nas futuras manutenções. A metodologia utilizada foi através levantamento de pesquisas bibliográficas, visando comparar os métodos de manutenção existentes e comprovar as vantagens de uma boa análise de dados de uma termografia, a pesquisa se estendeu à consulta em catálogos dos fabricantes dos maquinários utilizados pelo moinho e também, dos equipamentos utilizados na coleta dos dados, em conjunto fez-se também o levantamento de informações no moinho utilizando a termografia, aplicada de forma quinzenalmente, pelo período de 60 dias. Com o resultado obtido ao termino deste estudo, conseguimos verificar a eficiência da termografia aplicada ao processo, assim como mostrar que uma manutenção corretiva planejada pode diminuir o tempo de parada para manutenção do moinho. Podendo ainda ser levado em consideração que os custos da manutenção preditiva em conjunto com a manutenção corretiva planejada são menores que da manutenção corretiva não planejada.

Palavras-chave: Termografia, Manutenção Preditiva, Manutenção Corretiva Planejada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Par de rolos	9
Figura 2 – Bancos cilindros.....	10
Figura 3 – Câmera Termográfica.....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas coletadas em 15/07/2021.....	20
Tabela 2 – Temperaturas coletadas em 30/07/2021.....	21
Tabela 3 – Temperaturas coletadas em 16/08/2021.....	21
Tabela 4 – Temperaturas coletadas em 31/08/2021.....	22
Tabela 5 – Temperaturas coletadas em 14/09/2021.....	22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação de temperatura e potência do banco R3-B.....	23
Gráfico 2 – Variação de temperatura e potência do banco R5-B.....	23

LISTA DE SIGLAS

MDD - Mancal Direito Dianteiro
MDT - Mancal Direito Traseiro
MED - Mancal Esquerdo Dianteiro
MET - Mancal Esquerdo Traseiro
PE - Polia Esticadora
PM - Potência Média

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	5
1.1	OBJETIVO GERAL	5
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
1.3	JUSTIFICATIVA	6
1.4	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	6
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	7
2.	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	8
2.1	FARINHA DE TRIGO.....	8
2.2	MOINHO DE TRIGO.....	8
2.3	BANCOS CILINDROS.....	8
2.4	MANUTENÇÃO.....	10
2.5	MANUTENÇÃO CORRETIVA	11
2.5.1	Manutenção Corretiva Planejada.....	11
2.5.2	Manutenção Corretiva Não Planejada.....	12
2.6	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	13
2.7	MANUTENÇÃO PREDITIVA	13
2.8	TERMOGRAFIA.....	15
2.9	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO	17
3.	METODOLOGIA.....	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Seja qual for o rumo de uma indústria vai precisar de uma equipe de manutenção, onde visam solucionar ou fazer com que deixem de acontecer as falhas nas máquinas. A manutenção é dividida em preditiva, corretiva e preventiva, todas tendo uma grande importância para o funcionamento da indústria.

A manutenção corretiva é a mais temida e mais utilizada pela equipe de manutenção, tem sua necessidade quando precisa corrigir um erro que já aconteceu ou que está prestes a acontecer, podendo assim ser dividida entre manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada. A principal diferença delas é o tempo de execução que na manutenção corretiva planejada geralmente é muito menor, pois foram planejados todos os fatores que podem influenciar na execução da manutenção, como as peças a serem trocadas e a preparação da equipe.

Prevenir possíveis falhas é o principal objetivo da manutenção preventiva, ela é muito utilizada dentro da indústria, ajudando a aumentar a vida útil dos equipamentos, além de manter o tempo médio entre falhas maior, buscando assim reduzir as manutenções corretivas.

A manutenção preditiva é a menos utilizada dentro da indústria no geral, ela consiste em identificar futuros possíveis erros, através de equipamentos destinados para coleta de diferentes tipos de dados, assim os equipamentos podem ter um desempenho mais eficiente.

Dentro da manutenção preditiva temos a análise termográfica, que agrega muito para qualquer área industrial, podendo verificar a temperatura em infravermelho de qualquer objeto, o que faz com que o usuário possa identificar o ponto com maior e menor calor, além de obter o calor em qualquer ponto desejado.

Neste trabalho foi realizada a manutenção preventiva na Coopavel – Cooperativa Agroindustrial, localizada na cidade de Cascavel durante o período de 75 dias, com a finalidade de comprovar a real eficácia e eficiência do processo, e quais os benefícios gerados por ela junto ao moinho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar dados de uma termografia em bancos cilindros, observando se existe superaquecimento nos rolamentos dos mesmos.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evitar possíveis futuras manutenções corretivas;
- Aumentar o rendimento dos bancos cilindros;
- Diminuir o custo da manutenção da empresa;

1.3 JUSTIFICATIVA

Um moinho tem fator essencial para a comunidade mundial, pois a farinha de trigo branca é muito utilizada na culinária, sendo o ingrediente principal de pães, bolos e massas em gerais. A moagem é um sistema bastante complexo e é necessário fazer estudos para obter a melhor farinha extraída dos grãos de trigo, desde o recebimento do grão até o momento do envaze da farinha.

