

ANÁLISE DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIA EM MÁQUINAS DE CORTE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

ANALYSIS OF MAINTENANCE INDICATORS AND IMPROVEMENT PROPOSAL IN ELECTRICAL CIRCUIT CUTTING MACHINES

Fernanda Fischer* E-mail: ferh.fischer001@gmail.com

Sandro Keine* E-mail: sandro.keine@udesc.br

*Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Resumo: Este artigo teve por objetivo mostrar a importância do uso dos indicadores de tempo dentro da área da manutenção de uma empresa fabricante de chicotes elétricos e sugerir uma proposta de melhoria. O estudo foi realizado no setor de corte de cabos. O problema estudado foi com base nos indicadores de tempo, propondo uma melhoria para elevar o MTBF (Tempo médio entre falhas) e reduzir o MTTR (Tempo médio de reparo), afetando diretamente a produtividade da máquina e da planta fabril. O período considerado foi o ano de 2021 e as informações foram obtidas com uma análise dedutiva do processo produtivo de uma máquina de corte de circuitos elétricos e os indicadores disponibilizados pelo sistema da empresa sobre o setor de corte. Baseado nos indicadores disponibilizados, o setor se encontra dentro da meta estabelecida pela empresa, com destaque para máquina número 2062 que teve maior índice de chamados abertos e mais tempo parada. A melhoria sugerida foi aplicada no sistema de correias da máquina e deve diminuir a quantidade de intervenções consequentes do desgaste dessas peças, que no ano de 2021 resultaram em 27 horas paradas.

Palavras-chave: Manutenção. Indicadores. MTBF e MTTR. Disponibilidade. Engenharia de produção.

Abstract: This article aimed to show the importance of using time indicators within the maintenance area of a company that manufacturer of electric harnesses and to suggest a proposal for improvement. The study was conducted in the cable cutting sector, where the availability of machines is essential to support a competitive and accelerated production pace that is required to remain active in the market. The problem studied was based on the time indicators, proposing an improvement to raise the MTBF and reduce the MTTR, directly affecting the productivity of the machine and the plant. The period considered was the year 2021 and the information was obtained with a deductive analysis of the production process of an electrical circuit cutting machine and the indicators made available by the company's system on the cutting sector. Based on the indicators available, the sector is within the goal established by the company, with emphasis on machine number 2062 that had higher index of open calls and more downtime. The suggested improvement was applied to the machine belt system and should decrease the amount of interventions resulting from the wear of these parts, which in 2021 resulted in 27 hours of.

Keywords: Maintenance. Indicators; MTBF and MTTR. Availability. Production engineering.

1 INTRODUÇÃO

Em nosso atual mercado competitivo a manutenção tem papel indispensável diante das dificuldades encontradas no setor industrial. Os indicadores Mean Time Between Failures (MTBF, do inglês, Tempo Médio entre Falhas) e Mean Time To Repair (MTTR, do inglês Tempo Médio para Reparo) estão relacionados com a disponibilidade da máquina ou setor para realização da produção de bens ou serviços.

Para os autores Fogliatto e Ribeiro (2011), a disponibilidade pode ser vista como a habilidade de uma máquina ou setor desempenhar a tarefa que lhe foi atribuída em um espaço de tempo adequado, assim, uma máquina pode ser considerada disponível quando ela está em plenas condições de uso, não sendo necessária nenhuma intervenção durante o seu período de trabalho. Os indicadores MTBF e MTTR podem ser visualizados com os objetivos de maximização e minimização, respectivamente. Onde o objetivo dentro da organização é obter o maior tempo possível para o MTBF e o menor tempo possível para o MTTR (ALMEIDA; FERREIRA; PESSOA, 2016).

Com base nos estudos de Mendes e Ribeiro (2014), com a análise dos dados obtidos diante de um estudo das falhas nos equipamentos, é possível desenvolver um plano de manutenção otimizado, presando definir o intervalo ótimo de manutenção em uma visão de produção just in time (produção com estoque nulo). Esse método evita que equipamentos menos confiáveis falhem com frequência e que equipamentos mais confiáveis sejam revisados desnecessariamente, otimizando assim o tempo útil da equipe responsável pela manutenção dos equipamentos.

Estudando as falhas nos equipamentos, podemos classifica-las de acordo com os erros que cada um está sofrendo e assim desenvolver um plano de manutenção mais eficaz. Equipamentos com mais tempo de uso tendem a apresentar mais defeitos e manutenções corretivas, quando comparados com máquinas mais novas. Assim é possível direcionar profissionais prevendo o erro a ser solucionado, otimizando o tempo de reparo (CORDEIRO; ASSUMPCÃO, 2016).

Nesse cenário, os indicadores de manutenção MTBF e MTTR são os principais temas abordados nesse estudo com a pretensão de atingir o objetivo principal desse trabalho, que foi avaliar o processo produtivo das máquinas de corte,

visando maximizar o tempo médio entre as falhas (MTBF) e minimizar o tempo médio para reparo (MTTR) a fim de aumentar a disponibilidade e a produtividade das máquinas e sugerir uma proposta de melhoria. Para cumprir este propósito foram indicados os seguintes objetivos específicos: Identificar as etapas do processo produtivo das máquinas de corte estudadas; detectar as principais falhas que ocorreram dentro do período de um ano nas máquinas de corte; avaliar os indicadores de manutenção disponibilizados pelo sistema de controle de produção utilizado pela empresa; sugerir propostas de melhoria para as oportunidades de aprimoramento evidenciadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História da manutenção

Durante o passar dos anos, é notável as mudanças que ocorreram nas indústrias do mundo e conseqüentemente na manutenção dos equipamentos fabris.

Kardec e Nascif (2007) classificam essa evolução em três gerações, sendo elas:

A primeira geração, onde as indústrias ainda eram pouco mecanizadas e a manutenção era constituída por ações de limpeza, lubrificação e reparo após a falha. Essa fase ocorreu antes da segunda guerra mundial (KARDEC; NASCIF, 2007).

A segunda geração abrange o período da segunda guerra mundial até os anos 60. Foi uma época de grandes avanços na mecanização dos processos e onde a disponibilidade e confiabilidade passaram a ser vistas como importantes variáveis que influenciam a produtividade. Iniciou se a ideia de que quebras devem ser evitadas (KARDEC; NASCIF, 2007).

Na década de 70 inicia a terceira geração, os padrões de confiabilidade e disponibilidade aumentam junto com a mecanização e automação das empresas. A partir desse momento se tornou conhecido o quanto as falhas em equipamentos podem ser prejudiciais para a produtividade industrial. Foi nesse período que se reforçou a manutenção preditiva, a fim de evitar tais paradas que afetassem a capacidade de produção. O conceito de planejamento de produção também se torna essencial para manter a indústria competitiva (KARDEC; NASCIF, 2007).

A manutenção centrada na confiabilidade, teve seu início no final da década de 60 e foi motivada pelo alto grau de automação na produção da linha de aeronaves Boeing 747. Logo essa metodologia foi disseminada para os outros setores. A sua característica mais importante é fornecer um procedimento estruturado para eleger as principais atividades de manutenção que serão desenvolvidas (SIQUEIRA, 2005).

Antes de sua evolução, a manutenção era vista apenas como um “mal necessário”, sua atividade era lembrada apenas quando era preciso consertar uma falha, sem planejamento ou controle. Atualmente a visão sobre a manutenção foi alterada, ela deixou de ser um “mal necessário” e passa a ser considerada um dos pilares fundamentais para garantir a competitividade de uma empresa. Onde as linhas de produção estão cada vez mais automatizadas a capacitação dos profissionais da manutenção é vista como vital para a fluidez do trabalho (PASCHOAL; MENDONÇA; GITAHY; LEMOS, 2009; ROZA; PEREIRA, 2019).

