

DISPONIBILIDADE: melhoria mecânica para rebobinadeira de papel térmico

AVAILABILITY: mechanical improvement for thermal paper rewinder

Aureliano, Joseph Keven ¹; Garcia, Gustavo Ferreira Rabelo ²

RESUMO

Este trabalho aborda um estudo de caso sobre a disponibilidade de uma rebobinadeira de papel térmico, em uma empresa do ramo de papel e celulose. O objetivo é realizar a análise da efetividade operacional, avaliar os indicadores de manutenção e examinar os custos relacionados ao equipamento, com o intuito de identificar oportunidades de aprimoramento. Os resultados revelaram uma diferença entre a produção total e a produção real, indicando problemas de eficiência; os indicadores evidenciaram um número elevado de falhas e de intervenções corretivas. Os custos de manutenção, especialmente relacionados ao sistema de transmissão, representaram uma parcela significativa dos gastos totais. A proposta de melhoria sugerida consistiu em modificar o sistema de transmissão atual para polias e correias sincronizadoras, visando melhorar a disponibilidade, reduzir custos e minimizar o tempo de manutenção. No entanto, é necessária uma análise aprofundada para avaliar o investimento necessário e o desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva.

Palavras-chave: Rebobinadeira. Indicadores. Custos de Manutenção. Sistema de Transmissão.

¹ Joseph Keven Aureliano. Aluno do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: joseph.aureliano@alunos.unis.edu.br

² Prof. Me. Gustavo Ferreira Rabelo Garcia. Professor do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: gustavo.garcia@professor.unis.edu.br

ABSTRACT

This work addresses a case study on the availability of a thermal paper rewinder in a pulp and paper company. The objective is to analyze operational effectiveness, evaluate maintenance indicators and examine costs related to the equipment, with the aim of identifying opportunities for improvement. The results revealed a difference between total production and actual production, indicating efficiency problems; the indicators showed a high number of failures and corrective interventions. Maintenance costs, especially related to the transmission system, represented a significant portion of total expenses. The suggested improvement proposal consisted of modifying the current transmission system for pulleys and timing belts, aiming to improve availability, reduce costs and minimize maintenance time. However, an in-depth analysis is necessary to assess the necessary investment and develop a preventive maintenance plan.

Keywords: *Rewinder. Indicators. Maintenance Costs. Transmission System.*

1 INTRODUÇÃO

O estudo apresenta a análise da disponibilidade e eficiência operacional de uma rebobinadeira de papel térmico em uma empresa de papel e celulose localizada no Sul de Minas Gerais. A relevância desse estudo se justifica pelo papel fundamental que a rebobinadeira desempenha na produção de bobinas de papel térmico, utilizado em diversas aplicações.

A análise da disponibilidade e dos *KPI's (Indicadores-Chave de Desempenho, do inglês Key Performance Indicators)*, é de suma importância para a empresa, pois afeta diretamente a produtividade, a eficiência operacional e os custos de manutenção (VIANA, 2014).

O objetivo é conduzir uma avaliação da eficácia das operações, analisar os parâmetros de manutenção e investigar os gastos associados ao equipamento, a fim de recomendar possibilidades de melhoria.

Para atingir esse intento, foi conduzido um estudo de caso durante um período de seis meses, analisando dados de produção, indicadores de manutenção, e os gastos com manutenção do equipamento. Além disso, foi proposta a substituição do sistema de transmissão atual composto de correntes e engrenagens para uma composição de polias e correias sincronizadoras, como uma possibilidade de melhoria para a eficiência operacional e redução de custos.

Esse trabalho propicia consideráveis informações para as empresas do segmento de papel e celulose, sobre indicadores de manutenção, análises de custos de manutenção e possíveis melhorias no desempenho de equipamentos industriais. O diagnóstico realizado serve como um exemplo prático de como a gestão eficiente de ativos pode impactar positivamente os resultados operacionais de uma empresa.

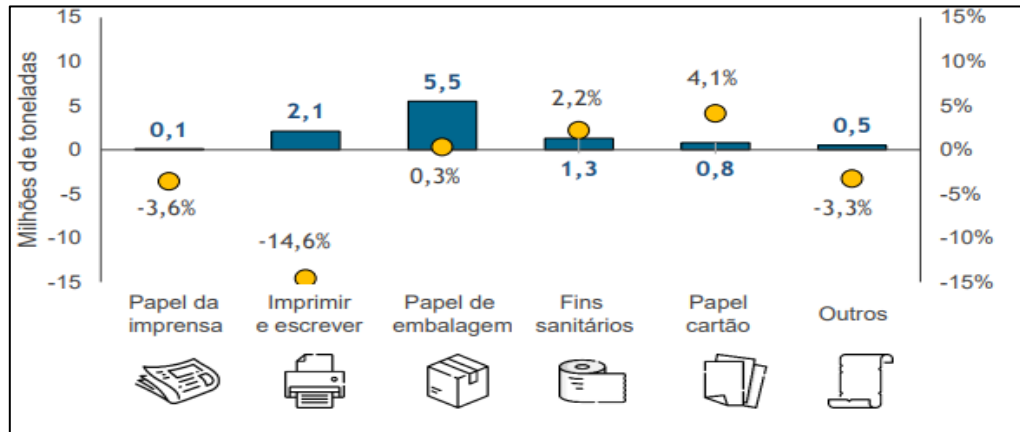
2 INDÚSTRIA DO PAPEL TÉRMICO

Atualmente, muito se debate sobre a substituição do papel pelo avanço da tecnologia digital. No entanto, é interessante ressaltar que a indústria de papel térmico tem demonstrado uma notável tendência de crescimento, colocando o Brasil como um dos principais produtores desse tipo de papel. Essa realidade implica em significativos investimentos, geração de empregos, aumento de renda e avanço na arrecadação de tributos (EPE, 2023).