Os bancos cilindros são os principais equipamentos de um moinho de trigo, e para garantir sua funcionalidade em perfeito estado, devemos inspecionar sempre seus componentes mecânicos. Com a termografia pode-se observar os rolamentos que encontram-se em aquecimento, podendo originar uma reação de intervenção caso venha a acontecer, e assim, na sequência analisar qual o motivo do aquecimento para conter o mais rápido possível. A correção desses fatores de aquecimento dos rolamentos tem um preço muito mais acessível do que fazer uma troca dos componentes de um banco cilindro, além de diminuir a probabilidade do moinho de trigo vir a interromper sua produção para uma possível troca de um componente do banco cilindro.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

É viável utilizar uma análise termográfica em um moinho de trigo?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi sobre o uso da termografia em um moinho de trigo, localizado na cidade de Cascavel, no estado do Paraná, no período de julho a novembro de 2021.

Através da pesquisa, foi possível mostrar as vantagens do uso da termografia, e do porquê pode se aplicar em qualquer tipo de indústria, seja equipamentos mecânicos ou elétricos, temperaturas quentes ou frias.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 FARINHA DE TRIGO

Segundo o Departamento de Economia Rural (Deral), o Paraná é considerado o maior produtor de trigo do país, de acordo com dados, no entanto, o Brasil ainda precisa importar quase metade do que consome.

O trigo (*Triticum aestivum*) é amplamente utilizado na alimentação, além de fornecer ao organismo uma grande variedade de elementos calóricos e nutricionais para manter a ordem biológica e funcional em perfeito funcionamento (ABITRIGO, 2020).

Segundo Leon (2007), a palavra trigo é derivada do latino, que significa quebrado ou triturado, tendo a referência na atividade em que é executada a separação do grão de trigo de sua camada revestida.

2.2 MOINHO DE TRIGO

O moinho de trigo é uma instalação estruturada para a fragmentação de materiais brutos, especificamente, neste trabalho, de grãos de trigo.

Para Atwell (2001), o processo de moagem para obter a farinha de trigo branca, é definido como a redução do endosperma à farinha, além da separação do farelo e do gérmen, este processo tem objetivo de elaborar produtos mais palatáveis e de qualidade maior.

A moagem de grãos é um importante processo para o desenvolvimento agrícola e alimentício. Após o surgimento da cultura dos cereais, veio a apresentar a necessidade de intensificar a produtividade destes cereais (NETO; SANTOS, 2017).

2.3 BANCOS CILINDROS

Os bancos cilindros (Figura 2) são os equipamentos responsáveis pela fragmentação dos grãos. Cada banco de cilindros possui duas extremidades, cada uma dessas extremidades possui um par de rolos (Figura 1) que trabalham em rotações inversas. Os grãos caem entre esses rolos e são triturados, reduzidos e comprimidos, dando origem a farinha de trigo.

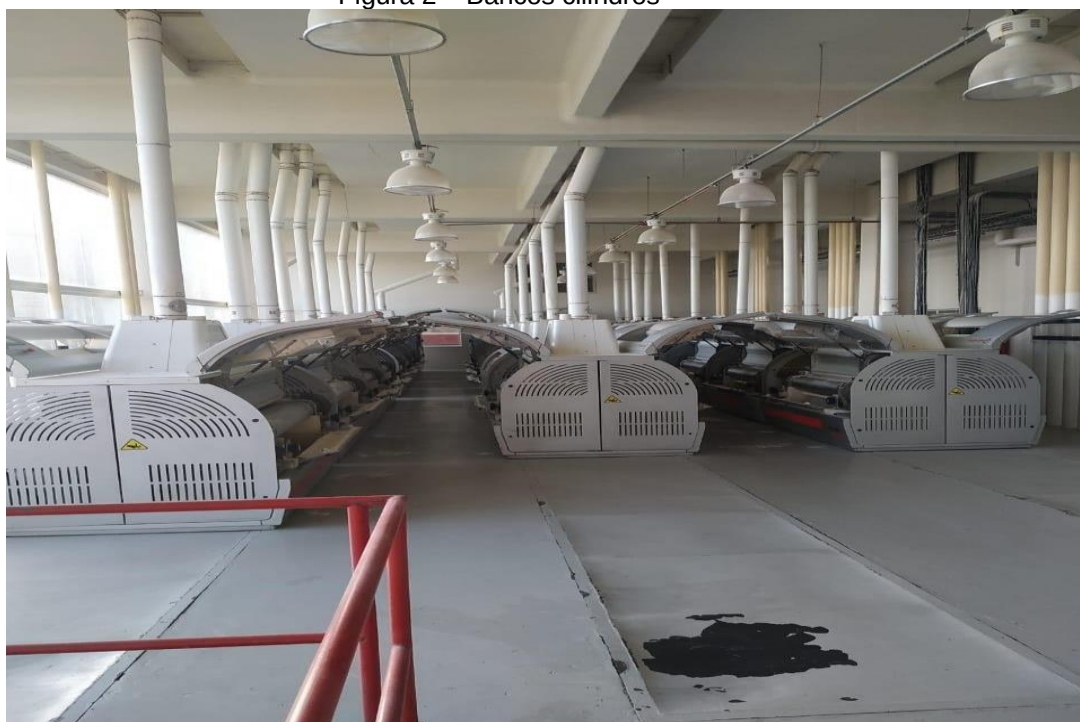
Figura 1 – Par de rolos



Fonte: Autor (2021)

De acordo com Bourson (2012), e Baitinger (2012), a moagem ocorre nos bancos cilindros (Figura 2), através de um par de cilindro giratório (Figura 1) que possuem sentido de giro contrário um do outro. A maioria dos moinhos atuais buscam utilizar dois pares de rolos por banco cilindro, para reduzir o espaço e ter um menor custeio. Todos os pares de cilindro são ajustáveis, o que torna possível a aproximação e o afastamento dos cilindros, para assim, conseguir o tamanho desejável da partícula do grão do trigo após o processo de moagem.