2.2 Indicadores de Manutenção

Com o objetivo de manter a competitividade em um mercado global, a busca pela redução de custos e aumento da eficiência tem sido constante nas organizações. Para esse propósito os indicadores de qualidade e eficácia adquirem valor estratégico junto com a manutenção dos equipamentos. A manutenção, que tem sido aperfeiçoada com o passar dos anos, no passado era vista apenas como o restabelecimento do equipamento após a falha, atualmente a sua meta é garantir a maior disponibilidade possível do equipamento, prevendo as prováveis falhas em itens de desgaste e agindo sobre eles em uma manutenção preventiva programada (OLIVEIRA, 2013).

Os indicadores de desempenho são essenciais para o funcionamento da organização, São eles que fornecem a base para o estabelecimento de metas, pois relacionam a situação atual da empresa com o esperado pelos gestores (ATTADIA; MARTINS, 2003, apud SOUZA; CORRER; FRANCISCATO; FRANCISCATO; FRANCISCHETTI, 2016).

Para Santos e Pacheco (2016), as constantes mudanças e atualizações da indústria em busca de crescimento tornam essencial o alinhamento entre as áreas

de manutenção e planejamento fabril. A manutenção está presente diariamente tornando possível a entrega de produtos dentro do prazo e com a qualidade esperada, potencializando os resultados da empresa.

Em tempos que a produção industrial exige ritmos altos e não admite desperdícios, a otimização de processos e maximização de produção são essenciais para manter a competitividade. Assim como a disponibilidade e confiabilidade de máquina são fatores fundamentais para apresentação de um bom resultado. A medição de indicadores de desempenho, falhas em maquinários, é fator que deve ser levado em consideração quando se explana sobre confiabilidade e planejamento industrial (SANTOS, 2014).

De acordo com Oliveira e Lima (2002) a manutenção integrada a produção é uma proposta que vem ganhando espaço no mercado, onde os princípios valorizados são os que buscam aumentar a disponibilidade e confiabilidade das máquinas. O indicador que passa a chamar atenção é MTTR e MTBF, pois medem justamente o tempo em que a máquina está disponível para produção.

Para Kardec e Nascif (2007), com os indicadores MTBF e MTTR é possível mensurar a disponibilidade da máquina para produção, ou seja, o tempo em que o equipamento ficou livre para produção quando comparado com o tempo total. Para esse tempo aumentar três fatores devem ser prioridade para empresa, são eles: aumentar a confiabilidade da máquina; reduzir o tempo gasto em reparos de falhas; aumentar o MTBF e reduzir o MTTR simultaneamente.

Ainda, segundo Kardec e Nascif (2007), para execução dos cálculos dos indicadores MTBF, MTTR e disponibilidade, são usadas as fórmulas demonstradas na figura 1.

Figura 1 - Fórmula para cálculo do MTBF e MTTR

$$\text{MTBF} = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + \dots + TN}{N}$$
$$\text{MTTR} = \frac{t1 + t2 + t3 + t4 + \dots + tN}{N}$$
$$\text{DISPONIBILIDADE} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Fonte: Kardec e Nascif, 2007.

Para interpretação das fórmulas da figura 1 devem ser utilizados os seguintes parâmetros: (T) tempo total disponível para produção entre as falhas; (t) para o tempo em manutenção ou reparo; e (N) número de tempos somados. Após o cálculo dos indicadores MTBF e MTTR é possível encontrar a disponibilidade, em tempo, do equipamento (KARDEC; NASCIF, 2007).

Quando um indicador é mensurado ele traz para a empresa maior assertividade na tomada de decisões. Uma vez que é conhecido o ponto de falha de uma máquina é mais viável a atuação com mudanças significativas para resolver o problema. O conhecimento sobre a eficiência e confiabilidade dos equipamentos da empresa é primordial para que um planejamento da produção seja concebido e cumprido, garantindo a qualidade e a entrega dentro do prazo do item produzido (SILVA; ARAÚJO, 2020; AGUIAR; JUGEND; SOUZA; MARIANO, 2019).

A fim de potencializar a confiabilidade e disponibilidade das máquinas presentes na indústria, a engenharia de manutenção é encarregada de gerar o planejamento de manutenção. É de suma importância que o planejamento de manutenção esteja alinhado com o planejamento de produção, programando as paradas de forma que a produtividade seja minimamente afetada. O plano de manutenção deve ser elaborado visando o aumento do indicador MTBF e redução do MTTR. (FERNANDES, 2003; PERES; LIMA, 2008)

Os autores Sellitto, Borchardt e Araújo (2002) afirmam que apesar das técnicas e da importância de a confiabilidade serem conhecidas, ainda há dificuldade na implementação de um projeto de manutenção eficiente nas empresas. Na área de manutenção as ações devem ser rápidas e exatas para reestabelecer o fluxo produtivo o mais rápido possível com objetivo de não prejudicar a produção.

A Análise de Modos e Efeitos de Falhas, do inglês Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) é uma ferramenta usada para auxiliar a manutenção na tomada de decisões a fim destas serem o mais corretas possíveis. Essa técnica é uma análise estruturada e lógica que possibilita prever as principais falhas que podem vir a ocorrer dentro do sistema ou equipamento. Com base nesse estudo as falhas são classificadas de acordo com sua criticidade e assim é possível identificar as ações que devem ser implementadas para cada irregularidade (BRAILE; ANDRADE, 2013).

Sellitto (2005) afirma ainda que uma gestão estratégica eficiente da manutenção deve buscar enumerar tanto as falhas que podem vir a ocorrer, como as ações a serem tomadas sobre elas, com o propósito de sempre devolver o equipamento as suas melhores condições de produtividade e confiabilidade, no menor tempo possível e com menor uso de recursos, promovendo a redução de custos no setor.

No Brasil as modalidades de manutenção corretiva após a falha e preventiva ainda são as mais utilizadas. Para uma gestão eficiente da manutenção, deve se conhecer as falhas geradas no sistema e classificá-las. Para fazer a classificação das falhas existem três categorias: falhas que acabam em parada de máquina; falhas cotidianas; falhas eventuais; e falhas crônicas (OTANI; MACHADO, 2008; NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2012).

A busca por informações confiáveis dentro do setor de manutenção é constante para alimentação dos indicadores, contudo a maioria dos departamentos de manutenção ainda não possui uma inteligência competitiva sólida e as formas de buscar essas informações não é organizada. Uma alternativa que vem ganhando espaço são os modelos neurais, com eles é possível fazer uma previsão das falhas em um período de tempo, concedendo maior assertividade para as manutenções preventivas e evitando as manutenções corretivas, e ainda apoiar decisões gerenciais baseadas em dados concretos e transparentes (TORRES; MACHADO; SOUZA, 2005; QUINELLO; NICOLETTI, 2005).

A manutenção preditiva é uma forma de fazer a previsão de falhas nos equipamentos. Ela consiste no acompanhamento dos equipamentos em funcionamento por meio de sensores de vibração, quando uma mudança no padrão estabelecido para a máquina é detectada, a manutenção pode ser planejada com antecedência reduzindo o tempo de intervenção e o custo. Por ser necessária a instalação de sensores nas máquinas e softwares para leitura dos dados, essa técnica ainda não é muito difundida no Brasil, mas vem ganhando espaço em indústrias 4.0, onde a tecnologia está presente em todos os departamentos (MARQUES; BRITO, 2019; BALDISSARELLI; FABRO, 2019).

