

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Mecânica

GUILHERME ADRIAN MENDES DOS SANTOS
GUILHERMY PAULO SANTOS SILVA

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL EM
COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR DE UMA USINA DO SETOR
SUCROENERGÉTICO**

Publicação NºII

Goianésia - GO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, GUILHERME ADRIAN M.; SILVA, GUILHERMY PAULO S.

Estudo da Implementação da Manutenção Produtiva Total em Colhedoras de Cana-de-Açúcar de uma Usina do Setor Sucroenergético 2024 xi, 21P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Mecânica, 2024).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Mecânica.

- | | |
|---------------|--------------------|
| 1. TPM | 2. Manutenção |
| 3. Colhedoras | 4. Falhas |
| I. ENM/FACEG | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, GUILHERME e SILVA, GUILHERME Implementação da Manutenção Produtiva Total em Colhedoras de Cana-de-Açúcar de uma Usina do Setor Sucroenergético. Artigo, Publicação I 2024/2 Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 21p. 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Guilherme Adrian Mender dos Santos e Guilhermy Paulo Santos Silva

TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: Estudo da Implementação da manutenção produtiva total em colhedoras de cana-de-açúcar de uma usina do setor sucroenergetico.

GRAU: Bacharel em Engenharia Mecânica ANO: 2024

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Assinado por:

GUILHERMY PAULO SANTOS SILVA

E2DEAE0F9E8B4A9

Guilhermy Paulo Santos Silva
Rua 01, Nº 290, Vila Aurora
76385340 - Goianésia/GO – Brasil

Assinado por:

Guilherme Adrian Mendes dos Santos

E6B06B50385743E

Guilherme Adrian Mendes dos Santos
Rua Catulé, Qd. 30 Lt. 13
76386140 - Goianésia/GO - Brasil

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA FACEG**

Aprovados por:

Assinado por:

Marinés

AE10B841C9F04F2...

Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes, Doutora (FACEG)

Assinado por:

Alessandro

B3A148A5FFFA48F...

Alessandro Morais Martins, Mestre (FACEG)

Assinado por:

Cesar

5960643A26F742B...

César Ramos Rodrigues Filho, Mestre (FACEG)

**Goianésia - GO
2024**

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) EM COLHEADORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR DE UMA USINA DO SETOR SUCROENERGÉTICO

Guilherme adrian mendes dos santos¹, Guilhermy Paulo Santos Silva, Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes³

¹Acadêmica de Engenharia Mecânica/FACEG Email: guilhermypaulosantos819@gmail.com

²Acadêmico de Engenharia Mecânica /FACEG Email: guilherme.adrian789@hotmail.com

³Orientador(a) e Professor(a) do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG Email: mariaeroing@gmail.com

Resumo: A indústria sucroenergética é fundamental para a economia brasileira, destacando-se na produção de açúcar e etanol. A modernização do setor, com a mecanização da colheita através de colhedoras de cana-de-açúcar, trouxe avanços significativos em produtividade e redução de custos operacionais. Contudo, a eficiência e a durabilidade dessas máquinas dependem de uma manutenção adequada, sendo a Manutenção Produtiva Total (TPM) uma metodologia essencial para garantir a continuidade e a qualidade das operações. O objetivo deste trabalho foi analisar e avaliar a implementação da metodologia TPM como ferramenta de melhoria contínua no setor de manutenção de colhedoras de uma usina sucroenergética, visando reduzir o número de falhas não planejadas e aumentar a eficiência operacional. A metodologia envolveu uma análise geral do cenário de manutenção e de produção, coleta de dados qualitativos e quantitativos, análise documental, interpretação dos dados para identificar gargalos, e a definição de pontos críticos para implementação de melhorias. As etapas foram desenvolvidas de forma sequencial e simultânea, quando possível, para maximizar a eficiência do tempo. A implementação da metodologia TPM reduziu significativamente os custos de manutenção nas colhedoras de cana-de-açúcar, com a adoção de práticas preventivas e preditivas. Isso resultou em diminuição de 34,1% de intervenções e menor incidência de falhas inesperadas, aumento de 1,47% em sua disponibilidade, diminuindo os custos operacionais em aproximadamente 3,3 milhões de reais.

Palavras-chaves: Metodologia TPM; Produtividade; Modernização.