De acordo com a Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, o mercado de papel térmico no Brasil tem apresentado um crescimento contínuo nos últimos anos. Em 2020, a produção de papel térmico no país alcançou aproximadamente 270 mil toneladas, com um faturamento que superou a marca de 1 bilhão de reais (ABTCP, 2023).

Vale destacar que o papel térmico possui uma ampla gama de aplicações, sendo frequentemente utilizado em impressoras térmicas para a emissão de recibos, comprovantes fiscais, vales de transporte, etiquetas de identificação, entre outros. A figura 1 oferece uma visão geral da produção de papel no Brasil:

Figura 1- Produção por tipo de papel no Brasil em 2020 e variação em relação a 2019



Fonte: (EPE, 2023, p. 12)

Além de ser utilizado em impressoras de varejo, o papel térmico também é utilizado em diversas outras áreas, como no setor de logística, onde é utilizado para a identificação de produtos e rastreamento de cargas. Também é utilizado em hospitais, para impressão de etiquetas de identificação de pacientes e em serviços bancários para emissão de extratos e comprovantes de transações (ABTCP, 2023).

2.1 A relevância das rebobinadeiras

As rebobinadeiras de papel são amplamente utilizadas na indústria de papel e celulose para processar bobinas de papel térmico em rolos menores, prontas para o consumo ou para outros processos de produção. Esse equipamento é essencial para empresas que precisam de um processo rápido e eficiente de produção de recibos, etiquetas e outros materiais impressos em papel térmico.

São projetadas para rebobinar o papel térmico em rolos menores, permitindo que as empresas produzam o tamanho exato do rolo necessário para suas necessidades específicas. Essas máquinas possuem uma série de características que tornam a operação fácil e eficiente (WV MÁQUINAS, 2023).

Dentre as características primordiais das rebobinadeiras de papel térmico, destaca-se a velocidade de produção. Esses equipamentos são capazes de rebobinar grandes consumos de papel térmico em um curto período de tempo, garantindo a redução dos custos de produção e o aumento da eficiência operacional. Além disso, muitas rebobinadeiras estão equipadas com contadores automáticos, garantindo que cada rolo tenha a quantidade adequada de papel, conferindo maior precisão ao processo de produção. A figura 2 apresenta um modelo de rebobinadeira de papel térmico:

Figura 2- Rebobinadeira de papel térmico



Fonte: (LEMU, 2023)

Outra característica importante das rebobinadeiras é a capacidade de trabalhar com diferentes tamanhos e espessuras de papel térmico. Isso é importante porque muitas empresas precisam de diferentes tamanhos e espessuras de papel para atender às suas necessidades de impressão. São capazes de lidar com uma ampla gama de tamanhos e espessuras de papel, o que torna uma ferramenta versátil para empresas de diferentes setores (WV MÁQUINAS, 2023).

Por isso a manutenção regular de uma rebobinadeira de papel térmico é crucial para garantir a qualidade da produção, prolongar a vida útil da máquina, evitar paradas não programadas e, acima de tudo, proteger a segurança do trabalhador. Investir tempo e recursos na

manutenção preventiva pode parecer um custo adicional, mas os benefícios a longo prazo compensam qualquer gasto inicial (LEMU, 2023).

2.2 Manutenção Industrial

Muitas empresas ainda subestimam a importância da manutenção e investem pouco nessa área. Isso pode ser resultado de uma mentalidade de curto prazo, que prioriza a redução de custos imediato. Também pode refletir a falta de compreensão sobre o valor da manutenção para o negócio, ou a ausência de recursos financeiros e técnicos para implementar e gerenciar um programa de manutenção adequado (ABRAMAN, 2023).

Segundo Kardec & Nascif (2009), a manutenção industrial é uma função essencial para garantir a confiabilidade, disponibilidade e desempenho dos equipamentos. Essas atividades são essenciais para garantir a produtividade e a eficiência das operações industriais, bem como para evitar paralisações inesperadas que podem levar a prejuízos financeiros e atrasos na entrega de produtos. Existem vários tipos de manutenção, cada um com seu objetivo e metodologia específicos.

2.3 Indicadores de Manutenção

Segundo Viana (2002) os indicadores de manutenção desempenham um papel essencial na gestão eficiente e estratégica dos processos em uma organização. Eles fornecem informações relevantes sobre o desempenho das atividades de manutenção, permitindo uma análise objetiva e tomada de decisões embasadas. Três indicadores que se destacam nesse contexto são o *MTBF*, *MTTR*, e a Disponibilidade (ABRAMAN, 2023).

