



**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
DE CONSELHEIRO LAFAIETE**

ENGENHARIA MECÂNICA

ADRIANO A. LAGARES

**MELHORIA NO ACIONAMENTO DE UMA CORREIA
TRANSPORTADORA**

**Conselheiro Lafaiete
2020**

ADRIANO A. LAGARES

**MELHORIA NO ACIONAMENTO DE UMA CORREIA
TRANSPORTADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Alexandre Magno Franco Ferreira

**Conselheiro Lafaiete
2020**

Adriano Aparecido Lagares

Melhoria no acionamento de uma correia transportadora

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. MSc. Me. Esp. MBA Nome – Orientador(a) – FUPAC

Prof. Dr. MSc. Me. Esp. MBA Nome – Avaliador(a) – FUPAC

Prof. Dr. MSc. Me. Esp. MBA Nome – Avaliador(a) – FUPAC

**Conselheiro Lafaiete
2020**

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus pelo dom da vida. Sem ele não estaria aqui escrevendo estas palavras. Dedico a minha família e amigos, que muito me apoiaram e me incentivaram. E uma dedicação especial aos meus professores que foram a orientação necessária para formação de meu conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus que me deu a capacidade e energia necessária para concluir meus estudos.

Agradeço aos meus professores da instituição Faculdade Presidente Antônio Carlos, que foram a fonte de aprendizado e mentores durante o tempo de estudos.

RESUMO

A pesquisa é um estudo de caso, realizado em uma siderúrgica do alto Paraopeba e teve como objetivo, apresentar ações para eliminar as principais causas de paradas, em uma correia transportadora. Inicialmente foram analisados os históricos de manutenção, onde foi possível identificar as causas das paradas. Após a identificação, foi elaborado uma tabela onde descreve-se as ocorrências com o número de falhas e tempo de paradas em minutos. Após a análise evidenciou-se três causas principais que abrangeram das paradas não programadas. Desalinhamento, quebra do acoplamento e falta de um plano de manutenção no equipamento. Após a análise das principais causas de indisponibilidade do equipamento, onde chegou-se à conclusão que o problema principal estava relacionado a falta de lubrificação e dimensionamento de acoplamento incorretamente, foi observado a falta de um plano de lubrificação condizente com a realidade apresentada. Diante do exposto foram alterados os planos de lubrificação, mudando de mensal para quinzenal, aumentando assim a periodicidade do plano e o número de vezes que o acoplamento é lubrificado. Este trabalho mostra que o emprego de metodologias adequadas e uma manutenção de qualidade pode, e contribui, muito com o desempenho final de uma empresa. Foi possível através da modificação do acoplamento, verificar o aumento de produtividade, diminuindo horas gastas em manutenção corretiva e aumentando a disponibilidade de operação do equipamento.

Palavras-chave: Manutenção, análise de falhas, plano de lubrificação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

Figura 1 – Transportador de Correias	19
Figura 2 – Acoplamento Tipo G20 – Série 100	27
Figura 3 – Acoplamento Elástico ECOTORK - TTXLF	28

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Paradas na TCMC 111	25
---------------------------------------	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Interrupções do Equipamento TCMC 111	25
Tabela 2 – Acoplamento ecotork.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
TPM	Manutenção Produtiva Total
KW	Kilowatts
Nm	Newton metro
Cv	Cavalo-vapor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
1.2 Justificativa.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Tipos de manutenção.....	11
2.2 Manutenção corretiva	12
2.3 Manutenção preventiva.....	13
2.4 Manutenção preditiva.....	13
2.5 Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM).....	14
2.6 Motores Elétricos	15
2.7 Acoplamentos.....	16
2.8 Redutor de velocidade	16
2.9 Correias Transportadoras	17
2.9.1 Componentes correias transportadoras	17
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	20
3.1 Delineamento da Pesquisa	20
3.2 Coleta e Análise dos Dados	22
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	24
4.1 Análise de interrupções.....	24
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANJOS, TALITA ALVES DOS. "ACOPLAMENTO DE POLIAS"; <i>BRASIL ESCOLA</i>. DISPONÍVEL	EM:
TTPS://BRASILESCOLA.UOL.COM.BR/FISICA/ACOPLAMENTO-POLIAS.HTM. ACESSO EM 12 DE JUNHO DE 2020.	
APÊNDICES.....	31
ANEXOS	34

1 INTRODUÇÃO

A siderurgia é um ramo da indústria metalúrgica dedicado à transformação do ferro. Este mineral é transformado normalmente em forno alto através de uma instalação que o funde em uma cápsula cilíndrica por onde o combustível sólido do coque se submete a reações químicas transformando-o em ferro. A obtenção do ferro na indústria siderúrgica está destinada a outro metal, o aço. No entanto, existem aços que são obtidos diretamente do ferro velho. (MEDEIROS, 2019)

Segundo Seabra (2020), grandes empresas de mineração e siderurgia no mundo projetam um cenário positivo para os próximos anos, e não temem ameaças como desaceleração no ritmo de crescimento da economia mundial, ou possibilidade de uma recessão na economia americana. Nomes como Tata Steel, Corus Group, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), grupo Gerdau, Vale e Sinosteel mostraram, durante a 14ª Conferência Mundial de aço (World Steel Conference), que estão investindo pesado em aumento de capacidade e diversificação em suas atividades de negócios, apostando em um cenário de forte demanda mundial por produtos siderúrgicos. Durante dois dias, executivos dos principais grupos mundiais apresentaram o cenário para os próximos anos em clima de franco otimismo.