Abstract: The sugarcane industry is essential to the Brazilian economy and stands out in the production of sugar and ethanol. The modernization of the sector, with the mechanization of harvesting through sugarcane harvesters, has brought significant advances in productivity and reduced operating costs. However, the efficiency and durability of these machines depend on adequate maintenance, and Total Productive Maintenance (TPM) is an essential methodology to ensure the continuity and quality of operations. The objective of this study is to analyze and evaluate the implementation of the TPM methodology as a tool for continuous improvement in the maintenance sector of harvesters of a sugarcane plant, aiming to reduce the number of unplanned failures and increase operational efficiency. The methodology involves a general analysis of the maintenance and production scenario, collection of qualitative and quantitative data, document analysis, interpretation of data to identify bottlenecks, and the definition of critical points for implementation of improvements. The steps will be developed sequentially and simultaneously, when possible, to maximize time efficiency. The expected results include a reduction in unplanned downtime, improved harvester productivity and greater operational safety. The contribution of this work lies in the practical demonstration of the effectiveness of TPM in the sugarcane industry, providing a replicable model for other plants and industrial sectors seeking to optimize their maintenance and production processes. The implementation of the TPM methodology significantly reduced maintenance costs in sugarcane harvesters, with the adoption of preventive and predictive practices. This resulted in a 34.1% decrease in interventions and a lower incidence of unexpected failures, a 1.47% increase in its availability, reducing operating costs by approximately 3.3 million reais.

Keywords: TPM Methodology. Productivity. Modernization.

1. INTRODUÇÃO

A indústria sucroalcooleira desempenha um papel importante na economia brasileira, destacando-se como uma das maiores produtoras mundiais de açúcar e etanol. Com uma cadeia produtiva extensa e complexa, que abrange desde o cultivo da cana-de-açúcar até a produção e distribuição de seus derivados, o setor enfrenta diversos desafios para manter a eficiência operacional e a sustentabilidade econômica. (Pereira, Santos, Silva; Barros, 2019).

A mecanização da colheita da cana, especialmente com o uso de colhedoras, representa um avanço significativo na modernização do setor, aumentando a

produtividade e reduzindo os custos operacionais (Souza, 2022). A manutenção planejada desses equipamentos, particularmente das colhedoras, necessário para garantir o bom funcionamento e a longevidade das máquinas. Essas colhedoras, indispensáveis na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, operam em condições severas e estão sujeitas a um desgaste intenso (Ely, 2024). A falta de uma manutenção adequada pode resultar em paradas não planejadas, perdas de produtividade e aumento dos custos de reparo. Portanto, a implementação de um plano de manutenção preventiva e preditiva é vital para assegurar a continuidade das operações, a eficiência no uso dos recursos e a segurança dos trabalhadores (Ely, 2024).

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma abordagem abrangente que visa maximizar a eficácia dos equipamentos de produção. Ela enfatiza uma abordagem proativa, na qual cada funcionário é responsável e está profundamente familiarizado com as máquinas e equipamentos com os quais trabalha. O sucesso da TPM depende do envolvimento de todos os membros da equipe e da adesão a um conjunto de padrões. A base do TPM é formada pelos 5S: Classificar, Ordenar, Limpar, Padronizar e Manter, que resumem cinco princípios essenciais para melhorar a produtividade e a segurança (Ferreira; Saes; Ribeiro; Lagoin, 2022).

A implementação do TPM pode incluir um ou mais de seus pilares e ser avaliada com base em ferramentas como o indicador de Eficácia Global do Equipamento (OEE), que abrange, indiretamente, aspectos como qualidade, desempenho e disponibilidade. O sucesso dessa implementação depende da capacidade da organização de promover o trabalho em equipe (Nascimento, 2020). Entre os principais benefícios do TPM estão o aumento da eficiência, a melhoria da qualidade, a redução dos custos de manutenção e a maior vida útil dos equipamentos. Além disso, as práticas de TPM ajudam a garantir um ambiente de trabalho mais seguro, incentivando os funcionários a manterem seus locais de trabalho limpos e organizados, o que facilita a detecção precoce de problemas nos equipamentos (Luciano *et al.*, 2020).

A implementação bem-sucedida do TPM exige o alinhamento de seus objetivos com os da organização, mudança cultural, adoção da melhoria contínua, treinamento no local de trabalho e atividades de benchmarking. Além disso, é necessário promover a manutenção autônoma, garantir a disponibilidade de informações e estabelecer um sistema de recompensas (Luciano *et al.*, 2020). O TPM pode ser aplicado em qualquer indústria, independentemente de seu porte, e apresenta alto potencial de adaptação também para organizações não produtivas (Ferreira *et al.*, 2022).

O futuro do TPM envolve alcançar crescimento organizacional sustentável, manter a competitividade da empresa diante de mudanças, sincronizar processos e melhorar a flexibilidade operacional. Além disso, busca-se aprimorar a cultura organizacional, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, reduzir custos e maximizar o retorno sobre o investimento, minimizando o impacto de fatores externos, como a concorrência global, o aumento dos custos de matérias-primas e energia, e problemas internos de gestão (Luciano *et al.*, 2020).