O *MTBF* é a sigla de *Mean Time Between Failures*, traduzido como “Tempo Médio Entre Falhas” é classificado por Kardec & Nascif (2009) como uma medida fundamental da confiabilidade de itens reparáveis e geralmente se refere à vida média de uma população. Esse indicador permite identificar de maneira acessível importantes questões que permeiam a

manutenção, tais como a eficácia e a existência de eventuais falhas no projeto (REIS, 2021). Conforme Viana (2014), o cálculo do MTBF é dado pela equação 1:

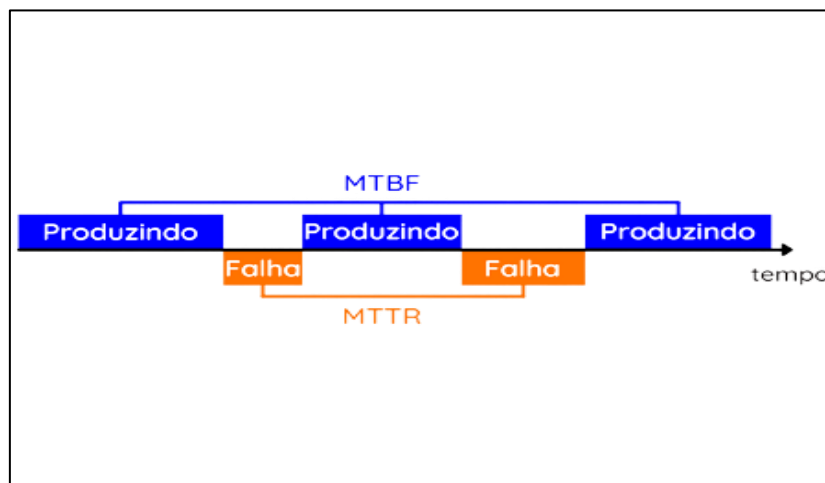
$$\frac{\sum \text{Tempo total de operação}}{\sum \text{Número de paradas}} \quad (1)$$

O *MTTR*, sigla de *Mean Time To Repair*, que em português significa “Tempo Médio Para Reparo”, desempenha um papel essencial na avaliação da eficiência operacional de uma organização (REIS, 2021). Ele representa o tempo médio necessário para corrigir uma falha ou restaurar um serviço após a ocorrência de um problema. O indicador é calculado de acordo com Viana (2014), pela equação 2:

$$\frac{\sum \text{Tempo de reparos}}{\sum \text{Número de reparos ocorridos}} \quad (2)$$

Para elucidar as informações mencionadas, a representação de Fractal (2023) evidencia os indicadores citados:

Figura 3- Relação dos indicadores



Fonte: (FRACTTAL, 2023)

Esses indicadores estão vinculados, pois reduzir o *MTTR* significa uma recuperação mais rápida de ativos após uma falha, que, por sua vez, aumenta o *MTBF*, já que o equipamento passa menos tempo improdutivo (KARDEC & NASCIF, 2009).

2.4 Disponibilidade

Conforme Abepro (2023), a disponibilidade dos equipamentos é fundamental para o desenvolvimento de qualquer organização, independentemente do setor ou indústria em que esteja inserida. Os equipamentos desempenham um papel essencial nas atividades diárias e na obtenção dos resultados desejados. Para garantir que esses maquinários estejam prontamente disponíveis quando necessários, é necessário entender sua função, os diferentes tipos e sua importância.

Disponibilidade é capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou certo intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. (KARDEC & NASCIF, 2009, p. 112)

De acordo com Fractal (2023), é possível classificar a disponibilidade em três tipos, sendo eles: a disponibilidade inerente, disponibilidade alcançada e disponibilidade operacional. A disponibilidade inerente se baseia nas distribuições de falha e reparo. O foco está no tempo de inatividade resultante das ações corretivas. É fundamental identificar as principais causas de falhas e as ações corretivas necessárias. Dessa forma, podem ser propostas medidas para reduzir a ocorrência de falhas ou facilitar o processo de reparo. Segundo Viana (2014) a disponibilidade pode ser calculada de acordo com a equação 3:

$$\frac{MTBF}{\sum MTBF + MTTR} * 100 \quad (3)$$

Garantir a eficiência na disponibilidade de equipamentos é vital para o sucesso de qualquer organização. Entender os tipos de disponibilidade, possibilita uma abordagem estruturada na identificação e correção de falhas (FRACTTAL, 2023).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste artigo é um estudo de caso. Neste trabalho será analisada a disponibilidade de uma rebobinadeira de papel térmico, de uma empresa de papel e celulose, situada no Sul de Minas Gerais. A empresa possui cerca de 200 funcionários e trabalha 24 horas por dia, durante todos os dias da semana. O setor de produção avaliado possui uma linha de produção constituída por rebobinadeiras de papel térmico. A máquina examinada, opera em regime contínuo, funcionando todos os dias, em dois turnos de 12 horas cada, o que demonstra sua importância em termos de produção.