Figura 2 – Bancos cilindros



Fonte: Autor (2021)

Para que haja um perfeito funcionamento de um moinho de trigo, requer uma atenção maior neste setor, pois os bancos cilindros são considerados o principal setor dentro do moinho, portanto, faz-se necessária a manutenção periódica nos mesmos.

2.4 MANUTENÇÃO

Um dos principais elementos para a qualidade dos produtos e para a produtividade da empresa é a manutenção dos equipamentos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais (MONCHY, 1987).

Para Belhot e Cardoso (1994), a manutenção deveria participar da garantia de qualidade dos produtos e serviços oferecidos, além da minimização dos custos dentro da empresa.

A expectativa de vida pode ser influenciada quando falamos de manutenção, isso se deve ao fato de que cada falha ocorrente no equipamento poderá prejudicar a segurança e o meio, além de afetar também a qualidade do produto final,

garantindo que a empresa tenha alta disponibilidade de máquinas e custos menores de manutenção (FLEMING & FRANÇA, 1997).

Assim, Branco Filho (2008) definiu que a manutenção não deve ter apenas um bom projeto, também é necessário obter as condições ideais para o funcionamento adequado dos equipamentos de manutenção, além de contar com colaboradores capacitados para solucionar os problemas que ocorrem no dia a dia.

Entre vários tipos de manutenção e suas diferenças na forma de execução, são três que possuem um maior destaque, sendo as principais manutenções dentro de uma indústria, sendo ela: manutenção corretiva (que pode ser dividida em planejada e não planejada); manutenção preventiva; manutenção preditiva.

2.5 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva está dentro de praticamente todas das indústrias, sendo inevitável o seu uso, pois as falhas mecânicas sempre podem vir a ocorrer, sendo necessária a correção dessas falhas.

Para Otani e Machado (2008), a manutenção corretiva é utilizada para corrigir falhas momentâneas e ou para corrigir um erro que ocorreu em uma peça ou rolamento que, imprevistamente, causou a paralisação de um maquinário. Temos duas classificações, para manutenção corretiva, sendo elas: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada.

Na maioria das vezes, a manutenção corretiva é de extrema urgência podendo assim, trazer grandes prejuízos caso não seja corrigida de imediato, como a perda parcial ou completa de produção, problemas com a data de entrega de produtos para os clientes, podendo assim migrar para concorrentes de sua indústria (SOUZA, 2010).

2.5.1 Manutenção Corretiva Planejada

O planejamento da manutenção corretiva é de grande importância para aumentar a durabilidade dos maquinários, sendo que o colaborador poderá trabalhar com mais confiança e em menor tempo.

A manutenção corretiva planejada é caracterizada pela otimização no processo de manutenção deixando as máquinas com maior disponibilidade de uso,

já a manutenção corretiva não planejada é feita apenas no caso de erros ou falhas no processo (GONÇALVES, 2017).

Otani e Machado (2008) dizem que, a manutenção corretiva planejada ocorre quando a manutenção é programada, tendo a correção feita através de um acompanhamento preditivo, indicando que tudo é planejado tendendo a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

De acordo com Kardec e Nascif (2002), a manutenção corretiva planejada vem a acontecer quando o maquinário mostra um desempenho menor do que o mesmo pode oferecer, sendo assim, é feito um levantamento da necessidade da manutenção, onde ocorre com uma data previamente agendada para que ocorra a paralisação para ajustes, com a autorização prévia do gestor ou diretor.

2.5.2 Manutenção Corretiva Não Planejada

Quando uma falha inesperada acontece provocando a parada de alguma máquina, a equipe de manutenção não terá tempo para planejar como corrigir está falha pois a cobrança da gestão é de que a falha seja corrigida no momento em que ela é identificada, aí é preciso corrigir o erro através de uma manutenção corretiva não planejada.

A manutenção corretiva na maioria das vezes será uma ação não programada, geralmente é composta pelas necessidades de realizar uma manutenção imprevisível, onde não é possível fazer uma planejamento ou até mesmo uma programação para a realização da mesma (DHILLON, 2002).

A manutenção corretiva não planejada ocorre após um erro, o qual, muitas vezes, gera um grande impacto na produção, além de um alto custo de manutenção, e vários danos aos equipamentos.

Para Branco Filho (2008) e Viana (2009), quando a manutenção tem a necessidade de ser realizada imediatamente, para evitar consequências maiores ao sistema produtivo, é chamada de manutenção corretiva não planejada.

Com isso, podemos concluir que a manutenção corretiva não planejada ocorre quando não é esperado, ela sempre será emergencial, tendo assim ligação direta com a confiabilidade do maquinário.

De acordo com Pinto e Xavier (2009), este tipo de manutenção causa altos custos a empresa, devido ao baixo rendimento de produtividade, qualidade do serviço executado, podendo ainda gerar um acúmulo de danos ao equipamento.

2.6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Otani e Machado (2008), definem a manutenção preventiva como uma ferramenta utilizada afim de evitar a redução do desempenho e também o desenvolvimento de erros e falhas, bem como defeitos no próprio equipamento, através de um planejamento e uma execução em períodos agendados anteriormente. O sucesso da manutenção preventiva se deve ao intervalo de tempo predestinado a esse procedimento, quanto menor for o tempo de sua execução, maior será a produtividade da empresa.