A colhedora de cana-de-açúcar John Deere CH570 é uma máquina avançada projetada para otimizar a colheita com máxima eficiência e economia. Equipada com um motor PowerTech Plus 9,0 L, oferece uma potência de até 342 cv, garantindo desempenho robusto nas operações.

Seu sistema EconoFlow melhora a eficiência da colheita e reduz o consumo de combustível, aumentando a capacidade de alimentação da cana. Além disso, conta com tecnologias de monitoramento avançadas, como o sistema GS3 2630, que auxiliam na otimização do processo de colheita. (John Deere, 2024)

Sem a manutenção planejada, as colhedoras estão mais sujeitas a falhas mecânicas e quebras imprevistas, levando a custos elevados com reparos emergenciais e tempo de inatividade que afetam diretamente a produção.

A implementação de estratégias de manutenção planejada, como o TPM, também contribui para uma maior vida útil dos equipamentos, garantindo que as colhedoras operem com a melhor performance por um período prolongado

O objetivo geral deste trabalho é analisar e avaliar a implementação da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) como uma ferramenta de melhoria na manutenção das colhedoras de cana-de-açúcar em uma usina sucroenergética.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção Corretiva

Segundo Aromba, Anholon et al. (2021), a manutenção corretiva visa corrigir falhas de forma

imediate, evitando maiores impactos no processo produtivo. De forma geral, essa manutenção envolve todo o trabalho realizado em uma máquina ou equipamento que sofreu falha, com o objetivo de restaurar seu funcionamento. A manutenção corretiva se divide em duas categorias: corretiva planejada e corretiva não planejada (Santos; Silva, 2022).

A manutenção corretiva não planejada ocorre somente após a quebra ou falha do equipamento, sem qualquer tipo de monitoramento prévio. Essa abordagem é caracterizada por altos custos e baixa confiabilidade, pois resulta em perda de tempo para realizar reparos, queda na qualidade do produto e aumento dos custos indiretos de manutenção (Santos ; Silva, 2022).

Aromba, Anholon *et al.* (2021) destacam que a manutenção corretiva planejada também consiste na correção de falhas, mas é baseada no monitoramento contínuo do equipamento. Esse acompanhamento visa detectar potenciais problemas antecipadamente, permitindo a intervenção antes que ocorram falhas graves.

2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é realizada em intervalos pré-determinados para evitar falhas não planejadas. Villanueva (2015) destaca que essa prática busca eliminar ou reduzir falhas, mantendo máquinas em boas condições e garantindo um bom desempenho operacional. Implementar uma estratégia de manutenção preventiva pode evitar falhas catastróficas, reduzir o tempo de inatividade e prolongar a vida útil dos equipamentos (Bogo, 2017).

Um estudo de caso realizado por Bogo (2017) demonstrou que a adoção de práticas de manutenção preventiva em uma usina no interior de São Paulo resultou em uma redução de 25% nas paradas não planejadas e em um aumento de 15% na produtividade das colhedoras. Esse estudo reforça a importância da manutenção preventiva como uma prática essencial para a sustentabilidade operacional e econômica do setor.

Villanueva (2015) enfatiza a necessidade de um plano de manutenção preventiva bem estruturado, que inclua o treinamento contínuo de operadores e técnicos, bem como o uso de tecnologias avançadas para monitoramento e diagnóstico de falhas.

2.3 Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva é uma abordagem proativa que se concentra na identificação precoce de falhas potenciais, utilizando monitoramento contínuo e análise das condições operacionais dos equipamentos (Otani & Machado, 2008). A manutenção detectiva envolve o uso de sensores e sistemas de monitoramento que coletam dados em tempo real sobre parâmetros operacionais como vibração, temperatura e pressão das máquinas (Otani & Machado, 2008).

No setor sucroenergético, a manutenção detectiva tem ganhado importância devido à complexidade e criticidade dos equipamentos utilizados, como as colhedoras de cana-de-açúcar. Essas máquinas operam em ambientes severos e estão sujeitas a um desgaste constante, tornando essencial a aplicação de métodos de monitoramento contínuo para evitar paradas não planejadas (Costa & Melo, 2017).

Um estudo de caso realizado por Otani e Machado (2008) em uma usina de cana-de-açúcar demonstrou que a implementação de um sistema de manutenção detectiva resultou em uma redução de 30% nas falhas não planejadas e um aumento significativo na vida útil dos equipamentos.

2.4 Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total (TPM), é uma ferramenta importante que é utilizada como uma metodologia, engloba técnicas de Manutenção Preditiva, sendo o uso de equipamentos que possibilitam diagnósticos preliminares das máquinas e equipamentos. Segundo Tavares (1996), a TPM é a reformulação e melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e equipamentos que as rodeiam, envolvendo todos os níveis da empresa para uma mudança organizacional como todo.