3 METODOLOGIA

Segundo Gerhardt e Silveira (2009) a metodologia é a forma estabelecida para chegar ao objetivo da pesquisa científica, formada por ações e procedimentos lógicos com a finalidade de gerar um conjunto de conhecimentos.

A pesquisa qualitativa, segundo estudo de Bonat (2009), é constituída de fatores que não são limitados a contagem ou descrição exata. Ela permite desenvolver conhecimento com base em fatores ou processos que dependem da interpretação técnica do autor.

Ainda em seu trabalho, o autor Bonat (2009), afirma que o método de pesquisa dedutivo parte de uma ação generalizada incontestável para buscar um conhecimento individualizado. Gerhardt e Silveira (2009) afirmam que o método dedutivo sempre parte de um conhecimento tido como verdadeiro e a partir dele é possível chegar a um novo saber que também será considerado exato.

O presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso. De acordo com o autor Fonseca (2002), um estudo de caso pode ser definido como o descritivo de uma entidade a ser estudada, tendo uma forte tendência a interpretação para compreender a realidade global onde ela está inserida. Este foi elaborado em uma organização multinacional, que atua amplamente no portfólio de produtos automotivos, estando entre os 21 maiores fornecedores do mundo. Com filial situada no Planalto Norte Catarinense, desenvolvendo chicotes elétricos para veículos de grande porte, como caminhões, ônibus e máquinas agrícolas.

Para a corrente pesquisa utilizou-se o método dedutivo, pois partiu-se de um processo já executado buscando um conhecimento particularizado. E estratégia qualitativa, buscando compreender o processo executado na linha de corte de cabos e qual a interferência da manutenção nas máquinas desse setor, assim os indicadores MTBF e MTTR foram definidos e analisados, a fim de maximizar e minimizar os seus resultados, respectivamente.

Com intuito de alcançar os objetivos propostos no início deste artigo propôs-se quatro procedimentos para serem implementados. As características das ações que serão executadas em cada um dos procedimentos podem ser visualizadas nos quadros 1, 2, 3 e 4.

Quadro 1 – Procedimento 1

Procedimento 01	
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">• Identificar as etapas do processo produtivo das máquinas de corte estudadas
Ações	<ul style="list-style-type: none">• Acompanhar o processo produtivo da máquina em funcionamento;
	<ul style="list-style-type: none">• Definir etapas do processo;
	<ul style="list-style-type: none">• Criar fluxograma do processo.

Fonte: Autores (2022).

O procedimento 1 ofereceu um conhecimento mais profundo do processo produtivo das máquinas de corte estudadas. É um conjunto de ações essencial, que possibilitou uma investigação mais ampla do problema e facilitou a compreensão de todas as etapas do processo industrial executado no setor.

Este primeiro procedimento foi a base para todo o estudo, sendo ele que definiu as etapas do processo, e suas atividades críticas. Possibilitando apontar as possíveis falhas do sistema e formular uma visão analítica do sistema.

Quadro 2 – Procedimento 2

Procedimento 2	
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">• Avaliar os indicadores de manutenção disponibilizados pelo sistema de controle de produção utilizado pela empresa.
Ações	<ul style="list-style-type: none">• Verificar qual máquina necessitou de mais horas de manutenção;• Selecionar máquina que ficou mais tempo em manutenção para aplicar melhorias visando aumentar sua disponibilidade;

Fonte: Autores (2022).

A aferição dos indicadores disponibilizados pela empresa nos deu uma visão geral de como o setor de corte vem trabalhando durante um ano e assim evidenciar as opções de melhorias.

Quadro 3 – Procedimento 3

Procedimento 3	
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar as principais falhas que ocorreram dentro do período de um ano nas máquinas de corte.
Ações	Listar falhas que ocorreram nas máquinas do setor de corte;
	Identificar falhas que ocorreram em maior quantidade;

Fonte: Autores (2022).

O terceiro procedimento consistiu em examinar o processo produtivo, o fluxograma criado, e os indicadores disponibilizados, para identificar onde estão as principais falhas no sistema. Assim foi possível observar os pontos de criticidade que acarretam horas de máquina parada e afetam a confiabilidade e disponibilidade da máquina.

Quadro 4 – Procedimento 4

Procedimento 4	
Objetivo Específico	<ul style="list-style-type: none"> • Indicar proposta de melhoria para aumentar o MTBF e reduzir o MTTR.
Ações	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a metodologia 5W 2H para indicar a implantação de possíveis melhorias;

Fonte: Autores (2022).

Para implementar as melhorias evidenciadas no estudo, foi aplicada a metodologia 5W2H, procedimento 4. Segundo Silva *et al.* (2013) essa metodologia foi criada no Japão, por profissionais automobilísticos, ela é formada por perguntas interligadas que no final resultam em uma planilha preenchida com um plano de ação minucioso que pode ser visualizado facilmente. No quadro 5 pode-se observar a planilha modelo com as sete perguntas que compõe o método.

Quadro 5 - Método 5W2H

Método 5W2H						
5W					2H	
What? (O que?)	Why? (Por quê?)	Where? (Onde?)	When? (Quando?)	Who? (Quem?)	How? (Como?)	How much? (Quanto?)
Tarefa que será desenvolvida.	Qual o motivo do desenvolvimento dessa tarefa.	Onde será realizada.	Em qual data será realizada.	Quem é o responsável pela ação.	Como a tarefa será realizada.	Quanto essa ação custará.

Fonte: autores (2022).

Com a utilização dos procedimentos citados, buscou-se alcançar o objetivo geral do estudo, que foi avaliar o processo produtivo das máquinas de corte, visando maximizar o tempo médio entre as falhas (MTBF) e minimizar o tempo médio para reparo (MTTR) a fim de aumentar a disponibilidade e a produtividade das máquinas e sugerir propostas de melhoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