O período de análise do equipamento abrangeu por seis meses, durante os quais foram encontrados dados relevantes para o estudo de caso. A pesquisa consistiu em realizar um estudo de para possíveis melhorias mecânicas. Para isso, foram utilizados os seguintes passos:

- a) Revisão bibliográfica sobre indicadores de manutenção e disponibilidade;
- b) Escolha e descrição do equipamento estudado;
- c) Descrição das atividades conduzidas para o estudo;
- d) Levantamento e coleta de dados do equipamento;
- e) Análise dos dados obtidos;
- f) Sugestão de melhoria para o equipamento através de uma representação 3D.

3.1 Descrição das atividades

Para a compreensão do processo produtivo da rebobinadeira é necessário detalhar suas características. O equipamento é classificado como uma cortadeira-rebobinadeira devido ao seu sistema de corte longitudinal integrado, que realiza o corte da bobina jumbo em bobinas de tamanhos menores (LEMU, 2023).

A máquina é projetada para realizar duas tarefas principais: cortar e rebobinar tiras de papel. Ela utiliza o princípio do enrolamento superficial, onde três rolos acionados pelo motor principal são essenciais para o rebobinamento de alta qualidade. Dois rolos, chamados de transportadores ou prensas, e um terceiro rolo compactador garantem o controle do processo (LEMU, 2023).

Além disso, o sistema de corte longitudinal utiliza facas giratórias montadas em eixo de enrolamento, e um rolo curvo que estica a tira de papel antes do corte, para garantir a separação das bobinas. O maquinário opera em ciclos intermitentes, parando após a produção de um ciclo, para que o operador possa trocar a barra de enrolamento e iniciar um novo ciclo de produção. Cada ciclo de operação resulta na fabricação de 10 bobinas menores.

Para assegurar a eficiência do processo de produção de bobinas, é fundamental que a linha conte com a presença de um operador, bem como a colaboração de um embalador ao longo da produção, a fim de prevenir potenciais gargalos na linha de produção.

3.2 Coleta de dados

Com o intuito de abranger um cenário pleno de operação do maquinário, foi definido o período de janeiro a junho de 2023, para recolhimento de dados. Foram realizadas observações assíduas no ambiente de produção, acompanhando de perto o comportamento do equipamento. Isso permitiu identificar problemas em tempo real, como falhas de operação, ajustes e quaisquer práticas inadequadas dos operadores.

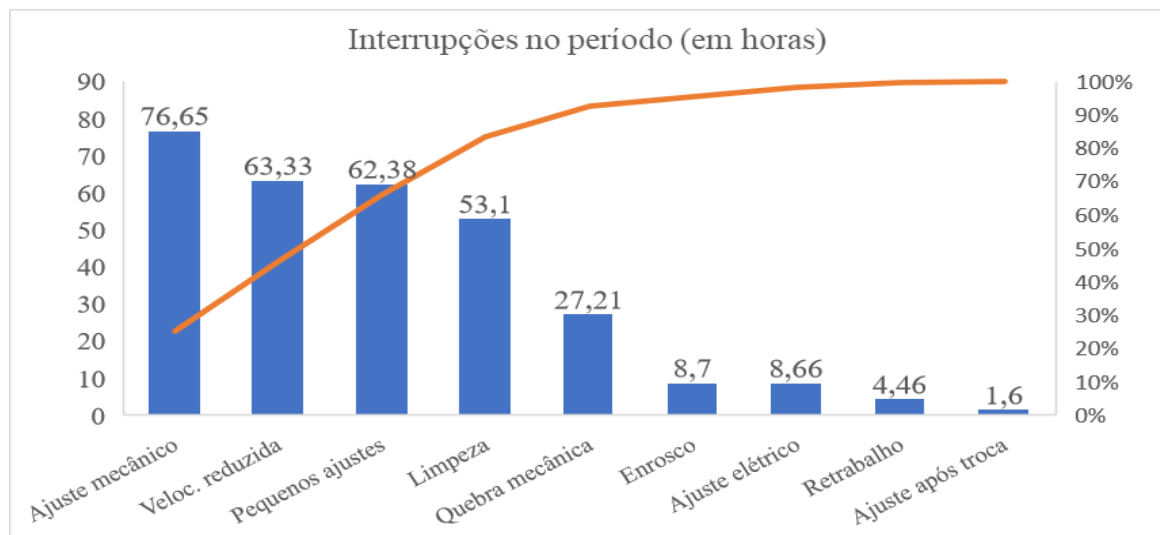
No momento atual, a empresa não dispõe de um plano de manutenções preventivas em funcionamento, o que tem levado a uma dependência em relação às intervenções corretivas para garantir a operacionalidade de seus equipamentos e sistemas. O estudo norteou-se principalmente em investigações dos históricos de manutenções corretivas, detectando as tendências e padrões da empresa.

Durante a observação, foi constatado que o equipamento sofre com interrupções regulares ao longo do dia, muitas vezes devido a pequenos ajustes que não são registrados corretamente. Assim, identificou-se falhas de produção nas bobinas, danos em várias partes da máquina, variando em gravidade, o que pode prejudicar o desempenho e a eficiência do equipamento.