Assim o termo “manutenção” veio se desenvolvendo com decorrer dos anos e somente a partir do século XX, década de 50 nos Estados Unidos veio a ser enxergado com outros olhos. (WYREBSKI, 1997).

Netto (2008) afirma que a evolução da manutenção pode ser dividida em três grandes gerações. No passado, a manutenção era feita somente após a falha dos equipamentos. Atualmente, desfrutam de tecnologias que ajudam a identificar problemas antes que ocorram.

2.5 Evolução da Manutenção

A manutenção iniciou sua evolução com o conceito de que se tratava de uma atividade que é executada em sua totalidade pelo próprio indivíduo que a opera, sendo classificado como o melhor perfil.

Antigamente havia muitos casos assim. Entretanto, com a evolução da tecnologia o equipamento tomou-se de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido o PM - Manutenção Preventiva - no estilo americano, e a função de manutenção foi sendo gradativamente dividida, e alocadas a setores produtivos. (WYREBSKI, 1997).

Após a guerra, a tecnologia avançou rapidamente com inovações significativas nos equipamentos, mas os setores de produção e manutenção se desassociaram. Enquanto a produção crescia, a manutenção ficou sobrecarregada, sendo responsável por todas as suas funções, o que resultou em uma separação que persistiu por muitos anos.

Figura 1 - Evolução da manutenção em gerações.



Fonte: Valiero e Moraes (2004)

Wyrebski (1997) afirma que a separação das áreas afetou a eficiência das organizações, principalmente devido aos avanços tecnológicos, como a manutenção autônoma para combater a deterioração. Na Figura 1 é demonstrado que a manutenção passa a ter mais cuidados, dedicação, reconhecimento e importância maior, sendo considerada como uma função na atividade industrial.

Assim somente em 1950 segundo Wyrebski (1997), a manutenção consolida-se na indústria dos EUA, sendo a TPM oficializada em 1971 por uma empresa japonesa

chamada Nippondenso, a preocupação em relação a confiabilidade de equipamentos, segundo (JIPM, 2008)

Originada no Japão, na Nippondenso, uma empresa fornecedora de componentes eletrônicos para a Toyota no início da década de 60 do século XX, a TPM teve o objetivo de viabilizar o sistema *Just in Time*, através da melhoria da confiabilidade dos equipamentos. (Netto, 2008)

2.6 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é um dos pilares do TPM, onde os operadores de máquinas são treinados para realizar

pequenas manutenções, inspeções e limpezas regulares. Essa prática aumenta o senso de responsabilidade dos operadores e reduz a dependência da equipe de manutenção, promovendo a detecção precoce de falhas. (Gonçalves, 2021)

2.7 Melhoria Direcionada

O Kaizen, um dos princípios centrais do TPM, envolve a formação de equipes multifuncionais para identificar e eliminar desperdícios e ineficiências nos processos. (Gonçalves, 2021)

2.8 Treinamento e Educação

O TPM enfatiza a importância da capacitação contínua dos colaboradores, desde operadores até gestores, com o objetivo de desenvolver competências técnicas e habilidades para a resolução de problemas. (Gonçalves, 2021)

2.9 Manutenção de Qualidade

A manutenção de qualidade integra os processos de manutenção e controle de qualidade, assegurando que os equipamentos produzam produtos dentro dos padrões exigidos. (Gonçalves, 2021)

2.10 Controle Inicial

O controle inicial foca na implementação de práticas de manutenção desde a fase de projeto e instalação de novos equipamentos, garantindo confiabilidade desde o início das operações. (Gonçalves, 2021)

2.11 Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE)

O TPM prioriza a criação de um ambiente de trabalho seguro e saudável, minimizando riscos de acidentes e promovendo práticas sustentáveis. (Gonçalves, 2021).

2.12 Pilares da Manutenção

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma abordagem de gestão de manutenção que visa maximizar a eficiência dos equipamentos e minimizar falhas.

Desenvolvida no Japão, a TPM integra a manutenção às atividades diárias, envolvendo todos os funcionários. A metodologia é sustentada por oito pilares fundamentais, que formam a base para uma implementação eficaz. (CARVALHO, 2022)

De acordo com Junior, Sales et al. (2014), os oito pilares são:

Manutenção Autônoma: Empodera os operadores de máquinas para realizar atividades básicas de manutenção, como limpeza, lubrificação e inspeções diárias. Essa prática promove a responsabilidade dos operadores e permite a detecção precoce de problemas, reduzindo a dependência de equipes especializadas.