Prevenir que um equipamento venha a falhar é o principal objetivo da manutenção preventiva, geralmente ela ocorre em períodos determinados dependendo do tipo de ação. Não são todas as indústrias que a utilizam, porém ela tem função extremamente importante para que máquinas tenham seu desempenho adequado.

Esse tipo de manutenção está voltado para evitar com que falhas ocorram, se precavendo em realizar uma inspeção conforme critérios adotados para a realização do diagnóstico. Acontece também mesmo que o equipamento esteja em boas condições, antes de ocorrer as primeiras falhas ou do equipamento apresentar baixo desempenho ou defeito, porque o objetivo é verificar como estão as peças, se está próximo a troca e, se precisar de troca evitar a paralisação imprevista (TROJAN et al., 2013).

2.7 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Dentre as manutenções é a menos utilizada pelas industriais. Se for utilizada corretamente, as manutenções corretivas não planejadas podem diminuir

significativamente, aumentando a confiabilidade das máquinas além de aumentar a vida útil dos equipamentos.

Para a ABNT (1994), a manutenção preditiva concede garantir a qualidade do serviço, em função das técnicas de análise, visando diminuir as manutenções corretivas e preventivas.

Nesse tipo de manutenção, em um determinado equipamento é anexado pelo menos um conceito de aplicação, para acompanhar como ocorre a evolução do desgaste, onde as mais conhecidas são a análise de vibração, ferrografia, termografia, ultrassom e análise de pressão (LIMA; ARANTES, 2008).

Segundo Pinto e Xavier (2009), o objetivo principal da manutenção preditiva é evitar que aconteça os erros nos equipamentos ou sistemas, buscando permitir que o equipamento permaneça em operação durante o maior tempo possível. Sendo assim, a manutenção preditiva visa ser executada com o equipamento produzindo, não ocorrendo paradas no equipamento.

Já para Almeida (2008), O princípio da manutenção preditiva é realizar a fiscalização das condições mecânicas das máquinas, além de verificar o rendimento dos sistemas, isso irá garantir que os equipamentos tenham um intervalo maior entre suas manutenções corretivas. Além de que o número de paradas e o prejuízo financeiro destas paradas não programadas criadas pelas falhas das máquinas também será reduzido. Sendo assim, A integração da manutenção preditiva em uma empresa, irá ofertar a capacidade de otimizar processos, e diminuir custos da empresa.

A manutenção preditiva tem o objetivo de tentar solucionar antecipadamente a necessidade de uma manutenção e apresentar um planejamento melhor para a manutenção, aumentando a vida útil e a confiabilidade dos equipamentos (MOBLEY, 2003).

De acordo com Arato Junior (2004), a manutenção preditiva tem como característica principal o monitoramento do equipamento, aplicando algumas técnicas de medidas e análise de parâmetros.

2.8 TERMOGRAFIA

Uma câmera termográfica pode nos trazer vários resultados em diferentes áreas. Ela está diretamente ligada a manutenção preditiva, afim de inspecionar e verificar se falhas estão ou podem vir a ocorrer. É a ferramenta de manutenção preditiva mais utilizada nas industriais.

A termografia é uma técnica de inspeção que possibilita a medição de temperaturas, ou observação de padrões diferenciais de calor através da radiação infravermelha emitida por qualquer corpo impossível de ser vista a olho nu. Possui como objetivo proporcionar informações relativas á condição operacional do componente, equipamento ou processo. A termografia é amplamente usada para detectar todo e qualquer defeito que gere troca ou perda de calor. Assim sendo, pode ser muito utilizada tanto na detecção de falhas elétricas ou mecânicas (SPAMER, 2009).

Segundo Pereira (2009), um dos equipamentos mais utilizados dentro da manutenção preditiva, é a câmera termográfica (Figura 03), esse equipamento nos permite executar averiguações que são imperceptíveis ao olho nu. Tendo várias áreas de aplicação, como dentro da manutenção mecânica ou elétrica, podendo encontrar falhas ou temperaturas elevadas.

Figura 3 – Câmera Termográfica



Fonte: Autor (2021)

Para Bassi (2012), a utilização de câmeras termográficas é um método para coletar a temperatura chamada não invasiva, pois evita entrar em contato com o meio que desejamos conhecer a temperatura. Essa tecnologia utiliza a radiação térmica infravermelha para coletar os dados de temperatura.

Segundo Cabral (2010), se utilizarmos um termovisor, a localização de regiões quentes e frias se torna bem simplificada. Alguns termovisores, nos fornecem termogramas com temperaturas na faixa de 20°C a 1500°C. Estas câmeras termográficas, podem ser utilizadas em locais de difícil acesso, por conta do seu fácil manuseio e de sua baixa massa, pode fazer a coleta de temperaturas em quaisquer lugares.

Pereira (2009) diz que, a base da termografia está concentrada na medição

da temperatura superficial do corpo desejado, no momento em que este estiver recebendo as tensões térmicas. Esta medição é executada a partir da detecção da radiação infravermelha emitida pelo corpo.

Para Moussa (2011), Os termovisores são de fácil manuseio, ofertando uma perspectiva real da situação, nos permitindo a executar a inspeção com o sistema em funcionamento.