Foi avaliado, de acordo com as informações disponibilizadas pela empresa, os registros existentes, como históricos de falhas, paradas não programadas, manutenções realizadas e compras de peças de reposição. Isso proporcionou uma visão retrospectiva das questões recorrentes.

Diante dessas constatações, foi elaborado um gráfico que apresenta as informações levantadas durante as análises dos históricos de manutenções corretivas. Esse gráfico destaca as principais causas das interrupções regulares no equipamento.

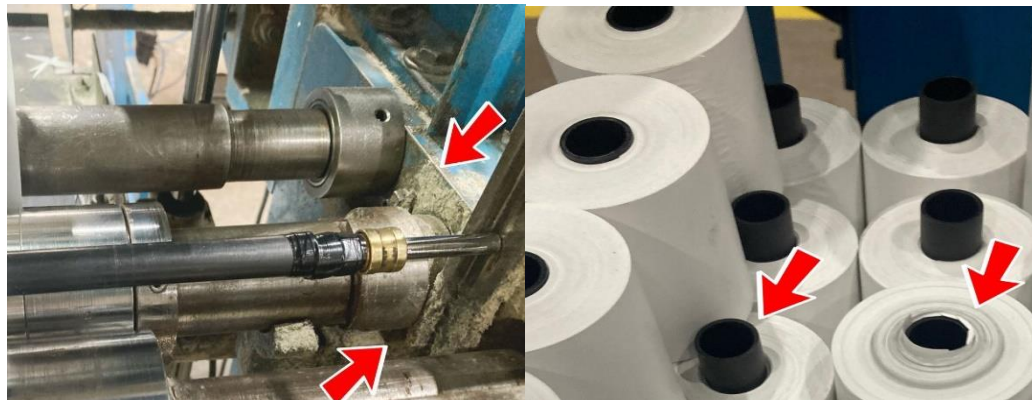
Figura 4- Gráfico de interrupções



Fonte: O autor.

Inspeções foram realizadas nas estruturas do maquinário, averiguando e identificando as avarias, desgastes e áreas que necessitavam de reparos. Isso ajudou a avaliar a extensão dos impactos e das anomalias no equipamento.

Figura 5- Avarias e falhas



Fonte: O autor.

Na parte esquerda da figura 5, evidenciam-se as avarias no eixo contra- faca, onde impurezas nos componentes são claramente visíveis, acompanhadas de ajustes inadequados na barra de enrolamento. No lado direito, destacam-se as falhas nas bobinas, caracterizadas por um enrolamento irregular e desalinhamento.

De acordo com o levantamento e coleta de dados realizados ao longo dos seis meses pesquisados, foi possível obter informações valiosas sobre a produção do equipamento em questão, juntamente com os indicadores de desempenho, *MTBF*, *MTTR* e Disponibilidade. Essa análise permitiu uma visão aprofundada das operações da máquina. Os dados coletados revelaram não apenas o desempenho dos históricos, mas também forneceram informações críticas do equipamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente um aspecto que chama a atenção é a produção total em comparação com a produção real ao longo desses meses. A produção do equipamento é registrada através de metros quadrados produzidos. Analisando os dados apresentados na tabela 1, notamos uma discrepância entre a produção total e a produção real, com uma redução de até 3% em alguns meses. Isso é um indício de que ocorrem problemas na eficiência do equipamento.

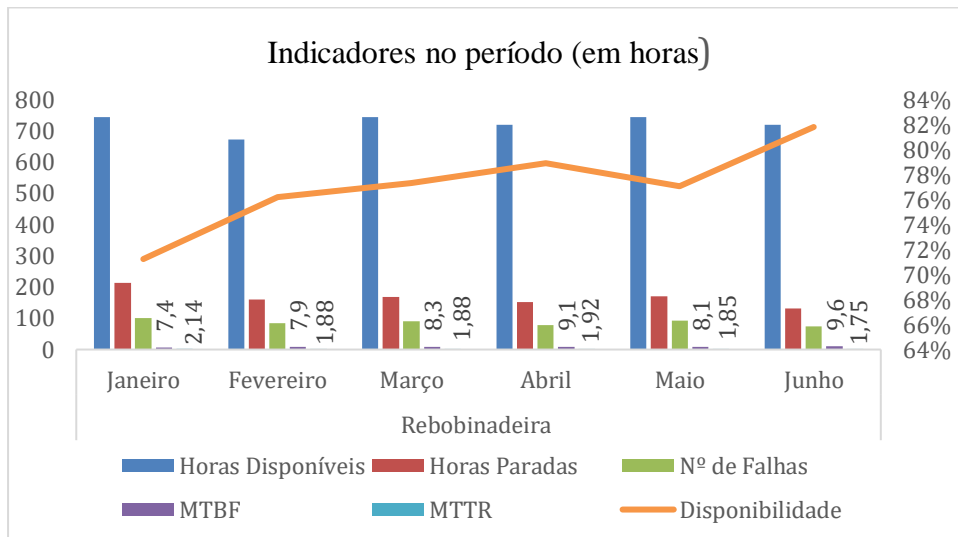
Tabela 1- Produção da rebobinadeira

Mês	Produção Total (m ²)	Produção Real (m ²)
Janeiro	1.602.019	1.578.922
Fevereiro	1.390.851	1.365.037
Março	1.686.582	1.655.121
Abril	1.809.091	1.770.473
Maiο	1.794.296	1.748.713
Junho	1.744.635	1.711.354