Produção global de aço recua 6% em março, com fornos fechados em meio à crise
A produção global de aço recuou 6% em março na comparação com igual período do ano passado, a 147,1 milhões de toneladas, à medida que a crise do coronavírus força o fechamento de fornos. Mas a fabricação na China, maior produtora e consumidora do metal, teve apenas uma modesta contração em meio à pandemia, com a produção recuando 1,7% no mês, para 79 milhões de toneladas. (REUTERS, 2020)

Mas outras regiões, ainda segundo Reuters (2020), como Europa e Japão, foram afetadas com força pela queda na demanda de montadoras de veículos e de projetos de construção.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar um novo tipo de acoplamento a fim de aumentar disponibilidade do transportador de correia de

abastecimento dos silos de materiais diversos do alto forno.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar o histórico de manutenção do acionamento de um transportador de correia;
- Analisar tempos de paradas não programadas do transportador de correia;
- Identificar as principais causas de falha do acionamento de um transportador de correia.
- Especificar novo tipo de acoplamento.

1.2 Justificativa

O estudo tem como objetivo mapear e analisar as falhas no equipamento que geram paradas não programadas, para assim otimizar o tempo de manutenção e melhorar a performance do equipamento. Esse controle irá proporcionar uma maior disponibilidade de abastecimento dos silos de materiais diversos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é apresentada a definição de manutenção. Os tipos de manutenção e suas aplicabilidades. Em seguida é apresentado o conceito dos equipamentos que constitui um acionamento como: motor, acoplamento, redutor.

2.1 Tipos de manutenção

Segundo a ABNT (NBR 5462/1994), temos como conceito de manutenção o: conjunto de ações técnicas e administrativas que tange como um todo o ramo e área industrial como um sistema único que destina manter ou recolocar um equipamento, instalação ou maquinário de um determinado setor, ou seja, sua principal função é manter em ordem o funcionamento dos equipamentos através de intervenções corretas e oportunas.

Podemos entender manutenção como o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e também ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. A palavra, derivada do latim manus tenere, que significa “manter o que se tem”, também é definida de diferentes maneiras por muitos órgãos certificadores e normalizadores, porém sempre enfatizando a preocupação com o bom funcionamento das máquinas e dos equipamentos, principalmente no sistema produtivo. (ALMEIDA, 2018)

Viana (2002) aponta que os tipos de manutenção são “as formas pelas quais são encaminhadas as intervenções nos equipamentos, sistemas e instalações”. Neste sentido, é importante que haja uma caracterização mais objetiva da manutenção, pois existem vários métodos de manutenção que são aplicadas em empresas de acordo com o tipo de produto ou serviço ofertado ou ainda conforme o tamanho e 20 estratégias adotada pela empresa. Portanto, há aquelas manutenções que são de rotina e essenciais na maioria das empresas. Seguindo este contexto, a seguir são abordados os tipos de manutenção.

Em seus estudos Fungêncio (2016, p.24) mostra que a manutenção corretiva é a forma mais primitiva de manutenção. Ela se baseia simplesmente na correção de uma falha ou do desempenho menor que o esperado, ou seja, é uma manutenção de emergência.

Já a manutenção Preventiva Fungêncio (2016, p.24) diz é a manutenção voltada para evitar a ocorrência de falhas ou quedas de desempenho, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos, obedecendo um plano previamente elaborado.

A manutenção detectiva é descrita como” É a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, com o objetivo de definir o melhor instante para a intervenção, com o máximo aproveitamento do ativo” (COSTA,2013 APUD FUNGENCIO, 2016, p.26).

2.2 Manutenção corretiva

Manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou. A equipe de manutenção age imediatamente para restabelecer seu funcionamento o mais rápido possível. O fato é que nem sempre o “mais rápido possível” ocorre em tempo de se evitar os prejuízos causados por uma parada de máquina imprevista, que podem ser funcionário parado, atrasos de produção, compra de peças sem tempo de pesquisar preços adequadamente, mecânico trabalhando sob pressão, o que gera risco de acidentes etc. Para aproveitar o tempo ocioso do mecânico quando nenhuma máquina para por defeito, é solicitado que ele faça serviços de usinagem, solda e até mesmo que opere máquinas que fazem parte do sistema produtivo. Porém, quando uma máquina para e precisa ser consertada, o serviço que o mecânico estava fazendo é imediatamente abandonado para que ele se dedique ao conserto dessa máquina. (ALMEIDA, 2018)

De acordo com a NBR-5462 (ABNT, 1994), manutenção corretiva (MC) “é a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado, que se destina a recolocar um item em condições de executar uma função a qual foi requerida”.

Conforme Kardec e Nascif (2009), “a manutenção corretiva acontece quando a quebra interrompe o processo produtivo, onde o equipamento deve ser consertado imediatamente, ou seja, já houve a quebra”. Este tipo de intervenção atrasa todo o processo operacional e com isso mobiliza toda a estrutura de manutenção para que seja reduzido o tempo de execução da atividade.

2.3 Manutenção preventiva

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 42), “manutenção Preventiva é a atuação de forma a prevenir falhas ou perda de desempenho, obedecendo a planos previamente elaborados, baseados em intervalos”.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009, p. 42), “a manutenção preventiva obedece a um padrão esquematizado, que estabelece paradas periódicas com finalidade de assegurar um funcionamento perfeito dos equipamentos por um período predeterminado”.