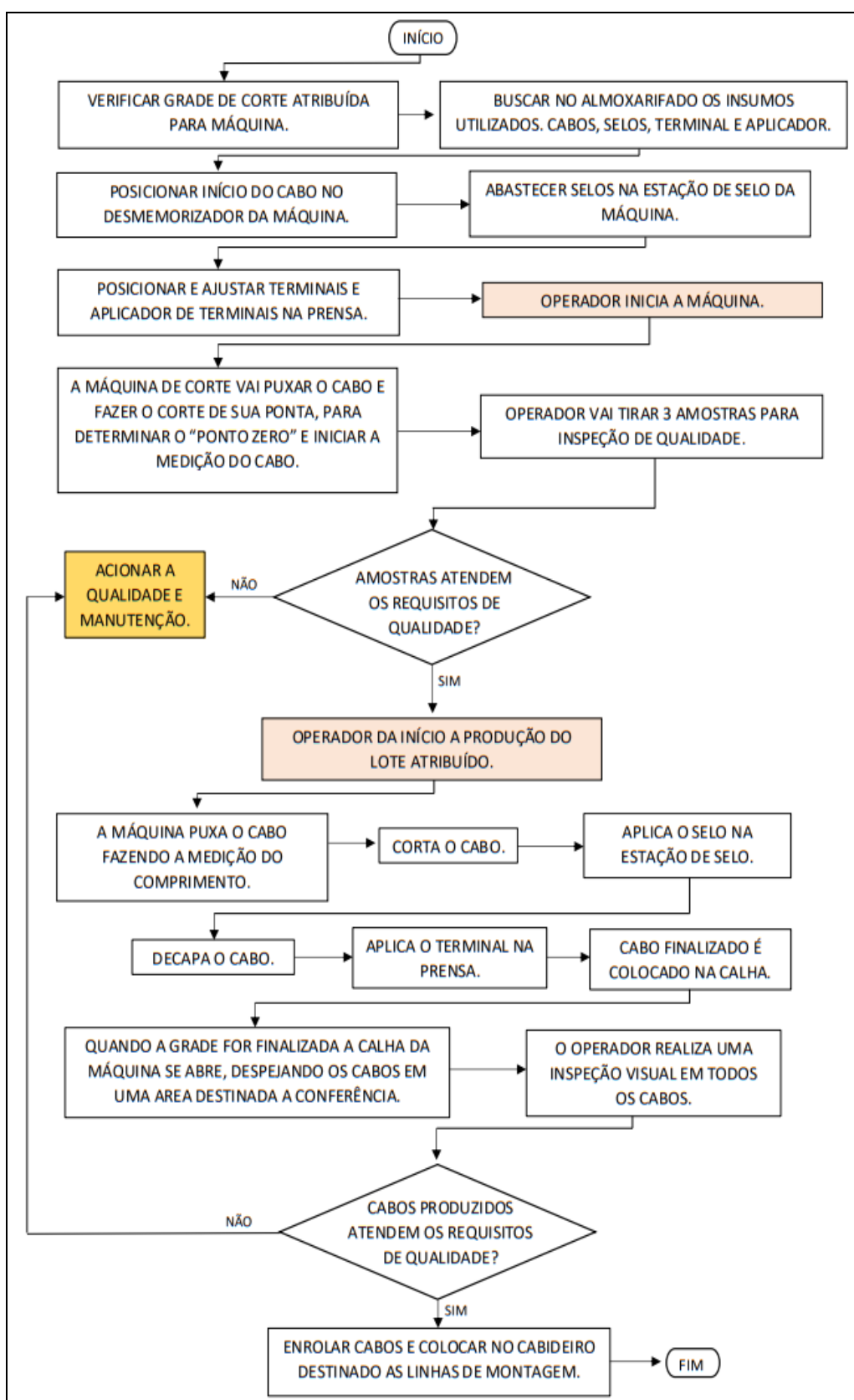
Na sequência, foram apresentadas, detalhadamente, as análises técnicas e os procedimentos realizados para alcançar os objetivos específicos propostos na metodologia. A fim de contribuir para a conclusão final do estudo.

4.1 Identificação dos processos e componentes da máquina de corte

Para realização do primeiro procedimento com excelência, foi necessária a busca de conhecimento sobre a máquina de corte, a fim de entender o seu funcionamento e suas etapas de processo. Conforme expressado por Peinado e Graeml (2007), o fluxograma é um recurso visual utilizado para analisar o processo produtivo e sua eficiência. Ele é composto por símbolos gráficos para facilitar a leitura da representação.

Na figura 2, é possível analisar e compreender as operações necessárias para que o processo na máquina de corte seja realizado com sucesso. Em destaque, duas ações em que o operador inicia a produção na máquina, a primeira para retirada de três amostras e a segunda para início da produção. Ação destacada em amarelo, será necessária apenas se o operador tiver problemas com a máquina e os cabos não atenderem os requisitos de qualidade necessários para liberação da produção.

Figura 2 - Fluxograma de processo em máquina de corte de cabos



Fonte: Autores (2022).

A máquina de corte pode ser dividida em 10 partes, com base na função desempenhada por cada uma delas. Cada uma dessas partes são fundamentais para o bom desempenho e garantia da qualidade da produção da máquina. Logo abaixo, no quadro 6, temos essas fragmentações com as suas finalidades descritas. A fim de facilitar a compreensão sobre os componentes da máquina.

Quadro 6 – Elementos da máquina de corte

Nome		Função	Imagem
1	Computador de gerenciamento	Onde é feita a programação da máquina.	Figura 3
2	Bobina de cabos	Onde ficam armazenados os cabos que serão utilizados na produção.	Figura 4
3	Rolo de terminais	Onde ficam armazenados os terminais que serão aplicados nos cabos.	Figura 5
4	Desmemorizador	Retira a memória e marcas do cabo, deixando-o liso e sem amassados.	Figura 6
5	Alimentação	Sistema de correias e polias que puxam o cabo e alimentam a máquina, fazendo também a medição do comprimento do cabo.	Figura 7
6	Conjunto de facas	Fazem o corte e o decape do cabo.	Figura 8
7	Estação de selo	Aplica o selo no cabo cortado.	Figura 9
8	Prensa e Mini aplicador	A prensa aciona o mini aplicador para fazer a aplicação do terminal no cabo.	Figura 10
9	Calha 1	É onde ficam armazenados os cabos prontos antes do lote ser finalizado.	Figura 11
10	Calha de produtos finalizados	É onde são despejados os cabos após o lote ser concluído. Área destinada a conferência.	Figura 11

Fonte: Autores (2022).

Conforme demonstrado no quadro 6, as figuras de 3 à 11, representam as partes mencionadas da máquina de corte.

A figura 3 mostra o computador de gerenciamento da máquina, é nele que são feitas as programações para o lote que será produzido.

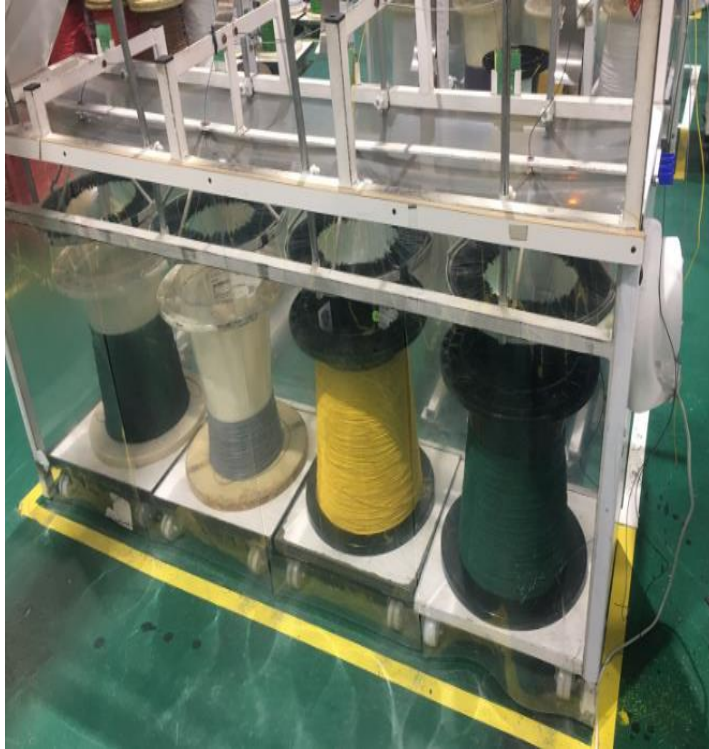
Figura 3 - Computador de gerenciamento da máquina de corte



Fonte: Autores (2022).

A figura 4 traz as bobinas de cabos. As bobinas armazenam os cabos que serão utilizados na produção. Toda máquina tem uma programação diária de produção, e para agilizar o *setup* da máquina na troca do cabo, as bobinas que serão utilizadas durante o dia são posicionadas em carrinhos, no início da máquina.

Figura 4 - Bobinas de cabos



Fonte: Autores (2022).

Na figura 5 está o rolo de terminal, este armazena os terminais que serão utilizados na aplicação na ponta do cabo cortado e decapado. Assim como as bobinas de cabos, os rolos de terminais que serão utilizados na produção do dia, também são dispostos em carrinhos no início da máquina juntamente com o mini aplicador que fará a aplicação na prensa do terminal ao cabo.