- **Manutenção Planejada:** Foca na programação de atividades de manutenção para evitar falhas inesperadas, utilizando dados históricos e análises de desempenho para determinar os intervalos ideais de manutenção. Isso maximiza a disponibilidade dos equipamentos e reduz os custos de reparo.
- **Melhoria Focada (Kaizen):** Envolve esforços contínuos de todos os funcionários para identificar e eliminar desperdícios e ineficiências nos processos produtivos, promovendo a melhoria contínua da produtividade e da qualidade.
- **Treinamento e Educação:** Destaca a importância da capacitação contínua dos colaboradores em técnicas de manutenção e operação de equipamentos, desenvolvendo habilidades para uma melhor identificação e resolução de problemas.
- **Manutenção da Qualidade:** Foca em garantir que os processos de produção funcionem de maneira eficiente e atendam aos padrões de qualidade desejados, prevenindo defeitos e mantendo o desempenho dos equipamentos.
- **Controle Inicial:** Trata da gestão eficiente na introdução de novos equipamentos e processos,

minimizando interrupções e otimizando a curva de aprendizado associada aos novos sistemas.

- Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE): Assegura que todas as atividades de manutenção e produção sejam realizadas de maneira segura e sustentável, promovendo um ambiente de trabalho seguro e minimizando impactos ambientais.
- Manutenção Administrativa: Enfatiza a importância da manutenção dos sistemas administrativos e de gestão, contribuindo para a melhoria geral da produtividade organizacional.

2.13 Colhedoras

A mecanização da colheita da cana-de-açúcar representa um marco importante na modernização do setor sucroenergético brasileiro. As colhedoras de cana-de-açúcar são máquinas complexas e robustas, projetadas para operar em condições severas e desempenhar um papel essencial na colheita mecanizada, substituindo a colheita manual, aumentando a eficiência e reduzindo os custos operacionais. (Neves, 2011)

As colhedoras de cana realizam múltiplas funções simultaneamente: corte, limpeza e carregamento. O processo de colheita começa com o corte da cana na base do talo, seguido pela remoção das folhas e sujeiras por sistemas de limpeza. A cana é picada em pequenos pedaços e transportada para caminhões ou reboques que a levarão às usinas, garantindo uma matéria-prima de qualidade e evitando contaminação com impurezas (Tomazela, 2007; Neves, 2011).

A manutenção adequada dessas colhedoras é essencial para assegurar a continuidade das operações agrícolas. Segundo Neves (2011), a falta de manutenção planejada pode resultar em paradas não programadas, perda de produtividade e aumento dos custos de reparo. Operando em ambientes adversos e com altos níveis de desgaste, as colhedoras requerem programas de manutenção preventiva e preditiva para maximizar sua vida útil (Tomazela, 2007).

A metodologia TPM tem se mostrado eficaz na manutenção dessas máquinas, envolvendo todos os colaboradores no processo e promovendo uma cultura de cuidado e responsabilidade com os equipamentos. A implementação de práticas como manutenção autônoma e o uso de indicadores de eficácia, como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), ajudam a maximizar a eficiência operacional. (Tomazela, 2007).

Os benefícios da implementação do TPM em colhedoras de cana são significativos: aumento da eficiência operacional, redução do tempo de inatividade, melhoria da qualidade da colheita e promoção de um ambiente de trabalho mais seguro. O TPM também facilita o desenvolvimento contínuo dos colaboradores, capacitando-os para a execução de suas atividades com maior eficiência e reduzindo erros humanos (Tomazela, 2007).

Entretanto, a implementação do TPM enfrenta desafios, como a mudança cultural necessária e o investimento em formação contínua dos operadores. Além disso, a utilização de ferramentas adequadas para monitoramento e análise de dados de manutenção pode representar um custo considerável (Neves, 2011).

A utilização de colhedoras representa um avanço significativo para o setor sucroenergético, aumentando a produtividade e reduzindo custos operacionais. A implementação do TPM é crucial para garantir a eficiência e a sustentabilidade dessas máquinas, promovendo a integração de todos os colaboradores no processo de manutenção e melhorando a eficácia operacional (Damasceno, 2021).

3. METODOLOGIA

Para realizar a análise e identificação de atuação de tais equipamentos, foram utilizados relatórios que apresentam informações como produção, disponibilidade, eficiência, consumo, número de quebras e principais fatores que levam a falhas. Nesta avaliação algumas ferramentas foram utilizadas, sendo elas:

O SAP trata-se de um sistema integrado de gestão empresarial que permite o gerenciamento simultâneo de diversas áreas de uma organização. Esta ferramenta foi utilizado como fonte de dados para avaliação não somente do número de quebras, mas identificação dos principais pontos de falhas dentro do equipamento.