Conforme os autores acima, manutenção preventiva são critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a perda de rendimento de um componente, que através de um bom planejamento e controle da manutenção, garantem o sucesso da manutenção, aumentam a produtividade dos equipamentos e sua vida útil e, principalmente, reduz custos.

2.4 Manutenção preditiva

Albuquerque (2016) informa que a manutenção preditiva é possível indicar as reais condições de funcionamento da máquina de acordo com dados obtidos a partir dos fenômenos apresentados por ela quando alguma peça começa a se desgastar ou

alguma regulagem é necessária, ou o que os mecânicos popularmente definem como “ouvir a máquina”. Este tipo de manutenção baseia-se em inspeções periódicas, em que fenômenos como temperatura, vibração, ruídos excessivos etc. são observados por meio de instrumentos específicos. Esta análise permite a observação das reais condições do equipamento e o acompanhamento da evolução de um defeito, possibilitando o planejamento em curto prazo para uma intervenção de manutenção para troca de peças e a eliminação do defeito, além de indicar o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e dos equipamentos e as condições para que esse tempo de vida útil seja bem aproveitado.

Érica (2014) esclarece que tem a finalidade de detectar problemas futuros por meio de equipamentos que realizam a medição de pressão, temperatura etc. Dessa maneira, a manutenção preditiva consegue fazer um levantamento do estado do equipamento, podendo prever pontualmente quando ocorrerá um problema, tratando-o para que não aconteça.

2.5 Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM)

Franchi (1992) Foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM, que abrange programas de manutenção preventiva e preditiva, além de incluir um programa de treinamento para os operadores, que passam a auxiliar no monitoramento da máquina no exercício das atividades (prática de manutenção preditiva) e executam operações de manutenção que não exigem muito domínio, como troca de filtro de óleo – prática de Manutenção Preventiva).

Rosley (1979) Os cinco pilares da TPM são as bases sobre as quais construímos um programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para alcançar metas, como defeito zero, falha zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

Lima (2017) Esse sistema resulta do aprimoramento da manutenção preventiva que surgiu nos Estados Unidos no início da segunda metade do Século XX. Com a intensificação do processo de globalização e com a ascensão da Gestão da

Qualidade Total, as configurações do que conhecemos hoje como TPM foram formatadas pelos japoneses a partir da adaptação de técnicas da manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção e da chamada “engenharia da confiabilidade”.

A TPM é muito mais do que fazer manutenção. É uma filosofia gerencial que atua na forma organizacional, no comportamento das pessoas de como tratam os problemas, não só os de manutenção, mas todos ligados ao processo produtivo, pois gera um comprometimento dos colaboradores onde todos se sentem parte integrante do processo. (TOTVS, 2019)

A TPM apoia-se em 3 princípios fundamentais:

- melhoria das pessoas;
- melhorias dos equipamentos;
- qualidade total.

2.6 Motores Elétricos

Segundo Mundo da elétrica (2020), os motores elétricos são máquinas que possuem a capacidade de converter a energia elétrica em energia mecânica. Os motores combinam as vantagens da energia elétrica com o baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade no comando. Os motores de indução possuem uma construção aparentemente simples e seus custos são reduzidos, como por exemplo manutenção, fabricação e montagem, além de fácil adaptação às cargas de diversos tipos.

Podemos separar os motores por uma infinidade de características, mas o fator determinante, que diferencia as classes de motores é a sua fonte de energia, pois existem os motores que funcionam com corrente contínua e outros com corrente alternada, e alguns podem usar as duas correntes em certas situações, além disso existem os motores monofásicos e finalmente os motores trifásicos. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Érica (2018) informa que o motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em mecânica, em geral, energia cinética, ou seja, num motor, a simples presença da corrente elétrica, seja contínua ou alternada, garante movimento em um eixo, que pode ser aproveitado de diversas maneiras, dependendo da aplicação do motor.

Bookman (2015) O motor de indução trifásico é largamente utilizado na indústria, visto que possui circuito de chaveamento ou comutação, necessita de pouca manutenção e, ainda, possibilita o uso de tensões muito altas. O mais popular é o de nove terminais, e o de 12 terminais é muito semelhante. Além desses, existem diversos tipos de motores trifásicos que você deve conhecer. Neste capítulo, serão especificados todos os seus modelos, tamanhos, velocidades e conexões.

2.7 Acoplamentos

IEL/NC(2008) Acoplamentos são elementos mecânicos destinados a transmitir movimento rotativo de uma árvore para um eixo ou entre dois eixos, com ambos posicionados no sentido axial (face com face). Sua forma construtiva determina suas aplicações e os tipos de acoplamentos, que podem ser:

- fixos;
- móveis;
- elásticos.

Érica (2014) O acoplamento nada mais é que o componente responsável por realizar as ligações dos eixos de uma máquina. Em uma linguagem mais técnica, é um conjunto mecânico, formado por elementos de máquina, utilizados na transmissão de rotação entre eixos.

2.8 Redutor de velocidade

Anjos (2020) explica que redutor de velocidade é um conjunto de engrenagens que trabalham dentro de uma caixa metálica (carcaça) com objetivo de transmitir potência e mudar a velocidade de rotação em equipamentos industriais.