2.9 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO

O Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) é uma área onde um colaborador é o responsável por gerenciar as atividades voltadas para a manutenção, começando pelo planejamento e a programação da manutenção a ser executada, indo até a análise da manutenção executada, através de padrões já conhecidos (BRANCO, 2008).

Segundo Branco (2008) o Planejamento e Controle de Manutenção traz várias vantagens para as empresas. Como o aumento da disponibilidade dos equipamentos, aumentando também a produtividade por meio de paradas programadas em momentos estratégicos; estabelecer um padrão de trabalho e da qualidade dos serviços.

Desta forma, Fogliatto e Ribeiro (2009) dizem que o PCM tem o papel de alocar recursos, no momento mais exato, com a melhor política de manutenção. Deve ser dada a mesma atenção ao planejamento da produção, onde há uma divisão de atividades e definição de planos, deverá ser repassada ao planejamento da manutenção. Com padrões de trabalho e controle poderá ser capaz realizar a avaliação das atividades que foram realizadas e garantir seus resultados.

Kardec e Nascif (2002) nos apresentam as etapas que compõe o PCM, estando originadas no processamento das requisições que demandarão o planejamento e a programação. Após essas fases, já é possível gerenciar maquinários e armazenar dados que permitem o controle da manutenção. Administrar os serviços, padrões a serem alcançados no serviço, recursos e estoques são algumas das possibilidades.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um moinho de trigo, localizado em Cascavel, no Paraná, foi analisado as vantagens de uma análise termográfica diante de um moinho de trigo.

A pesquisa se iniciou por meios bibliográficos, através de livros e artigos com foco em manutenção, afim de buscar conhecimento e entender os conceitos desse sistema. Também foi realizado pesquisas em catálogos de equipamentos e ferramentas que serão utilizadas nessa pesquisa.

A empresa utiliza os rolamentos autocompensadores de rolos 23218KEJW33C3 Timken 90 x 160 x 52,4 nos bancos cilindros, o valor de cada rolamento é de aproximadamente R\$750,00 (setecentos e cinquenta reais), estes rolamentos são indicados pela Sangati Berga, empresa qual fabrica os bancos cilindros. Os rolamentos trabalham em uma média de 60°C a 80°C, podendo variar aproximadamente 5°C para mais e para menos. Os rolamentos autocompensadores de rolos da marca Timken, apresentam classificações de carga e velocidade de referência térmica líderes do mercado neste setor, podendo ter uma vida útil adequada até uma temperatura inferior a 120°C. A empresa não reutiliza os rolamentos, toda vez que é feita uma manutenção corretiva, retirando os rolos dos bancos cilindros, é feita a troca por rolamentos novos.

Os rolamentos são lubrificados com a graxa Mobil Grease XHP222, a qual tem o valor de mercado de aproximadamente R\$2.000,00 (dois mil reais) em uma balde de 20kg, ela é indicada pela fabricante dos rolamentos Timken, além de ser desenvolvida para proporcionar um elevado desempenho a altas temperaturas.

A lubrificação nos bancos cilindros são executadas em um período máximo de 60 dias, como não é possível retirar a graxa que já está presente nos mancais, é adicionada em média 10 gramas de graxa por lubrificação em cada mancal.

Foi utilizado uma Câmera de infravermelho Fluke TiS10, tendo seu valor de mercado de aproximadamente R\$15.000,00 (quinze mil reais). É utilizado fazer as medições das temperaturas dentro dos mancais, que segundo especificações do fabricante consegue fazer a leitura de temperaturas inferiores a 250°C, o que se encaixa dentro da temperatura de trabalho dos rolamentos. O aparelho fornece a temperatura máxima e mínima do visor, especificando os pontos, além de identificar

a temperatura do centro do visor, podendo assim, obter a temperatura em qualquer ponto desejável. Deve ser feita uma calibração em um período de 2 em 2 anos, segundo seu fabricante, para que possa fazer a leitura correta das temperaturas, essa calibração deve ser feita por um profissional autorizado Fluke.

A termografia foi executada quinzenalmente, no período de 60 dias, totalizando 5 termografias coletando a temperatura de todos os rolamentos dos bancos cilindros, buscando coleta-las em um padrão de distância entre o aparelho e o mancal, além das temperaturas foi observado a potência média dos bancos cilindros através de sua IHM, para poder observar qual banco cilindro está trabalhando com uma carga maior ou menor, pois isto pode influenciar na temperatura do rolamento.

Foi feita a análise termográfica em 10 bancos cilindros, sabendo que cada banco cilindro possui 4 rolamentos, assim foram coletadas 40 medições em cada inspeção, totalizando 200 medições.

Para ser coletado os dados, o moinho deve estar em funcionamento em pelo menos 6 horas antes do começo da coleta, para que os rolamentos possam atingir a temperatura normal de trabalho, o colaborador que realizar a coleta, deve fazer a medição da temperatura ambiente antes, durante e depois da coleta, para certificar que está fazendo a coleta com uma temperatura ambiente padrão, para que não haja interferência na temperatura coletada. Com isto, é recomendado o usuário realizar a coleta em dias com os climas parecidos e em horários em comum, mesmo que seja após ou antes os 15 dias estipulados.

Se for constatado uma falha que seja necessário fazer a troca imediata (manutenção corretiva não planejada) e a empresa tiver 3 colaboradores disponíveis para executar o trabalho, o tempo médio de reparo é de aproximadamente 480 minutos. Caso seja constatado uma falha que possa haver uma programação antes de realizar a troca (manutenção corretiva planejada) e a empresa disponibilizar os mesmos 3 colaboradores para executar o trabalho, o tempo médio de reparo é de aproximadamente 180 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

São inúmeros os fatores que podem influenciar no sucesso do trabalho, caso haja a coleta errada de algum dado, isso pode influenciar um resultado não desejável, que pode vir a comprometer o sucesso do trabalho.