O Gatec é um software de controle detalhado da administração agrícola, tendo várias ferramentas de gestão de recursos materiais e humanos. De forma semelhante ao SAP, o software nos permite uma análise quantitativa de ordens de serviços geradas aos equipamentos, criando um banco de dados que permite a identificação de pontos com maior índice de falhas. Tais ferramentas utilizadas de forma conjunta garantem um maior valor de informação, contribuindo a análise.

O Power BI é uma poderosa ferramenta de análise de dados que pode ser integrada a diversas bases de dados para gerar informações valiosas. Seu principal diferencial é a capacidade de criar múltiplos tipos de gráficos de forma rápida e eficiente. Com essa ferramenta é possível desenvolver gráficos e analisar não somente os números gerados pelas ferramentas anteriores, mas os benefícios da aplicação do TPM nas falhas identificadas na manutenção.

Figura 2 – Layout Power BI.



Fonte: MADHAV. Madhav Ecommerce Sales Dashboard.2024.

Com base na análise dos dados e na identificação dos gargalos, sendo eles: deficiência operacional, onde não havia um conhecimento adequado para operação e

manuseio do equipamento, juntamente com uma equipe de manutenção com pouco conhecimento relacionado as ferramentas de manutenção e a falta de ferramentas adequadas que gerassem maior número de informações a respeito do equipamento. Assim foram definidos os pontos de trabalho para a implementação de melhorias. Esta etapa envolveu a seleção de áreas críticas que necessitam de intervenção imediata, voltadas principalmente a capacitação da operação e interação dos mesmos com a manutenção de colhedoras, juntamente a aplicação de práticas específicas do TPM para cada área (Lunetta & Guerra, 2023).

A definição dos pontos de trabalho será guiada pelos princípios da melhoria contínua (kaizen) e pela priorização dos fatores com maior impacto na produtividade e na redução de falhas (Lunetta & Guerra, 2023). A implementação das práticas TPM será realizada de maneira estruturada, seguindo as diretrizes estabelecidas pela literatura sobre o tema. Segundo Nakajima (1988), a implementação bem-sucedida do TPM envolve a colaboração de todos os funcionários, treinamento contínuo e um enfoque sistemático na eliminação de perdas. As ações de melhoria serão monitoradas e ajustadas conforme necessário, com base em feedback contínuo e avaliações periódicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação da metodologia TPM tem como um de seus principais benefícios a redução de custos, especialmente no contexto de manutenção automotiva em setores agrícolas, como as colhedoras de cana-de-açúcar. Ao adotar uma abordagem preventiva e preditiva, em vez de corretiva, busca-se que o número de intervenções de manutenção possa ser substancialmente reduzido, o que implica menos gastos com peças. Um dos principais indicadores da eficácia da TPM é a diminuição dos custos operacionais, obtida através de uma maior eficiência nas atividades de manutenção e menor incidência de falhas inesperadas.

Tabela 1. Implementação da metodologia TPM

Aspecto	Objetivo	Ferramentas Utilizadas	Resultados Esperados
Cultura de Melhoria Contínua	Incentivar os colaboradores a se envolverem ativamente no processo de manutenção e melhoria de processos.	Capacitação, Treinamentos, Programas de Sugestões.	Aumento nas sugestões de melhorias pelos colaboradores e desenvolvimento de habilidades técnicas.
Desenvolvimento de Colaboradores	Capacitar a equipe para realizar inspeções e manutenções de forma mais eficiente.	Treinamentos Técnicos em Manutenção Preventiva e Preditiva.	Melhoria no conhecimento técnico da equipe, com aumento da capacidade de identificar e solucionar problemas de forma mais rápida e eficiente.
Redução de Quebras de Colhedoras	Reduzir a frequência de falhas e quebras de colhedoras de cana-de-açúcar.	Manutenção Autônoma, Inspeção Regular.	Diminuição de 34,1% no número de quebras no primeiro ano de implementação.
Redução de Inatividade Não Planejada	Aumentar a disponibilidade das colhedoras e diminuir o tempo de parada inesperada.	Monitoramento Contínuo.	Aumento de 1,47% na disponibilidade dos equipamentos, reduzindo o tempo de inatividade não planejada.
Redução de Custos	Diminuir gastos com manutenção, peças de reposição e horas de trabalho.	Manutenção Preventiva e Preditiva.	Redução nos custos operacionais totais do departamento de manutenção.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

A Tabela 1 apresenta um resumo das metas, ferramentas utilizadas e os resultados esperados, mostrando que um dos maiores desafios na gestão de equipamentos agrícolas é a alta taxa de quebras, que resultam em paradas inesperadas e comprometerem o desempenho operacional.