Para Érica (2014), é um conjunto mecânico constituído por diversos elementos de máquinas que permitem a variação da velocidade de trabalho de outros elementos, sem perda de tempo excessiva em troca de rotações, desacelerações, paradas, troca de alavancas e novas acelerações. Funcionando suavemente, sem impactos, o variador de velocidade pode ser preparado para adaptar-se automaticamente às condições de trabalho exigidas. Normalmente, a variação de velocidade é executada com a máquina em movimento com baixa carga.

2.9 Correias Transportadoras

“No setor minero-metalúrgico, observa-se que as correias transportadoras constituem o meio mais difundido de transporte para grandes quantidades de materiais a granel, reduzindo desta forma, a quantidade de caminhões e o custo deste tipo de serviço” (SANTOS, MALAGONI, 2013, p.2)

“O sistema é basicamente formado por uma correia sem fim, a qual é estendida entre dois tambores (acionamento e de retorno) principais e roletes justapostos, sobre os quais a correia desliza, com baixo atrito, possibilitando a movimentação de cargas pesada” (FERDOKO e IVANCO apud SANTOS, MALAGONI, 2013,p.2).

“As correias transportadoras tem por finalidade transportar as matérias primas, reciclar o retorno de processo, destinar o sínter bruto para beneficiamento mecânico e transportar o sínter produto para o local de armazenamento” (SOUSA S, 2009.p.28.)

2.9.1 Componentes correias transportadoras

“A correia é o componente mais importante do transportador, e representa uma boa parcela do investimento inicial. É sobre ela que o material se acomoda e com o seu movimento promove o transporte do mesmo”(CARDOSO D., 2011, p 18)

“Rolete é o nome dado ao conjunto rolos + suporte. Eles têm a função de suportar a correia tanto do lado carregado quanto no retorno. Os rolos são cilindros de aço de alta resistência que contêm rolamentos e podem girar em torno de seu próprio eixo” (CARDOSO D., 2011, p 20).

“São responsáveis por suportar o peso da correia e do material transportado. Os roletes de carga podem ter dois tipos de configuração: planos ou inclinados” (CARDOSO D., 2011, p 20).

Roletes de impacto, “São responsáveis por suportar o impacto da queda do material na seção de alimentação do transportador” (CARDOSO D., 2011, p 20).

Roletes de Retorno, “São responsáveis por suportar o peso da correia durante o retorno da mesma, não suportam o material transportado” (CARDOSO D., 2011, p 20).

Roletes de transição, “Esses roletes possuem rolos laterais com regulagem de ângulo e são utilizados para diminuir gradativamente a curvatura da correia conforme ela se aproxima do tambor de descarga ou de retorno” (CARDOSO D., 2011, p 20).

Roletes auto alinhastes “São responsáveis por manter o alinhamento da correia. ” (CARDOSO D., 2011, p 20).

“O tambor é o componente que dá movimento (tambor motriz) e apoio (tambores movidos) à correia. Além disso, o tambor também é utilizado para dobrar e desviar a correia, quando se faz necessário” (CARDOSO D., 2011, p 20).

O Tambor de Esticamento “É o tambor no qual é feito o esticamento da correia”(CARDOSO D., 2011, p 20).

“Tambor utilizado apenas para curvar a correia, necessário em caso de esticamento por gravidade, acionamento duplo, et” (CARDOSO D., 2011, p 20).

Tambor usado para aumentar o ângulo de abraçamento em outro tambor, geralmente utilizado para aumentar o abraçamento da correia no tambor motriz.

“Conjunto de componentes responsáveis por produzir o torque no tambor motriz. Geralmente é composto por motor, redutor, acoplamentos e, se necessário, freio, contra-recuo, volante de inércia e inversor de frequência” (CARDOSO D., 2011, p 20)..

Figura 1 – Transportador de Correias



Fonte: Tadeu (2004)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para Silva e Menezes (2005, p. 9), a metodologia tem como função “mostrar como andar no caminho das pedras da pesquisa, ajudá-lo a refletir e instigar um novo olhar sobre o mundo: um olhar curioso, indagador e criativo”.

Ainda conforme Silva e Menezes (2005, p. 9), pesquisa “é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos”.

Foi identificado através de monitoramento do processo, aliado a documentos internos da instituição para a conclusão dos estudos, caracterizando esta pesquisa como de campo, documental e estudo de caso.

Foram analisados e coletado dados nesse estudo acadêmico: livros, artigos científicos, manuais dos equipamentos, sites trabalhos acadêmicos. Além disso foi utilizado técnicas de estudos de campos e documentos diversos de segurança e normalização de equipamentos.

A coleta de dados usadas nessa pesquisa foram realizados com estude de campo, bibliográfica e documental. Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdo, sendo levado em conta qualitativamente e quantitativamente devido a origem e uso dos dados.

Neste capítulo, apresentam-se o delineamento da pesquisa, o método de coleta e tratamento dos dados e a empresa que foi realizado o estudo

3.1 Delineamento da Pesquisa

O delineamento do ponto de vista dos procedimentos técnicos para Gil (1989, p. 71-78) é subdividido em “pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamentos, estudo de caso e pesquisa expost-facto” e do ponto de

vista de seus objetivos, para Gil et al. (1989, p. 44) “são agrupadas em 3 grupos básicos sendo, pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas”.