Figura 5 - Rolos de terminais



Fonte: Autores (2022).

Na figura 6 está o desmemorizador, ele é composto por dois conjunto de roldadas que são responsáveis por tirar toda a memória que fica no cabo. O desmemorizador vai deixar o cabo sem marcas ou amassados, para que possa entrar na máquina de forma retilínea.

Figura 6 - Desmemorizador



Fonte: Autores (2022).

O sistema de alimentação da máquina está na figura 7, ele é encarregado se alimentar o cabo na máquina. Esse sistema está disposto após o desmemorizador, pois para o cabo passar por suas roldanas e correias sem dificuldade é preciso estar plano e sem memória. O sistema de alimentação também faz a medição do cabo que passa por ele, assim as facas irão cortar o cabo com o dimensional correto.

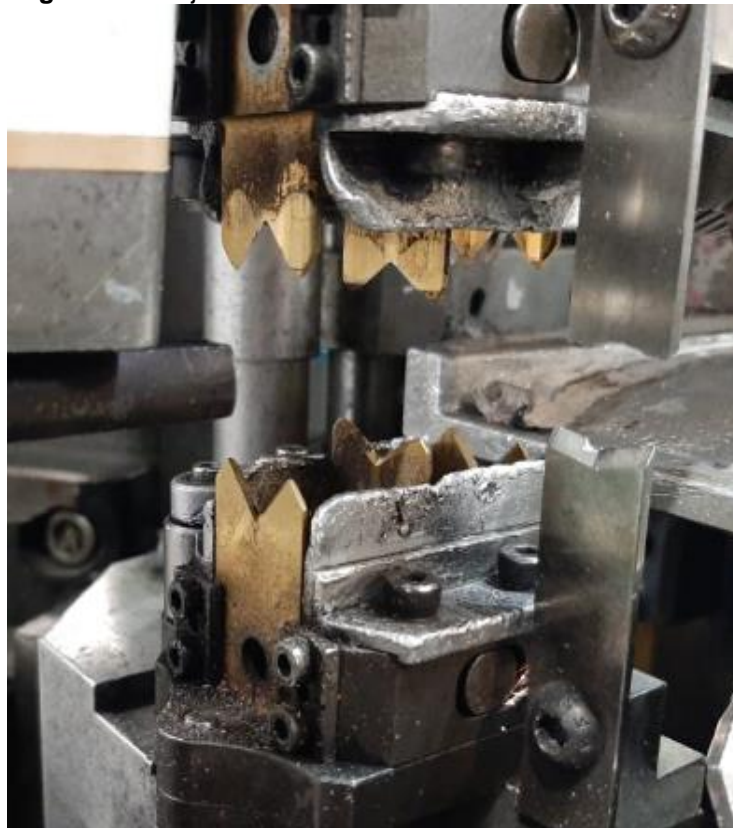
Figura 7 - Sistema de alimentação



Fonte: Autores (2022).

Na figura 8, tem-se o conjunto de facas, formado por duas facas de corte e quatro facas de decape, é encarregado de realizar o corte e o decape do cabo.

Figura 8 - Conjunto de facas



Fonte: Autores (2022).

A estação de selo, incumbida de inserir o selo no cabo, está representada na figura 9. O selo deve ser inserido após o corte do cabo e antes do decape, evitando que os filamentos se dobrem quando o selo for inserido, a fim de garantir a qualidade e funcionalidade do produto.

Figura 9 - Estação de selo



Fonte: Autores (2022).

Na figura 10, aparecem a prensa e o mini aplicador de terminais. A prensa aciona o mini aplicador colocando uma força sobre ele, o aplicador já acionado realiza a crimpagem do terminal ao cabo cortado e decapado. O Mini aplicador está localizado na parte interna do círculo vermelho.

Figura 10 - Prensa e Mini aplicado de terminais.



Fonte: Autores (2022).

A figura 11 mostra a calha 1 e a calha de produtos finalizados. A calha superior é denominada calha 1, quando o lote de peças é finalizado a calha 1 se abre, despejando os itens na calha de produtos finalizados. Assim o operador já pode iniciar a produção de outro lote enquanto realiza a inspeção visual no lote finalizado.

Figura 11 - Calha 1 e calha de produtos finalizados



Fonte: Autores (2022).

As informações descritas acima foram fundamentais para o completo entendimento sobre o funcionamento de todas as partes da máquina. Com esse conhecimento possibilitou-se analisar separadamente os 10 principais elementos da máquina.

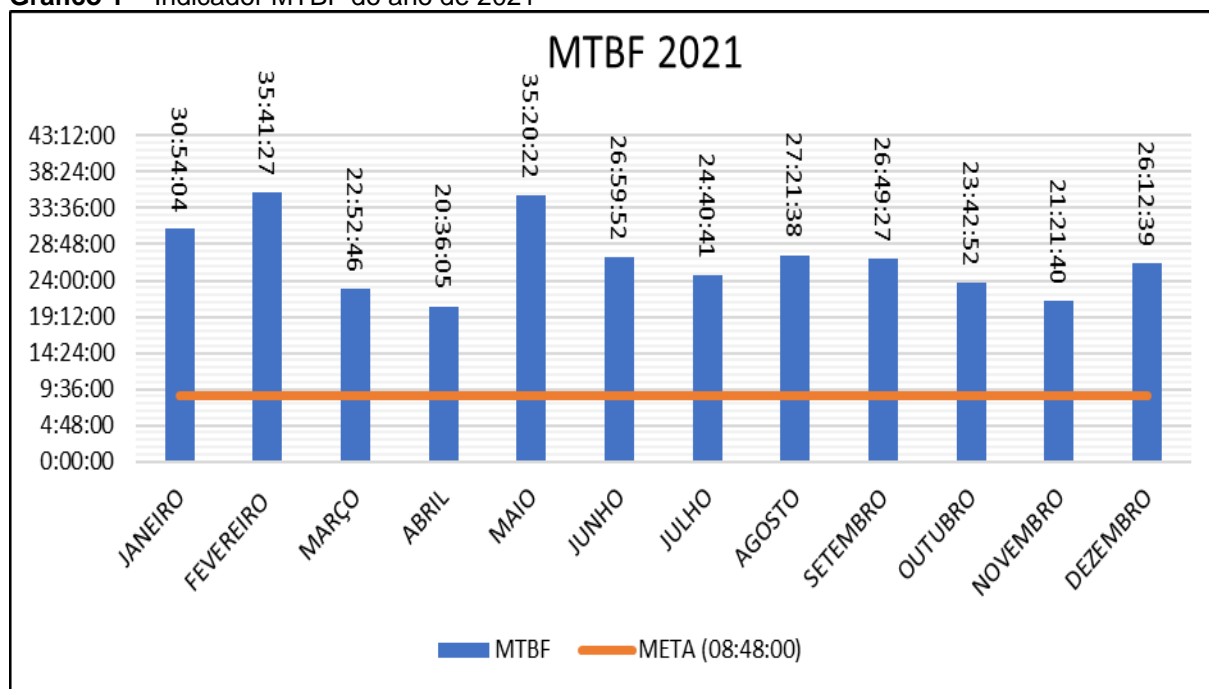
4.2 Indicadores MTBF e MTTR do setor de corte

A empresa onde o estudo foi realizado, efetua a coleta dos dados para formação dos indicadores MTBF e MTTR através do *software* NOVI, que é integrado com as máquinas de corte. Ele traz as informações de todas as intervenções realizadas em um período determinado. Assim é possível determinar a quantidade de horas que as máquinas ficaram paradas e qual foi motivo.