O TPM promove não só a redução de custos e paradas, mas também incentiva a criação de uma cultura de melhoria contínua dentro do departamento de manutenção. Os colaboradores passam a ser parte ativa do processo de manutenção, contribuindo para a otimização dos processos

e sugerindo melhorias baseadas em suas experiências cotidianas. Isso não só melhora o desempenho dos equipamentos, mas também desenvolve as competências dos trabalhadores.

O primeiro ponto a ser trabalhado foi a formação operacional, na Figura 3 observam a realização de treinamento para operadores das colhedoras sobre a importância da Manutenção Autônoma e seus princípios, capacitando-os em inspeções básicas e procedimentos de manutenção preventiva.

Figura 3 - Treinamento de operadores para Manutenção Autônoma



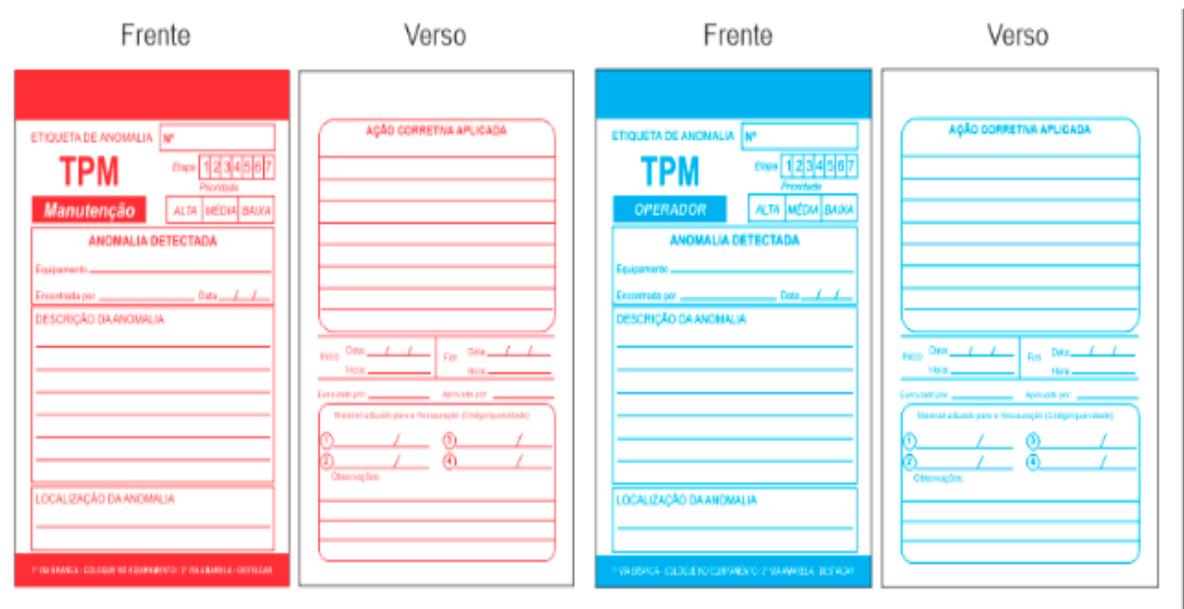
Fonte: Próprio Autor, 2024.

Após a orientação, cada operador teve que realizar uma parada diária para limpar o equipamento, anomalias e usar etiquetas azuis para inconformidades que eles mesmos resolverão, e etiquetas vermelhas para identificar anomalias que a equipe de manutenção tratará. As etiquetas são classificadas por prioridade: alta (24 horas para atuação), média (15 dias para atuação) e baixa (45 dias para atuação), como mostrado na figura 7. Os operadores que

encontrou a anomalia, a prioridade e os detalhes da anomalia. A equipe de manutenção adiciona, no verso da etiqueta, a solução aplicada, o tempo de serviço e os materiais usados.

Na Figura 4 possui um exemplo das etiquetas utilizadas para sinalização de anormalidades no equipamento.

Figura 4 – Modelo de etiquetas para registro de anomalias.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

Na Figura 5 mostra-se a aplicação das etiquetas de forma prática, exemplificando seu modo de utilização. Na imagem apresentada, observa-se a utilização do método dentro de um conjunto de mangueiras hidráulicas,

responsáveis pelo transporte de óleo aos componentes rotativos do equipamento, onde as causas de falhas mais suscetíveis são: quebra de conexões, perfurações devido ao atrito ou à alta pressão do óleo.

Figura 5 — Processo de etiquetagem do equipamento



Fonte: Próprio Autor, 2024.

No contexto da oficina de manutenção automotiva, os colaboradores foram treinados em técnicas de manutenção preventiva e preditiva, o que não apenas aumentou a sua capacidade técnica, mas também melhorou o ambiente de trabalho, com maior envolvimento e senso de responsabilidade sobre os resultados.