Para Silva e Menezes (2005, p. 20), a pesquisa do “ponto de vista de sua natureza é subdividida em pesquisa básica e aplicada”. Para Fachin (2005, p. 29), a pesquisa “é definida de acordo com a natureza específica de cada problema investigado, é estabelecido a escolha dos métodos apropriados para se atingir um fim, que é o saber”. Ainda de acordo com Fachin (2005, p. 29), um “método é válido quando 32 terminam seus procedimentos, quando a sua escolha se baseia, principalmente, em dois motivos, ou pela natureza do objeto a que se aplica ou pelo objetivo que se tem em vista”.

Para Gil (1989, p. 70), a pesquisa quando observada do ponto de vista técnico necessita analisar, “a formulação do problema, a construção de hipóteses e a identificação das relações entre variáveis que constituem passos do marco teórico ou sistema conceitual de pesquisa”. Conforme o autor, a proposta de classificação do delineamento da pesquisa refere-se sempre a abstrações e a tipos ideais.

Perante as informações, foi analisado a rotina do processo da empresa no estudo em questão, no âmbito da manutenção dos equipamentos de acionamento de uma correia transportadora. Nesse sentido, foram analisadas as situações atuais de manutenção. Assim a pesquisa é classificada como:

- A pesquisa é proposta do ponto de vista da natureza, como uma pesquisa aplicada, pois foi dirigida a solução de problemas existentes;
- Do ponto de vista da abordagem é uma pesquisa quantitativa, pois foram aplicadas técnicas estatísticas para análise dos dados e ao mesmo tempo é uma pesquisa qualitativa, pois o ambiente natural é o foco principal da coleta de dados;
- Do ponto de vista dos objetivos, é uma pesquisa exploratória, pois busca conhecimento bibliográfico e análise prática do problema pesquisado;

- Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, é um estudo de caso, onde foi analisado um objeto, que permitiu amplo e detalhado conhecimento do assunto.

3.2 Coleta e Análise dos Dados

Para Silva e Menezes (2005, p. 35), “a análise deve ser feita para atender aos objetivos da pesquisa e para comparar e confrontar dados e provas com o objetivo de confirmar ou rejeitar as hipóteses ou os pressupostos da pesquisa”.

Seguindo os autores, foi iniciada a primeira etapa da coleta de dados, que foi realizada em uma empresa do ramo siderúrgico na área de manutenção. Os dados coletados foram levantados junto a gestão econômica, por meio de relatórios de custo benefício, para ser realizado o apuramento de todos os custos discriminados ao subconjunto do estudo em questão, para assim ser distribuído os custos de forma mensal e anual.

A segunda etapa da coleta de dados foi realizada na área de operação dos equipamentos onde, por meio de relatórios e rastreamento dos equipamentos foram levantados dados referentes ao acionamento dos equipamentos, tempo e condição de operação dos equipamentos.

A terceira etapa da coleta de dados foi realizada na área de manutenção, a fim de apurar todas as ocorrências de substituição de peças no acionamento, os tempos necessários para substituição deste subconjunto, bem como a necessidade de mão obra para realização da atividade.

Para Silva e Menezes (2005, p. 35), “nesta etapa é realizada a pesquisa de campo propriamente dita. Para obter êxito neste processo, duas qualidades são fundamentais: a paciência e a persistência.”

Seguindo a linha dos autores, os dados levantados na coleta de dados foram analisados e discriminados, através de métodos estatísticos e conhecimentos técnicos para serem confrontados com as referências bibliográficas dos fabricantes

e assim poder definir indicadores e ações para buscar o foco principal deste estudo que é melhoria no acionamento de uma correia transportadora.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

No período de 9 de março de 2020 a 05 de outubro de 2020, foram coletados dados referentes a todas as “interrupções operacionais”, tratadas somente por “interrupções”, ocorridas em uma planta de distribuição de sínter de uma usina do alto do Paraopeba.

Para a coleta de dados foram utilizados programas e softwares, confidenciais da empresa, que armazenam em um banco de dados todas as interrupções ocorridas na planta. As interrupções são separadas por equipamentos, tempo em minutos, hora de início, hora fim e causa.

As interrupções coletadas foram as não programadas, que não estão no controle operacional, são causadas por quebra de equipamentos, baixo desempenho de máquinas e falha operacional. As interrupções não programadas geram perda de produção não planejadas, custos de manutenção elevados e indisponibilidade de equipamentos.

Para esta pesquisa, foram levadas em consideração apenas as interrupções não programadas, pois a finalidade desse estudo é entender e prevenir interrupções causadas por indisponibilidade de equipamento. Foram mencionadas apenas as informações encontradas do histórico de controle de paradas do equipamento.