Para realização do segundo procedimento, foram analisados os indicadores MTBF e MTTR do ano de 2021, que estão representados nos gráficos 1 e 2.

O indicador MTBF (gráfico 1), tempo médio entre as falhas, ficou acima da meta desejada em todos os meses do ano de 2021. Para esse indicador, quanto maior o tempo melhor, pois assim a disponibilidade da máquina também aumenta. A meta mensal para o MTBF 2021 foi de 08 horas e 48 minutos.

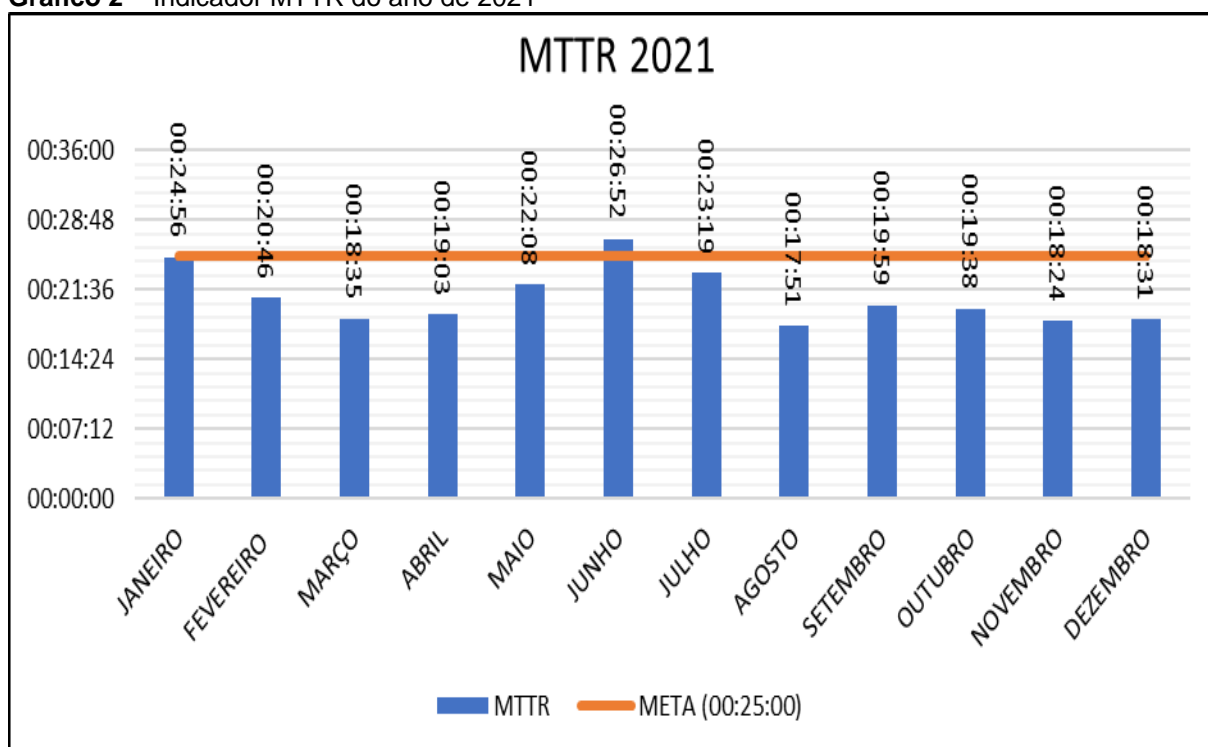
Gráfico 1 – Indicador MTBF do ano de 2021



Fonte: Autores (2022).

Já o indicador MTTR (gráfico 2), tempo médio de reparo, ficou dentro de sua meta em quase todos os meses de 2021, ultrapassando a margem estipulada apenas no mês de junho, com 26 minutos e 52 segundos. Sendo que a meta definida para o ano de 2021 foi de 25 minutos. Para esse parâmetro, quanto menor forem os tempos, melhor avaliado será o indicador. Pois o objetivo global da manutenção sempre será diminuir o tempo de reparo das máquinas e aumentar o tempo disponível entre as falhas.

Gráfico 2 – Indicador MTTR do ano de 2021



Fonte: Autores(2022).

Para o terceiro procedimento, foi necessária a caracterização dos chamados por máquina. No setor de corte da empresa existem 20 máquinas disponíveis para produção. Cada uma delas é nomeada com uma numeração para fins de identificação. No quadro 9 está presente a distribuição dessas máquinas juntamente com o total de chamados feitos e a quantidade de horas paradas de cada uma delas no ano de 2021.

Quadro 9 – Total de chamados e horas paradas das máquinas do setor de corte em 2021

(continua)

Identificação das máquinas		Total de chamados 2021	Total de horas de máquina parada 2021
1	703	639	150:22:12
2	721	315	87:02:24
3	731	631	189:12:00
4	790	360	110:01:12
5	991	565	138:16:12
6	1032	442	114:54:36
7	1035	434	170:43:12
8	1517	722	167:25:48
9	1518	810	223:37:48
10	1519	331	72:42:00
11	2042	306	60:40:48
12	2050	499	135:07:48
13	2062	844	227:40:12
14	2133	620	137:44:24
15	2134	417	87:03:36
16	3112	670	184:16:48
17	4005	407	80:51:00
18	4019	570	178:10:12
19	4033	506	138:59:24
20	4037	456	122:03:36

Fonte: Autores (2022).

O quadro 9 dá uma percepção de como as máquinas estão se comportando. Apesar dos indicadores estarem dentro da meta estabelecida pela empresa, o somatório das horas paradas é consideravelmente alto, com um total de 2776 horas, 55 minutos e 12 segundos.

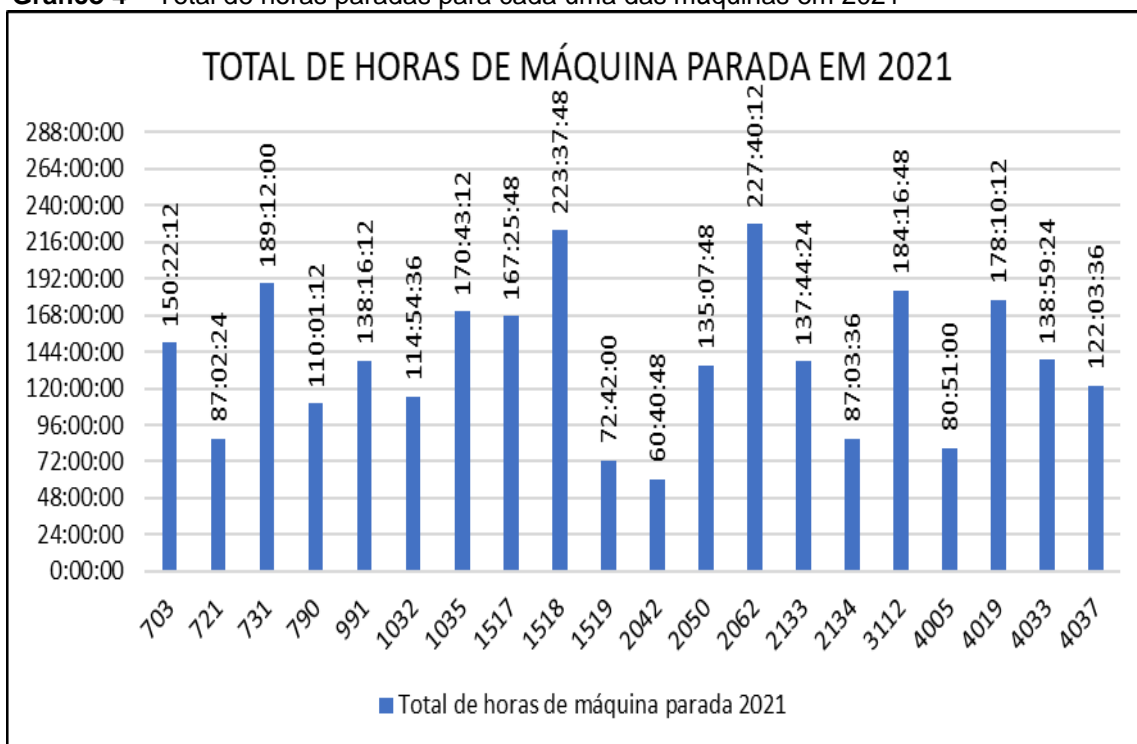
O total de chamados e a quantidade de horas de máquina parada em 2021 são representados nos gráficos 3 e 4 respectivamente.