Fonte: O autor

Além disso, na execução desse trabalho, os *KPI* 's mencionados são cruciais, para os quais foram utilizadas as equações apresentadas por Viana (2014), culminando na elaboração do gráfico, que apresenta um panorama detalhado dos indicadores de manutenção ao longo do período analisado para a rebobinadeira. E os dados incluem informações sobre as horas disponíveis, horas paradas, o número de falhas, o tempo médio entre falhas e o tempo médio para reparo e disponibilidade. Esses números são essenciais para entender o funcionamento do maquinário e a eficácia operacional. Através desta análise, é possível identificar tendências, indícios e áreas que necessitam de melhorias.

Figura 6- Indicadores de manutenção



Fonte: O autor.

A disponibilidade é um fator essencial para a produtividade e rendimento operacional. Os dados revelam que a rebobinadeira apresentou uma disponibilidade variando de 71% a 82% durante o estudo. Apesar de um leve aumento nos últimos meses, esses números ainda estão abaixo do esperado para garantir uma operação eficaz e contínua.

Uma avaliação crítica desses dados, indica que as recorrentes interrupções na operação e o número de falhas representam um empecilho significativo para a disponibilidade do equipamento. Isso é destacado pelo *MTBF* que apresenta uma média de 8,4 horas e pelo *MTTR* de aproximadamente 1,9 horas em média, salientando que o maquinário sofre falhas com regularidade considerável.

Outro aspecto que merece atenção, é o número de falhas registradas. No período, a máquina enfrentou um total de 521 falhas. Isso gera uma elevada média de 87 falhas por mês. Esses erros são atribuídos a diversos fatores, como desgaste, falta de ajustes, mau funcionamento de peças, etc.

Durante a análise dos registros fornecidos, um aspecto que se destacou foi a significativa correlação entre os gastos correspondentes aos serviços de terceiros e as despesas associadas à

aquisição de peças, ambos estreitamente ligados ao sistema de transmissão da rebobinadeira, nos meses avaliados.

Esses elementos representaram uma parcela significativa dos gastos totais de manutenção, o que destaca a relevância do sistema de transmissão para o desempenho do equipamento. Os detalhes desses registros estão representados na tabela 2:

Tabela 2- Custos de manutenção		
Mês	Descrição	Valor (R\$)
Janeiro	Serviço de usinagem e torno	200
	Compra de engrenagens	274,09
Fevereiro	Serviço de usinagem e torno	120
	Serviço de usinagem e torno	200
Março	Compra de rolamentos	132,25
	Serviço de usinagem e torno	220
Abril	Serviço de usinagem e torno	180
Maio	Serviço de usinagem e torno	147,28
	Compra de chaveta,	148,14
Junho	engrenagens e correia	
	Total:	1.621,76
Janeiro a junho	Gastos totais do equipamento	R\$ 4.198,96

Fonte: O autor

Os gastos totais com a Rebobinadeira no período de janeiro a junho foram de R\$ 4.198,96. Além disso, os gastos com a transmissão, como observado na tabela, somaram R\$ 1.621,76. Esses custos representam um ônus considerável para a empresa e indicam que há espaço para otimização e redução de despesas.

Conforme o monitoramento da rebobinadeira, foi constatado que cada manutenção no sistema de transmissão, leva em torno de sete horas para que a máquina retorne a operar normalmente. O período engloba o tempo necessário para enviar o componente para manutenção por terceiros, o prazo de entrega do componente, e o tempo de montagem e de ajuste na máquina. Esse extenso tempo de ociosidade, se deve ao desgaste constante dos componentes da transmissão, principalmente nos eixos, o que acaba por acarretar defeitos e falhas nas bobinas.

Figura 7- Sistema de Transmissão



Fonte: O autor.