4.1 Análise de interrupções.

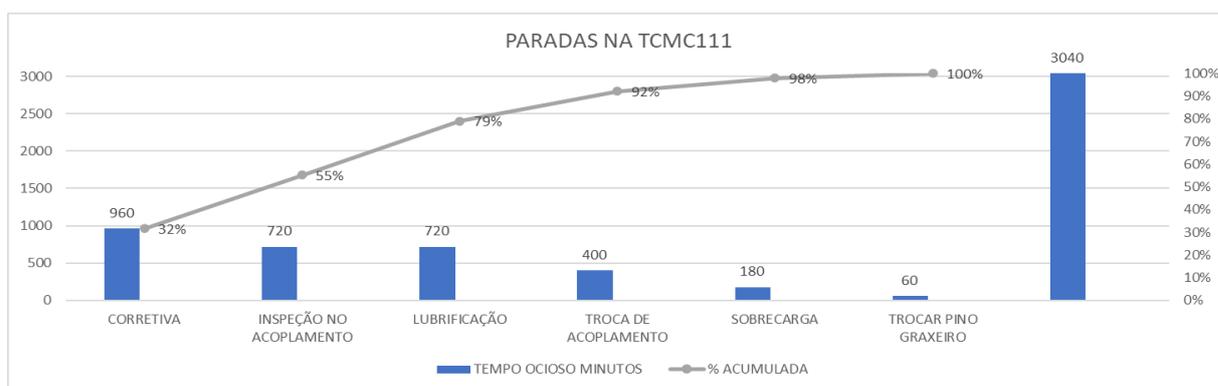
Conforme mencionado, as interrupções ocorridas no período selecionado foram então divididas em não programadas. As interrupções não programadas foram colocadas em tabela, organizadas pelos parâmetros *número de ocorrências* e *tempo ocioso*, segue abaixo a tabela e gráfico de Pareto para análise:

Tabela 1 – Interrupções do Equipamento TCMC 111

EQUIPAMENTO TCMC-111	TEMPO OCIOSO (min)	PORCENTAGEM	% ACUMULADA	Nº OCORRÊNCIAS
CORRETIVA	960	32%	32%	10
INSPEÇÃO NO ACOPLAMENTO	720	24%	55%	12
LUBRIFICAÇÃO	720	24%	79%	12
TROCA DE ACOPLAMENTO	400	13%	92%	1
SOBRECARGA	180	6%	98%	3
TROCAR PINO GRAXEIRO	60	2%	100%	1

Fonte: Minerar (2020)

Gráfico 1 – Paradas na TCMC 111



Fonte: Minerar (2020)

O estudo de caso se refere a um acionamento de correia transportadora e a proposta foi realizar a troca do acoplamento rígido FALk 40G20. Foi realizado acompanhamento e coletados dados para análise como; termografia, coleta de vibração e corrente de trabalho para comparativos e possibilidades de troca para atender a atual condição de trabalho .

Para a seleção do acoplamento ideal, foi analisado as tabelas da página seguinte ,verificado o projeto do equipamento procurando manter as características de projeto.

Seleção de acoplamento

Para selecionar um acoplamento siga os passos abaixo:

1 - Levantar informações dos dados da aplicação (Potência, Rotação e Aplicação).

2- Aplicar os dados encontrados nas fórmulas abaixo:

Fórmula c/ kW

Mínimo Torque (Nm) = kW x 9550 x F.S /rpm

Fórmula c/ cv

Mínimo Torque (Nm) = cv x 7121 x F.S /rpm

3- Escolher a linha/tipo do acoplamento desejado.

4 - Selecionar o tamanho do acoplamento de acordo com o torque calculado, analisando diâmetros dos eixos dos equipamentos.

5 - Seleção Final: Compare a rotação (rpm), furo máximo, GAP e dimensões do acoplamento selecionado. Os Fatores de Serviço são apenas uma orientação, baseada na experiência e na razão entre o torque do acoplamento e as características do sistema. As características do sistema são melhor mensuradas com um medidor de torque.

Nota: Os furos máximos tabelados neste catálogo consideram chavetas conforme norma DIN6885/1.

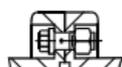
Através de acompanhamentos e análise de projeto do equipamento, foi verificado a oportunidade de melhoria, pois o equipamento estava operando abaixo do limite de tolerância do dimensionamento (30.000 Nm). Foi realizado cálculos para dimensionar um novo acoplamento para o acionamento.

Após verificar o torque de projeto e análise de compatibilidades dos acoplamentos, foi selecionado o acoplamento ECOTORk TTM-35 para substituição do FALK 40G20. As tabelas abaixo foram retiradas do catálogo de acoplamentos da PTI.

Figura 2 – Acoplamento Tipo G20 – Série 100

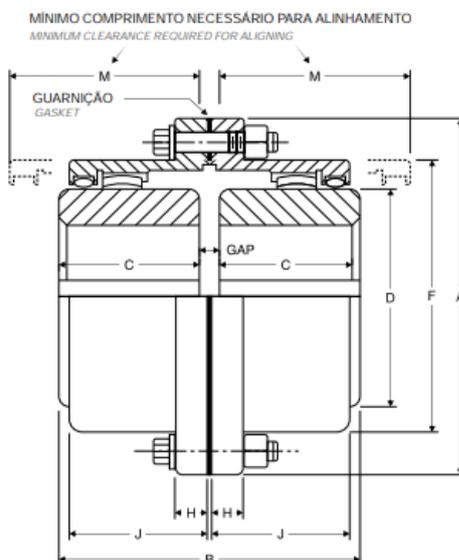
Acoplamento - Tipo G20 - Série 1000

Coupling - G20 Type - Series 1000



Para tamanhos 1010G ao 1055G, o tipo G10, são fornecidos somente quando especificado no pedido.

Sizes 1010G to 1055G, Type G10, supplied only when specified in the order.