Gráfico 3 – Total de chamados abertos para cada uma das máquinas em 2021



Fonte: Autores (2022).

Gráfico 4 – Total de horas paradas para cada uma das máquinas em 2021



Fonte: Autores (2022).

A escolha do equipamento foi realizada baseando-se nas informações do quadro 9. Assim a máquina selecionada com maior número de chamados e mais

horas paradas em 2021 foi a 2062. Contando com um total de 844 chamados e 227 horas paradas. Ela pode ser considerada o equipamento com menor índice de disponibilidade no ano de 2021. Representando aproximadamente 8,17% do total de horas paradas apontados no ano. Para Junior e Carvalho (2019), a disponibilidade é considerada o fator mais importante para uma gestão eficiente da manutenção, onde o tempo indisponível representa o tempo onde a máquina esteve impossibilitada de produzir.

Para sugerir a melhoria na máquina escolhida, foram estudados os motivos dos chamados, assim sendo possível perceber que o problema com maior reincidência foram as trocas das correias e polias por conta do desgaste. Essa adversidade gerou 75 chamados, o que resultou em 27 horas, 49 minutos e 12 segundos de máquina parada em 2021. Tem-se, na figura 12, o sistema que utiliza as correias.

Esse sistema utiliza as polias para transferir o movimento do motor para a correia, e a correia viabiliza o movimento da esteira. A esteira é responsável por conduzir o cabo finalizado até a calha 1. O desgaste desse sistema é resultante do movimento repetitivo, gerando degradação das correias e polias que o compõe.

Figura 12 - Sistema de correias



Fonte: Autores (2022).

A fim de sanar o problema do desgaste das correias e aumentar a taxa de disponibilidade das máquinas, foi sugerida a melhoria para retirar o sistema de correias e polias que é usado para transferir o movimento do motor e substituir por um sistema de acoplamento direto do motor no eixo de rotação da esteira.

Para implementação da melhoria sugerida, realizou-se a distribuição de tarefas e planejamento por meio da metodologia 5W2H. Representada no quadro 12.

Quadro 12 – Planejamento para implementação da melhoria

Método 5W2H						
5W					2H	
What? (O que?)	Why? (Por quê?)	Where? (Onde?)	When? (Quando?)	Who? (Quem?)	How? (Como?)	How much? (Quanto?)
Desenhar o novo acoplamento do motor	Para produzir novo acoplamento	Campo Alegre-SC	20/04/2022	Mecânico de manutenção X	Utilizando Software de desenho.	R\$ -
Fabricar novo acoplamento	Substituir sistema de correias	Ferramentaria 1	21/04 a 30/04	Supervisor da manutenção Y	Levar o desenho até a ferramentaria para produzir a peça.	R\$ 579,00
Fazer montagem do novo sistema na máquina	Para aumentar disponibilidade da máquina	Máquina 2062	02/05/2022	Mecânico de manutenção X	Com as chaves e ferramentas necessárias.	R\$ -

Fonte: Autores (2022).

O mecânico de manutenção e o supervisor que foram responsáveis pelas atividades de implementação foram nomeados genericamente com as letras X e Y, assim como a empresa fabricante do novo acoplamento, foi nomeada como ferramentaria 1.

Nas figuras 13 e 14 pode-se ver os desenhos das peças que foram utilizadas para substituir o sistema de correias que era utilizado na máquina. O novo acoplamento do motor é composto por duas peças denominadas: Suporte do motor; e Espaçador tubular do suporte. As peças custaram, respectivamente, R\$ 285,00 e R\$ 294,00, dando um total de R\$ 579,00 para confecção do novo acoplamento. O

sistema que utiliza as polias e correias é composto de 5 peças, o total para a aquisição desses itens foi de R\$ 3.666,95.

Com a implementação da melhoria será possível economizar R\$ 3.087,95 por máquina na troca das peças. Além de contribuir com o aumento da disponibilidade do equipamento, pois cada troca completa do sistema de correias e polias leva cerca de 3 horas, de acordo com o mecânico responsável pela implementação.

Figura 13 - Suporte do motor - Cod. 517.014.235



Fonte: Autores (2022).

Figura 14 - Espaçador tubular do suporte - Cod. 517.014.236



Fonte: Autores (2022).

Na figura 15, o novo modelo de acoplamento do motor já está instalado e funcionando na máquina, eliminando o uso da correias para transmitir o movimento do motor.

Figura 15 - Melhoria implementada



Fonte: Autores (2022).

Por fim, espera-se que a melhoria implementada na máquina 2062 seja aprovado para replicação nas demais máquina, assim o tempo de máquina parada por troca e ajuste de correia vai diminuir e conseqüentemente o MTBF (Tempo médio entre falhas) e o MTTR (Tempo médio de reparo) podem aumentar e diminuir, respectivamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar o processo produtivo das máquinas de corte, visando maximizar o tempo médio entre as falhas (MTBF) e minimizar o tempo médio para reparo (MTTR) a fim de aumentar a disponibilidade e a produtividade das máquinas e sugerir uma proposta de melhoria. Para Kardec e Nascif (2007), os indicadores de tempo de manutenção são essenciais para determinar a disponibilidade de máquina.

O primeiro procedimento atuou, através da sintetização de informações adquiridas desenvolvendo o fluxograma do processo a partir do reconhecimento das etapas produtivas da máquina de corte. Esse foi atendido pois foram identificadas as principais fases do processo para produção dos circuitos elétricos. Por sua vez foram destacadas as principais partes da máquina, para um melhor entendimento do seu processo.

Para o segundo procedimento, avaliar os indicadores de manutenção disponibilizados pelo sistema de controle de produção utilizado pela empresa, foram condensadas as informações em dois gráficos que mostram os índices do MTBF e MTTR medidos em 2021. Foi constatado que esses indicadores estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela empresa, com resultados dentro do esperado.

Utilizando como base os dados retirados do sistema Novi, obteve-se o atingimento ao terceiro procedimento, detectar as principais falhas que ocorreram dentro do período de um ano nas máquinas de corte. A máquina que mais se destacou tanto em quantidade de chamados como em horas paradas, foi a 2062. Foi o equipamento com menor disponibilidade no ano de 2021. Foi constatado que os chamados com maior frequência eram referentes a troca ou ajuste de correia. Portanto a melhoria sugerida buscou aprimorar esse quesito.

Sob perspectiva dos dados analisados, e com o conhecimento da máquina e da área mais afetada, a melhoria foi planejada através do quarto procedimento, método 5W2H. Assim, a melhoria sugerida, foi implementada na máquina 2062, e está em processo de avaliação e estudo se aprovada pelo gerente de manutenção, deve ser empregada nas demais máquinas do setor de corte de cabos.