Com os objetivos alcançados, a termografia apresentou-se como uma das principais ferramentas de manutenção da empresa, podendo ser ampliado a utilização de manutenções preditivas dentro da empresa.

Na primeira coleta de dados realizada em 15/07/2021, o objetivo era a obtenção das temperaturas iniciais dos bancos cilindros: T3G-A; T3F-A; RB1-A; C2-A; R3-B; R3-A; R5-B; R5-A; C5-A; R3-C, afim de ter uma base inicial ao trabalho conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Temperaturas coletadas em 15/07/2021

TAGs	M. D. T.	M. D. D.	M. E. T.	M. E. D.	P. E.	P. M
T3G-A	57°C	63°C	60°C	52°C	61°C	89%
T3F-A	60°C	69°C	57°C	68°C	48°C	82%
RB1-A	71°C	66°C	72°C	77°C	56°C	89%
C2-A	62°C	58°C	59°C	71°C	53°C	63%
R3-B	66°C	73°C	72°C	63°C	50°C	86%
R3-A	68°C	66°C	63°C	67°C	55°C	55%
R5-B	53°C	71°C	72°C	78°C	57°C	61%
R5-A	58°C	53°C	50°C	56°C	52°C	65%
C5-A	65°C	65°C	55°C	63°C	51°C	64%
R3-C	73°C	70°C	66°C	70°C	56°C	66%

Fonte: Autor (2021)

Sendo:

- TAGs – Marcações de Identificação
- M.D.T. – Mancal Direito Traseiro
- M.D.D. – Mancal Direito Dianteiro
- M.E.T. – Mancal Esquerdo Traseiro
- M.E.D. – Mancal Esquerdo Dianteiro
- P.E. – Polia Esticadora
- P.M. – Potência Média

Na segunda coleta de dados (Tabela 2) realizada no dia 30/07/2021, foi constatado que a temperatura do rolamento traseiro do lado direito do banco cilindro

R3-B estava elevada, com isto, foi verificado que a lubrificação estava em dia, e a potência do motor estava trabalhando em 88%. Com base nas informações, foi constatado que o rolamento estava aquecendo pois estava a ponto de falha. Sabendo que seria necessária a troca do rolamento, foi realizado uma manutenção corretiva planejada, buscando realizar a troca no menor tempo possível, pois se este banco cilindro não estivesse em funcionamento, o moinho todo iria ficar sem produção.

Tabela 2 – Temperaturas coletadas em 30/07/2021

TAGs	M. D. T.	M. D. D.	M. E. T.	M. E. D.	P. E.	P. M
T3G-A	59°C	62°C	60°C	54°C	60°C	89%
T3F-A	58°C	68°C	55°C	66°C	49°C	85%
RB1-A	73°C	67°C	70°C	75°C	56°C	90%
C2-A	61°C	58°C	58°C	72°C	50°C	60%
R3-B	66°C	70°C	94°C	69°C	58°C	88%
R3-A	67°C	67°C	64°C	67°C	53°C	57%
R5-B	50°C	70°C	71°C	79°C	55°C	52%
R5-A	55°C	54°C	51°C	55°C	52°C	63%
C5-A	65°C	63°C	58°C	68°C	53°C	50%
R3-C	70°C	68°C	65°C	73°C	55°C	68%

Fonte: Autor (2021)

Já na terceira coleta de dados (Tabela 3) realizada em 16/08/2021, foi constatado que o banco cilindro R3-B, o qual foi realizado a troca de todos os rolamentos, teve a temperatura do rolamento do mancal esquerdo traseiro reduzido.

Tabela 3 – Temperaturas coletadas em 16/08/2021

TAGs	M. D. T.	M. D. D.	M. E. T.	M. E. D.	P. E.	P. M
T3G-A	60°C	63°C	61°C	56°C	62°C	85%
T3F-A	57°C	66°C	53°C	63°C	50°C	90%
RB1-A	76°C	65°C	76°C	72°C	58°C	87%
C2-A	64°C	53°C	55°C	71°C	51°C	72%
R3-B	73°C	75°C	72°C	77°C	50°C	86%
R3-A	66°C	66°C	62°C	66°C	56°C	60%
R5-B	53°C	76°C	73°C	75°C	61°C	62%
R5-A	52°C	55°C	53°C	61°C	54°C	57%
C5-A	62°C	63°C	55°C	68°C	55°C	70%
R3-C	71°C	67°C	68°C	70°C	57°C	73%

Fonte: Autor (2021)

A quarta coleta de dados (Tabela 4) realizada em 31/08/2021 teve um leve aquecimento no mancal esquerdo direito do banco cilindro R5-B, com isto, foi realizado uma relubrificação, afim de reduzir a temperatura, porém foi mantido uma observação sobre este rolamento, para caso ele viesse a continuar o aquecimento a equipe pudesse intervir.