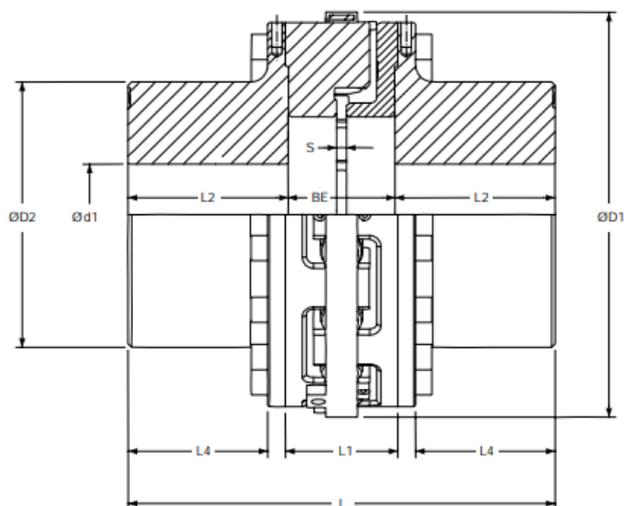
Tam. Size	Torque Nominal Rated Torque (Nm) ②	Rotação Máxima Max. Rotation (rpm) ③	Furo Máximo Max. Bore (mm) ④	Furo mínimo Min. Bore (mm) ⑤	Peso do acopl. sem furo Coupl. weight into bore (kg)		Peso da graxa Grease weight (kg)	Dimensões / Dimensions (mm)								
					G10	G20		A	B	C	D	F	H	J	M	GAP
1010G	1139	8000	50	12,7	4,08	4,54	0,0408	115,9	88,9	42,9	68,6	83,8	14,0	38,9	51	3
1015G	2350	6500	65	19,0	7,71	9,07	0,0726	152,4	101,6	49,3	86,4	105,2	19,0	47,8	61	3
1020G	4270	5600	78	25,4	13,6	15,9	0,113	177,8	127,0	62,0	105,2	126,5	19,0	59,4	77	3
1025G	7470	5000	98	31,8	24,9	29,5	0,2127	212,9	158,9	77,0	130,6	154,9	21,8	71,6	92	5
1030G	12100	4400	111	38,1	38,6	43,1	0,363	239,8	187,4	91,2	152,4	180,3	21,8	83,8	107	5
1035G	18500	3900	134	50,8	61,7	68,0	0,544	279,4	218,9	106,4	177,8	211,7	28,4	97,5	130	6
1040G	30600	3600	160	63,5	88,5	97,5	0,907	317,5	247,3	120,6	209,6	245,4	28,4	111,3	145	6
1050G	56600	2900	200	88,9	177	191	1,77	388,9	314,3	153,2	254,0	305,8	38,1	140,7	183	8
1055G	74000	2650	220	101,6	238	249	2,22	425,4	344,3	168,1	279,4	334,3	38,1	158,0	204	8
1060G	90400	2450	244	114,3	-----	306	3,18	457,2	384,4	188,2	304,8	366,0	25,4	169,2	229	8
1070G	135000	2150	289	127,0	-----	485	4,35	527,0	451,5	220,7	355,6	424,9	28,4	195,6	267	10

Fonte: PTI (2020)

Os acoplamentos tipo G são indicados em aplicações que pedem grandes cargas, ou diâmetros de eixos superior a 100 mm e têm um baixo custo inicial. São encontrados em vários tamanhos e diferentes tipos, todos com os dentes abaulados nas faces. Econômicos e compactos, possuem a característica única de uma pequena tampa que une os cubos. São fabricados totalmente em aço, e são acoplados por parafuso de alta resistência. Os dentes externos dos cubos, se conectam com os dentes interno da capa, possibilitando a transmissão de torque para o equipamento a ser movimentado. Uma desvantagem é que na troca, tem a necessidade de retirada de todo o conjunto do acionamento e depois da troca, montar o acionamento e realizar os alinhamentos do conjunto.

Figura 3 – Acoplamento Elástico ECOTORK® - TTXLF

Acoplamento Elástico ECOTORK® - TTXLF
 ECOTORK® Elastic Coupling - TTXLF



Tam. Size	Torque T_k nominal [Nm]	Torque T_k max [Nm]	Rotação Max Rotation n_{max} [min ⁻¹]	Dimensões / Dimensions										Peso ⁽²⁾ Weight ⁽²⁾ P [kg]	Momento de Inércia Moment of Inertia J ¹ [kg.m ²]
				d_{max} (1)	d_{min}	D ₁	D ₂	L	L ₁	L ₂	L ₄	S	B _E		
17	3.780	7.560	7600	72	15	182	110	244	68	90	73,5	8	64	21	0,062
20	4.725	9.450	6500	90	25	212	130	264	68	100	83,5	8	64	29	0,123
24	6.552	13.104	2900	95	30	260	135	360	106	130	107	10	100	51	0,328
30	13.408	27.316	2350	135	45	320	175	438	124	160	135	10	118	64	0,930
35	23.184	46.368	2100	150	80	370	210	478	124	180	159	10	118	128	1,738
40	34.272	68.544	1900	160	100	420	232	512	138	190	167	10	132	168	3,402
45	46.166	92.332	1700	210	115	470	300	532	138	200	177	10	132	252	5,792
50	69.552	139.104	1500	230	140	530	330	608	160	228	199	14	152	356	10,240
55	89.208	178.416	1350	270	150	580	380	608	160	228	199	14	152	440	15,446
60	111.283	222.566	1250	290	155	630	410	678	170	258	229	14	162	578	23,762
65	133.056	266.112	1150	320	165	680	450	688	182	258	225	14	172	714	35,043
70	180.835	361.670	1050	345	190	740	480	786	200	298	263	14	190	926	52,570
80	265.507	531.014	950	400	205	840	560	866	200	338	303	14	190	1326	96,424
90	365.904	731.808	850	470	225	940	660	878	214	338	297	14	202	1816	172,336
100	425.000	850.000	763	560	280	1050	750	944	212	375	316	14	194	2508	305,445
120	650.000	1.300.000	636	650	300	1250	900	1038	256	400	346	16	238	3795	658,758