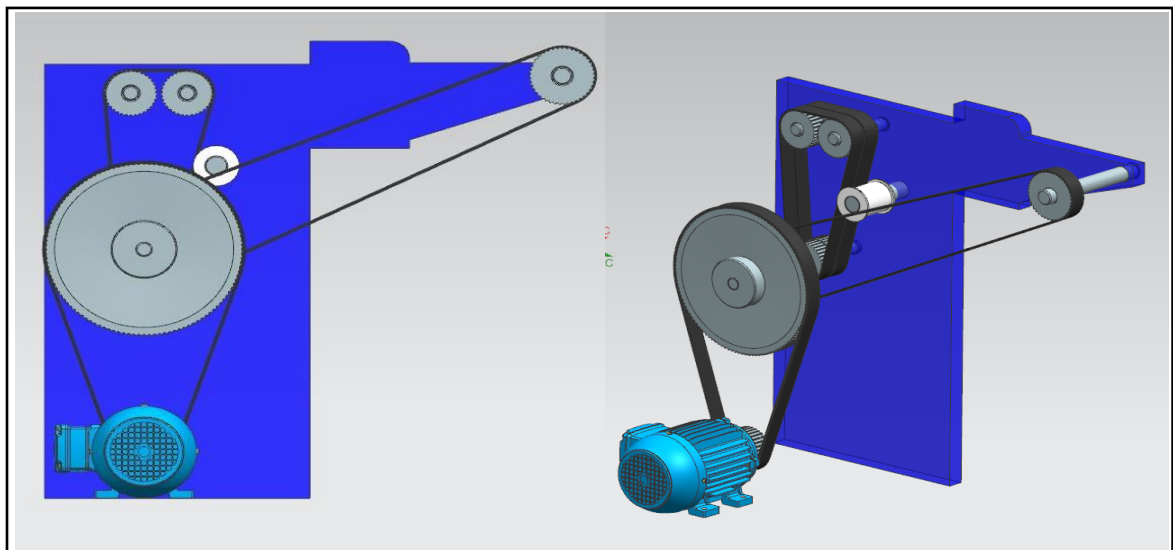
Uma proposta para sanar as falhas no sistema de transmissão, aumentando a disponibilidade do equipamento, é a modificação da transmissão de correntes e engrenagens para polias e correias sincronizadoras. Através do estudo apresentado, essa sugestão oferece algumas vantagens que se alinham com as demandas e recursos da empresa.

Polias e correias sincronizadoras oferecem vantagens notáveis em comparação com sistemas de corrente e engrenagem, reduzindo ruído e vibração, simplificando a manutenção e

lubrificação, permitindo ajustes fáceis na relação de transmissão e *layout* do sistema, absorvendo choques e cargas para prolongar a vida útil dos componentes da máquina, e oferecendo uma instalação inicial mais econômica, o que é particularmente benéfico para empresas com orçamentos limitados (ABA, 2023).

Foi elaborada uma representação 3D, conforme apresentada na figura 7, da conversão do sistema atual de correntes e engrenagens para o sistema de polias e correias sincronizadoras. O desenho foi criado utilizando um software de modelagem, juntamente com apoio do croqui apresentado no apêndice. Inclui as medições precisas de todos os componentes, as distâncias entre as engrenagens, os diâmetros e números de dentes das engrenagens, o tipo de correia do motor, o motor em si, as polias do motor e os eixos que compõem esse sistema. Este desenho ilustra de forma detalhada como a transmissão por polias e correias sincronizadoras substitui operacionalmente o sistema anterior de correntes e engrenagens.

Figura 8- Modelagem 3D



Fonte: O autor.

O desenho é um recurso valioso para ilustrar as possíveis alterações feitas no sistema, facilitando a compreensão e a visualização das modificações, além de proporcionar um recurso útil para referência futura na manutenção e operação do sistema de transmissão aprimorado.

Com base nos dados e informações apresentados, a rebobinadeira enfrenta adversidades significativas em termos de efetividade, disponibilidade e custos de manutenção. Os custos de manutenção estão relacionados principalmente ao sistema de transmissão e representam grande parte do dispêndio total, indicando a necessidade de aperfeiçoamento e controle. A proposta de modificação do sistema de polias sincronizadoras e correias é uma sugestão viável para elevar a disponibilidade do equipamento, reduzir custos e minimizar o tempo de manutenção. No entanto, é fundamental uma análise mais profunda e avaliar o investimento necessário para implementar a modificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de caso, foram metodicamente analisados os indicadores de manutenção relacionados a rebobinadeira de papel térmico de uma empresa de papel e celulose. Os resultados apresentam desafios significativos em termos de efetividade operacional, disponibilidade e custos de manutenção. A produção da máquina demonstrou uma redução de até 3% em alguns meses, indicando problemas na eficiência do equipamento.

Os dados obtidos revelaram que o dispositivo sofre com inúmeras paradas, alto número de falhas, que indicam problemas recorrentes. A proposta de modificar o sistema de transmissão para polias e correias sincronizadoras é uma sugestão viável para melhorar a disponibilidade do equipamento. Essa mudança pode oferecer benefícios significativos, como menor ruído, vibração e melhor manutenibilidade.

Fica evidente a necessidade de investir em melhorias na capacidade operacional da rebobinadeira, bem como em estratégias para reduzir o alto número de falhas e também a otimização dos custos de manutenção, especialmente os associados aos sistemas de transmissão, é essencial para garantir a competitividade e rentabilidade da empresa.

Como continuidade do trabalho, aponta-se para a realização de análises mais aprofundadas sobre os custos e benefícios da modificação do sistema de transmissão, bem como o desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva eficaz para a empresa.

REFERÊNCIAS

ABA, Aba Correntes.2023. Disponível em: <https://www.abacorrentes.com.br/>. Acesso em: 31. set. 2023.

ABEPRO, PORTAL ABEPRO. 2023. Disponível em: <https://portal.abepro.org.br/>. Acesso em: 30. maio. 2023.

ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. 2023. Disponível em: <https://abramanoficial.org.br/>. Acesso em: 06. maio. 2023.

ABTCP, Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.2023. Disponível em: <https://www.abtcp.org.br/>. Acesso em: 01. maio. 2023.

EPE, **A indústria de papel e celulose**. EPE. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/>. Acesso em: 01 mai. 2023.

FRACTTAL, Fractal.com.2023. Disponível em: <https://www.fractal.com/pt-br/>. Acesso em: 20 maio. 2023.

GIL, ANTÔNIO C. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

LEMU, GROUP.2023. Disponível em: <https://www.lemugroup.com/>. Acesso em: 21.abr. 2023.

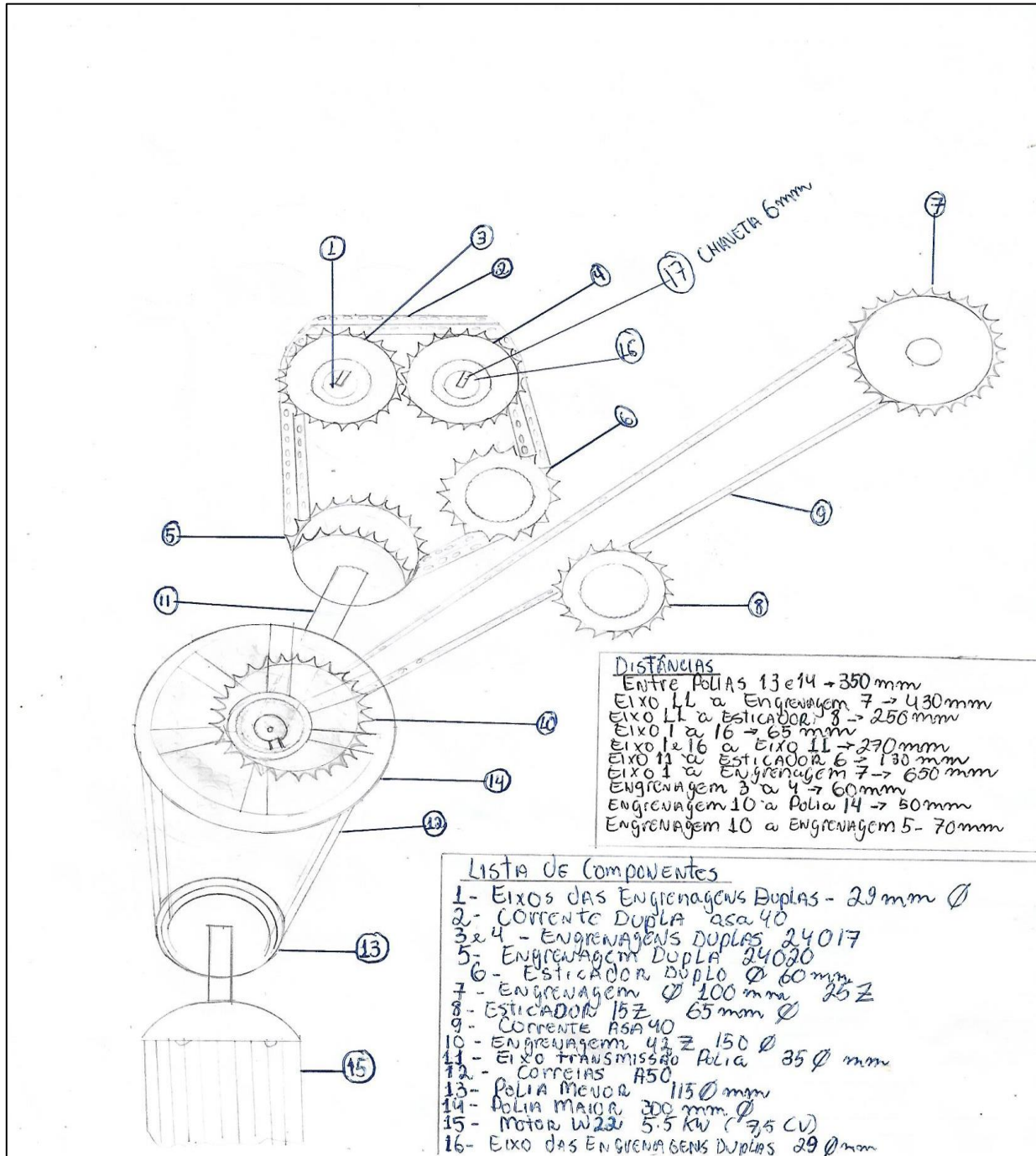
KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: QualityMark, 2009.

WV MÁQUINAS, Wv. 2023. Disponível em: <https://www.wvmaquinas.com.br/maquina-rebobinadeira-papel>. Acesso em: 02.mai. 2023.

REIS, Igor A.A. **Revisão de um plano de manutenção preventiva para minimização de intervenções corretivas emergenciais no setor de utilidades de uma siderúrgica de grande porte**. pp. 1-45, 23.abr. 2021.

VIANA, Herbert R.G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

APÊNDICE A – Croqui de dimensões do sistema de transmissão



Fonte: O autor.