Como sugestão para trabalhos futuros fica a possibilidade de replicar os passos executados nessa pesquisa, bem como enriquecê-los com a implementação da melhoria nas demais máquinas e realizar uma comparação com relação ao número de chamados devido ao novo acoplamento do motor da esteira e ao antigo sistema de polias e correia. Dessa forma a eficiência da melhoria poderá ser fundamentada.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. F.; JUGEND, D.; SOUZA, F. B.; MARIANO, E. B. Interações entre Manutenção Produtiva Total e Gestão da Qualidade Total: Estudo de Caso em Uma Empresa do Setor Alimentício. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 3, p. 122-134, 2019. DOI: 10.15675/gepros.v14i3.2611. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/2611>. Acesso em: 01 fev. 2022.
- BALDISSARELLI, L.; FABRO, E. Manutenção Preditiva na indústria 4.0. **Scientia Cum Industria**, v. 207, n. 2, p. 12-22, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v7iss2p12>. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/6835>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BONAT, D. Pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa. *In*: BONAT, D. **Metodologia da Pesquisa**. Curitiba: IESDE Brasil SA, 2009. Disponível em: <http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/24046.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- BRAILE, N. A.; ANDRADE, J. J. D. O. Estudo de falhas em equipamentos de costura industriais utilizando o FMEA e a análise de confiabilidade. *In*: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_007_22575.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.
- CORDEIRO, J. C. A.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Indicadores para gestão na manutenção corretiva. **Exacta**: Universidade Nove de Julho Brasil, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 173-182, 2016. DOI: 10.558.5/ExactaEp.v14n2.5895. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81046356002.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- FERNANDES, M. A. Como aumentar a disponibilidade das máquinas e reduzir custos de manutenção. **Máquinas e Metais**, São Paulo, p. 316-329, 2003. Disponível em: https://essel.com.br/cursos/material/02/plano_manut/Como_aumentar_a_disponibilidade_das_maquinas_e_diminuir_o_c.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Conceitos básicos de confiabilidade. *In*: FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade de manutenção industrial**.

Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/38686308/CONFIABILIDADE_E_MANUTENCAO_INDUSTRIAL_PDF?from=cover_page. Acesso em: 15 ago. 2021.

FONSECA, J. J. S. D. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: UECE, 2002. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Aspectos teóricos e conceituais. *In*: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/52806/000728684.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2022.

JUNIOR, G. A. A.; CARVALHO, M. V. Aumento de disponibilidade de máquina onduladeira com manutenção preditiva através de sensores inteligentes, computação em nuvem e conceitos da indústria 4.0. *In*: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10202019_201026_5dacea8e27e9c.pdf. Acesso em: 13 jun. 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. Evolução da manutenção. *In*: KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2007.

MARQUES, A. C.; BRITO, J. N. Importância da manutenção preditiva para diminuir o custo em manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8913-8923, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n7-095. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2315/2322>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MENDES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT. **Production**, Porto Alegre, v. 24, n. 3, p. 675-686, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132013005000065>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/xNCjWWVn3CQLx83dsbNXhv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 novembro 2021.

NOGUEIRA, C. F.; GUIMARÃES, L. M.; SILVA, M. D. B. D.; Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM). **E-Xacta**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 175-197, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v5i1.735>. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/735>. Acesso em: 09 fev. 2022.

OLIVEIRA, J. C. S.; SILVA, A. P. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, n. 3, p. 53-69, 2013. Disponível em:

<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1021/501>. Acesso em: 29 jan. 2022.

OLIVEIRA, M. R. D.; LIMA, C. R. C. Integração da Manutenção na produção: Uma estratégia competitiva ou utopia? *In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Curitiba, 2002. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR17_0369.pdf. Acesso em: 29 jan. 2022.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A aposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/notas/proposta.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

PASCHOAL, D. R. D. S.; MENDONÇA, M. A.; GITAHY, P. F. S. D. C. R.; LEMOS, M. A. Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, Rio de Janeiro, n. 3, 2009. Disponível em: http://www.fsma.edu.br/EP/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção** (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: UnicenP, 2007. Disponível em: <http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/livro2folhas.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2022.

PERES, C. R. C.; LIMA, G. B. A. Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 149-158, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/7KSrqXrWDTRBHjKrJSnxgmz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 fev. 2022.

PESSÔA, L. A. M.; FERREIRA, R. J. P.; ALMEIDA, A. T. Análise de escolha de armamento naval com base no método multicritério filtradeoff. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, Anais [...], Vitória, p. 4053-4061, 2016. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2016/pdf/156643.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

QUINELLO, R.; NICOLETTI, J. R. Inteligência competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 21-37, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1807-17752005000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/kFCwD4m8C8Nh7xFVfs5ZWqc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 fev. 2022.

ROZA, S. C. D.; PEREIRA, R. M. Planejamento e controle da manutenção: estudo de caso em uma empresa do setor têxtil de confecção da região serrana do estado do Rio de Janeiro. **Revista de ciência, tecnologia e inovação**, v. 4, n. 6, 2019. Disponível em:

<http://unifeso.edu.br/revista/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/article/view/1538/819>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SANTOS, L. O. D.; PACHECO, D. A. D. J. Determinantes para o alinhamento entre a gestão da manutenção industrial e o planejamento estratégico. **Revista Ingeniería Industrial**, n. 1, p 101-125, 2016. Disponível em: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2545/3212>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SANTOS, C. J. D. M. A interferência da disponibilidade de máquinas de linha industrial na demanda da cadeia de suprimentos: um estudo de caso. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Bahia, 2014. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7763/2/InterferenciaDisponibilidadeMaquinas.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SELLITTO, M. A. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Revista Produção**, v. 15, n. 1, p. 044-059, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/SVhm5tHjcGKbmD4Ng5fMjmC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 fevereiro 2022.

SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; ARAÚJO, D. R. C. D. Manutenção centrada em confiabilidade: aplicando uma abordagem quantitativa. *In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Curitiba, 2002. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR17_0370.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.

SILVA, R. R. D.; ARAÚJO, T. S. Confiabilidade de prensas excêntricas horizontais paralelas de uma linha de fabricação de embalagens metálicas para bebidas. *In: GESTÃO DA PRODUÇÃO, OPERAÇÕES E SISTEMAS*, Goiania, v. 15, n. 2, p. 253-287, 2020. DOI: 10.15675/gepros.v15i2.2516. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/2516>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SILVA, A. O. D.; RORATTO, L.; SERVAT, M. E.; DORNELES, L.; POLACINSKI, E. Gestão da qualidade: aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. *In: SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR*, 7., Horizontina, 2013. Disponível em: https://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf. Acesso em: 09 fev. 2022.

SIQUEIRA, I. P. D. **Manutenção centrada na confiabilidade**: Manual de implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2005.

SOUZA, T.; CORRER, I.; FRANCISCATO, L. S.; FRANCISCATO, R. S.; FRANCISCHETTI, C. E. Implementação do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) para identificar o impacto da disponibilidade das máquinas em linhas de produção. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de**

Produção, São Paulo, v. 4, n. 5, p 140-155, 2016. Disponível em:
<https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/39732/29708>. Acesso em: 15 jan. 2022.

TORRES, R. G. J.; MACHADO, M. A. S.; SOUZA, R. C. Previsão de séries temporais de falhas em manutenção industrial usando redes neurais. **Engevista**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 4-18, 2005. DOI:
<https://doi.org/10.22409/engevista.v7i2.163>. Disponível em:
<https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8788>. Acesso em: 09 fev. 2022.



Artigo recebido em: 15/07/2022 e aceito para publicação em: 13/02/2023
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i4.4702>