Tabela 4 – Temperaturas coletadas em 31/08/2021

TAGs	M. D. T.	M. D. D.	M. E. T.	M. E. D.	P. E.	P. M.
T3G-A	55°C	64°C	62°C	50°C	62°C	80%
T3F-A	57°C	70°C	55°C	69°C	55°C	83%
RB1-A	75°C	69°C	72°C	71°C	52°C	95%
C2-A	66°C	60°C	58°C	70°C	51°C	63%
R3-B	72°C	70°C	73°C	74°C	53°C	81%
R3-A	69°C	65°C	61°C	65°C	53°C	62%
R5-B	53°C	72°C	71°C	80°C	56°C	86%
R5-A	57°C	56°C	55°C	60°C	50°C	65%
C5-A	63°C	67°C	52°C	65°C	51°C	57%
R3-C	71°C	65°C	65°C	71°C	56°C	78%

Fonte: Autor (2021)

A temperatura do mancal do banco cilindro R5-B praticamente se manteve a mesma na quinta coleta de dados (Tabela 5) realizada em 14/09/2021, além disto foi percebido que os mancais do banco R3-B ficaram em temperaturas regulares após 45 dias de sua troca.

Tabela 5 – Temperaturas coletadas em 14/09/2021

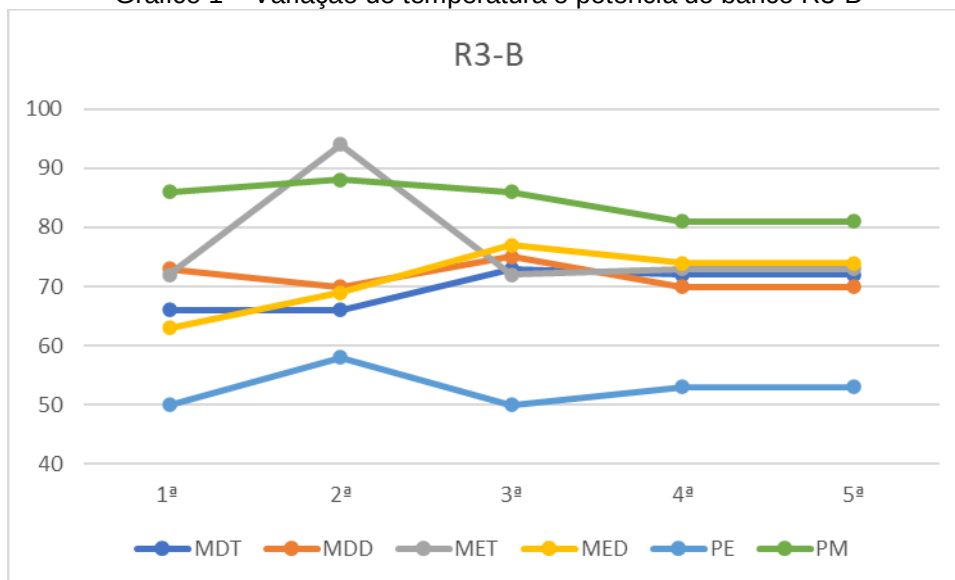
TAGs	M. D. T.	M. D. D.	M. E. T.	M. E. D.	P. E.	P. M.
T3G-A	55°C	64°C	62°C	50°C	62°C	80%
T3F-A	57°C	70°C	55°C	69°C	55°C	83%
RB1-A	75°C	69°C	72°C	71°C	52°C	95%
C2-A	66°C	60°C	58°C	70°C	51°C	63%
R3-B	72°C	70°C	73°C	74°C	53°C	81%
R3-A	69°C	65°C	61°C	65°C	53°C	62%
R5-B	53°C	72°C	71°C	80°C	56°C	86%
R5-A	57°C	56°C	55°C	60°C	50°C	65%
C5-A	63°C	67°C	52°C	65°C	51°C	57%
R3-C	71°C	65°C	65°C	71°C	56°C	78%

Fonte: Autor (2021)

Nos Gráficos 1 e 2 são apresentas as evoluções obtidas através das

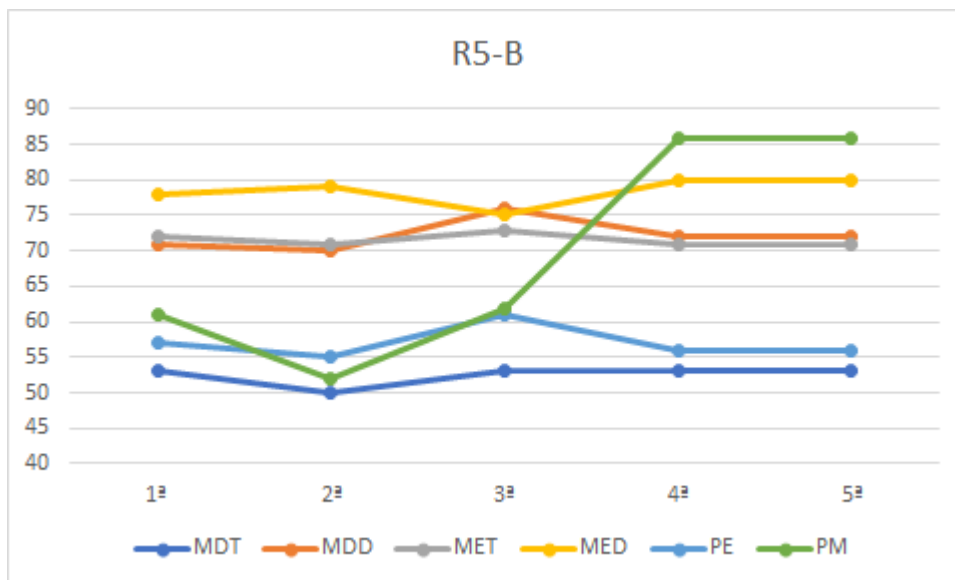
medições sobre os bancos de cilindros R3-B e R5-B que, como descritos acima foram os que obtiveram variações significativas durante o experimento.