Fonte: PTI (2020)

O ecotork, é um acoplamento construído ecologicamente correto devido a não necessidade de lubrificação, o torque é transmitido através da compressão de seus elementos elásticos fabricados em poliuretano que podem trabalhar em temperaturas variando de -30°C até 85°C com boa resistência mecânica. Permite a compensação de desalinhamentos angulares, axiais e radiais. A sua manutenção é fácil e a troca de seus elementos elástico não necessitam de ferramentas especiais, retirando apenas três parafusos do anel, pode deslocá-lo para um dos lados e trocar os elementos sem a necessidade de desmontagem de nenhum dos

componentes do acionamento, e sem a necessidade de realinhar o conjunto gerando menos tempo de manutenção e mais disponibilidade do equipamento.

5 CONCLUSÕES

Inicialmente foram analisados os históricos de manutenção mas não encontrados muitos registros para comparativos, foi possível identificar as causas das anomalias através de acompanhamento com técnicas de medição como; termografia, coleta de vibração e corrente de trabalho. Após a identificação, foi elaborado uma tabela onde descreve-se as ocorrências com o número de falhas e tempo de paradas em minutos.

Após a análise evidenciou-se duas causas principais das paradas não programadas. Falta de plano de lubrificação e acoplamento mal dimensionado.

Diante do exposto foram alterados os planos de lubrificação de imediato, mudando de mensal para quinzenal, aumentando assim a periodicidade do plano e o número de vezes que o acoplamento é lubrificado.

Este trabalho mostra que o emprego de metodologias adequadas e uma manutenção de qualidade pode, e contribui, muito com o desempenho final do equipamento e economia para a empresa. O número de interrupções operacionais da planta do estudo implicando de forma direta, em aumento de produtividade, diminuindo horas gastas em manutenção corretiva e aumentando a disponibilidade de operação da planta, parando o equipamento somente nas paradas programadas. Foi trocado o acoplamento de baixa rotação devido estar mal dimensionado para o acionamento em questão, após a troca do acoplamento foi observado a estabilidade operacional no equipamento, redução de custos com lubrificantes em torno de R\$1.000,00 por ano ,pois o novo modelo de acoplamento flexível não utiliza lubrificante e aumentando tempo para a equipe de lubrificação trabalhar em outros equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**, 1a Edição. São Paulo: Editora Érica, 2018;

Almeida, Paulo Samuel. **Manutenção mecânica industrial : conceitos básicos e tecnologia aplicada** / Paulo Samuel de Almeida –1 ed. São Paulo: Érica, 2014.

ANJOS, Talita Alves dos. "Acoplamento de Polias"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/acoplamento-polias.htm>. Acesso em 12 de junho de 2020.

Hand, Augie. **Motores elétricos : manutenção e solução de problemas**
2. ed. – Porto Alegre : Bookman, 2015.

Lima. **TPM manutenção produtiva total: conheça os pilares da manutenção**.2017.

Disponível em: <https://www.mereo.com/pt/blog/conheca-um-pouco-mais-sobre-manutencao-produtiva-total-tpm/>. Acesso em: 21/05/2020.

MEDEIROS, V. **Produtos Siderúrgicos: o que são, indústria, números e aplicações**. 2019. Disponível em: <https://www.uppertruck.com/produtos-siderurgicos-o-que-sao-industria-numeros-e-aplicacoes/>. Acesso em: 20/05/2020.

REUTERS. **Produção global de aço recua 6% em março, com fornos fechados em meio à crise**. 2020. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/producao-global-de-aco-recua-6-em-marco-com-fornos-fechados-em-meio-a-crise/>. Acesso em: 20/05/2020.

Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/e-manutencao-preditiva-2/#:~:text=Manuten%C3%A7%C3%A3o%20preditiva%20e%20o%20tempo,que%20este%20tempo%20seja%20aproveitado>. acesso em 12/06/20

TOTVS. **Manutenção produtiva total: conheça seus pilares e suas aplicações na indústria**. 2019. Disponível em :<https://www.totvs.com/blog/erp/manutencao-productiva/>. Acesso em 12/06/20.

Mundo da elétrica. Motor trifásico. Como funciona e qual sua aplicação. 2020. Disponível em <https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-trifasico-como-funciona-e-qual-sua-aplicacao/>. Acesso em 12/06/20.

Franchi, Claiton Moro. Acionamentos Elétricos : Franchi. - 4. ed. São Paulo : Érica, 2008.

APÊNDICES

Foi trocado o acoplamento de baixa rotação devido estar mal dimensionado para o acionamento em questão, após a troca do acoplamento foi observado a estabilidade operacional no equipamento, redução de custos com lubrificantes pois o novo modelo de acoplamento flexível não utiliza lubrificante.

ANEXOS