Gráfico 1 – Variação de temperatura e potência do banco R3-B



Fonte: Autor (2021)

Gráfico 2 – Variação de temperatura e potência do banco R5-B



Fonte: Autor (2021)

Através das coletas de dados apresentadas acima, podemos fazer uma análise ao valor gasto na produção do moinho, utilizando a termografia e o valor gasto sem utilizar a termografia.

Sabendo que o moinho tem capacidade para moagem de 20t/hora, e que o preço da tonelada da farinha de trigo estava em média R\$1.500,00 (um mil e quinhentos reais) no início do mês de setembro do ano de 2021, tem-se que a perda de produtos na hora parada do moinho é do valor de R\$30.000,00 (trinta mil reais). Sabendo também que a falha constatada na segunda coleta de dados teve que ser corrigida por meio de uma manutenção corretiva planejada, que tem em média um tempo de reparo de 180 minutos, assim, obtemos um valor aproximado de R\$90.000,00 (noventa mil reais) pelo tempo médio de reparo somente na produção.

Caso não se utilize a termografia, esta falha iria ser encontrada somente quando viesse a ocorrer a parada do equipamento, com isso seria necessário utilizar a manutenção corretiva não planejada que tem um tempo médio de reparo de 480 minutos, o que nos daria um valor aproximado de R\$240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais) pelo tempo médio de reparo somente na produção.

Com isto, uma manutenção corretiva planejada iria diminuir o tempo de parada do moinho em aproximadamente 50%, mostrando ser viável o uso de uma análise de dados termográficos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO (2020) – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO TRIGO.
<<http://www.abitrigo.com.br/categoria-estatisticas/trigo/>> Acesso em 30/09/2021.
- ALMEIDA, Márcio Tadeu de. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. Itajubá, 2008.
- ARATO JUNIOR. A. Manutenção Preditiva: usando análise de vibrações. 1. Ed. São Paulo: Manole, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ATWELL, W. A. Wheat Flour. Eagen Press Handbook Series. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, 2001.
- BAITINGER, Andreas. Curso internacional de moagem de trigo – FAG – Módulo 5 e 6 – Diagrama de moagem, 2012.
- BASSI, Anderson Flávio. Análise da perda energética no cilindro em motor diesel através da termografia. São João Del Rei, 2012.
- BELHOT, R. V.; CARDOSO, I. A. P. Reflexo da manutenção no contexto global da organização, 1994.
- BOURSON, Yvon. Curso internacional de moagem de trigo – FAG – Módulo 2 -A limpeza dos cereais nas indústrias de cereais, 2012.
- BRANCO FILHO, Gil. A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. São Paulo: Ciência Moderna, 2008
- CABRAL. Lucas G. Aplicação da termografia na manutenção preditiva. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF fluminense, 2010.

DHILLON B.S. ENGINEERING MAINTENANCE A Modern Approach, CRC PRESS Boca Raton. London New York Washington. 2002.

FLEMING, P. V. & FRANÇA, S. R. R. Considerações Sobre a Implementação Conjunta de TPM e MCC na Indústria de Processos. TT044, In: Anais CDRom do XII Congresso Brasileiro de Manutenção. São Paulo – SP, 1997.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luís. Confiabilidade e Manutenção Industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GONÇALVES, Giseli; GONÇALVES, Lucas Willian Nogueira; CARVALHO, Cleginaldo Pereira. Gestão da Manutenção de forma estratégica em uma Empresa Metal-Mecânica. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville – SC. 2017.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Quality Editora LTDA, 2002

LÉON, A. E. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. Córdoba: Hugo Báez, 2007. 480p.

LIMA, W.C.; ARANTES, J.A.S. Manutenção Preditiva: Caminho para a Excelência e Vantagem Competitiva. XIII SIMPEP. Bauru- SP Brasil, v.6, 2008.

MARQUES, Ramiro Queirolo; RIBEIRO, José Luis Duarte. Criação de um Plano de Manutenção para o Equipamento Torno Descascadeira Utilizando Conceitos de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e Manutenção Produtiva Total (MPT). 2012.

MOBLEY, R.K. An Introduction to predictive maintenance. 2nd ed. Boston. 2003.

MONCHY, F. A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987.

MOUSSA, Simhon. Instrumentação e ensaios de manutenção preditiva. São Paulo: Editora do Autor, 2011.

NETO, Antônio; SANTOS, Candice. A Cultura do Trigo, 2017. Conab (Companhia Nacional de Abastecimento).

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PEREIRA, Pedro Miguel de Sá. Planos de Manutenção Preventiva: Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA, 2009.

PINTO, A. K.; XAVIER J. N. Manutenção: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009.

SOUZA, A. Gestão da Manutenção em Serviços de Saúde. Editora Edgar Blucher. 2010.

SPAMER, Fernada R. Técnicas preditivas de manutenção de máquinas rotativas, 2009.

TROJAN, F.; MARÇAL, R.F.M.; BARAN, L.R. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério Electre Tri. XLVSBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal – RN, set, 2013.

VIANA, Herbert Ricardo Gracia. Planejamento e Controle da Manutenção. Qualitymark. Rio de Janeiro, 2009.