O desenvolvimento das rotas de inspeção buscou reduzir quebras nos equipamentos por meio de avaliações rápidas e pontuais da condição dos ativos. Isso envolve organizar as inspeções necessárias, definindo pontos de observação onde vários componentes possam ser visualizados simultaneamente, e marcando fisicamente esses pontos no equipamento para facilitar a visualização. Após essa definição, foi elaborada uma folha de inspeção

que ilustra as posições do colaborador em relação ao equipamento e detalha os pontos a serem inspecionados em cada posição.

As Figuras 6 e 7 mostram a rota de inspeção e os pontos de análise de um elevador de colhedora. A Figura 6 detalha as posições estratégicas de inspeção, apresentando informações como condição, tipo de análise, tempo gasto e periodicidade. Por outro lado, a Figura 7 destaca os pontos específicos de inspeção demarcados no equipamento, orientando os operadores sobre onde focar suas verificações. Essa organização visual não só otimiza o processo de inspeção, mas também assegura que nenhum componente crítico seja negligenciado, contribuindo para a redução de falhas.

Figura 6 – Ficha de orientação para inspeção de elevadores colhedoras.

		PADRÃO PARA PONTOS DE INSPEÇÃO MANUTENÇÃO PLANEJADA				Grupo:	Preparado:						
		Área:				Equipamento: Colhedora				Revisado:			
ILUSTRAÇÃO		PONTOS DE INSPEÇÃO											
Posição	Ponto	Condição Ideal	Método	Ferramenta	Tempo	Periodicidade				Responsável			
						D	S	M	A				
	A	1	Graxa nova sempre à vista	Visual	-	4 segundos		X			Mantenedor		
	A	2	Graxa nova sempre à vista	Visual	-	4 segundos		X			Mantenedor		
	A	3	Graxa nova sempre à vista	Visual	-	4 segundos		X			Mantenedor		
	A	4	Pino do pistão de giro inteiro	Visual	-	4 segundos		X			Mantenedor		
	A	5	Sem vazamentos na arruela do pistão	Visual	-	4 segundos		X			Mantenedor		

Fonte: Próprio Autor, 2024

Figura 7 – Posição e pontos de inspeção demarcados no equipamento



Fonte: Próprio Autor, 2024

A manutenção preventiva engloba a execução de atividades regulares, como lubrificação e inspeção dos componentes críticos, antes que apresentem falhas. Um plano de manutenção para colhedoras de cana-de-açúcar é fundamental para garantir a eficiência e a longevidade dos equipamentos. Ele abrange todo o equipamento,

identificando e corrigindo possíveis falhas antes que elas causem paralisações não planejadas. A implementação desse plano visa aumentar a eficiência operacional, reduzir o tempo de inatividade e os custos de reparo, bem como garantir a segurança dos operadores durante as operações de colheita.

Figura 8 – Plano de Manutenção de 700 horas - Colhedoras

PLANO DE MANUTENÇÃO 700h - COLHEDORAS	
SISTEMA ARREFECIMENTO	OBSERVAÇÕES
Lavar radiadores (radiador, resfriador de óleo hidráulico, resfriador de ar de carga, resfriador de combustível, condensador A/C)	
Ajustar mangotes, mangueiras, tubos e conexões do sistema de arrefecimento	
Verificar fixação e estado da hélice do radiador	
Verificar dreno da bomba do sistema de arrefecimento	
TANQUE DE COMBUSTÍVEL	
Verificar Respiro do Tanque de Combustível	
SISTEMA ADMISSÃO	
Inspeccionar mangotes e abraçadeiras do intercooler	
MOTOR	
Inspeccionar tampa da carcaça do filtro, caixa de ar e ligação da tubulação na caixa de ar	
Verificar a correia e tensor	
Aferir tensão da mola do tensor	
Verificar amortecedor da polia do virabrequim do motor (1 peça)	
Verificar isoladores de vibração (Calços do Motor) (3 peças)	
Verificar OVC (Ventilação do Câster Aberto)	
Verificar alternador	
Verificar motor de partida	
SISTEMA HIDRAULICO	
Fazer diálise do óleo hidráulico	
DIVISORES DE LINHA	
Verificar rolos divisores de linha	
Verificar estado da estrutura (trincas e desgaste)	
Trocar acumulador de pressão de elevação dos divisores de linha	
CORTE DE BASE	
Verificar a condição discos do corte de base	
Ajustar torque da porca castelo do eixo	
Trocar acumulador de pressão de elevação da caixa de corte de base (Suspensão/Corte de Base)	
Limpar respiro da caixa de corte de base	
ROLOS ALIMENTADORES / LEVANTADOR	
Trocar acoplamentos do rolo levantador	
Trocar canecas do rolo levantador	

Fonte: Próprio Autor, 2024

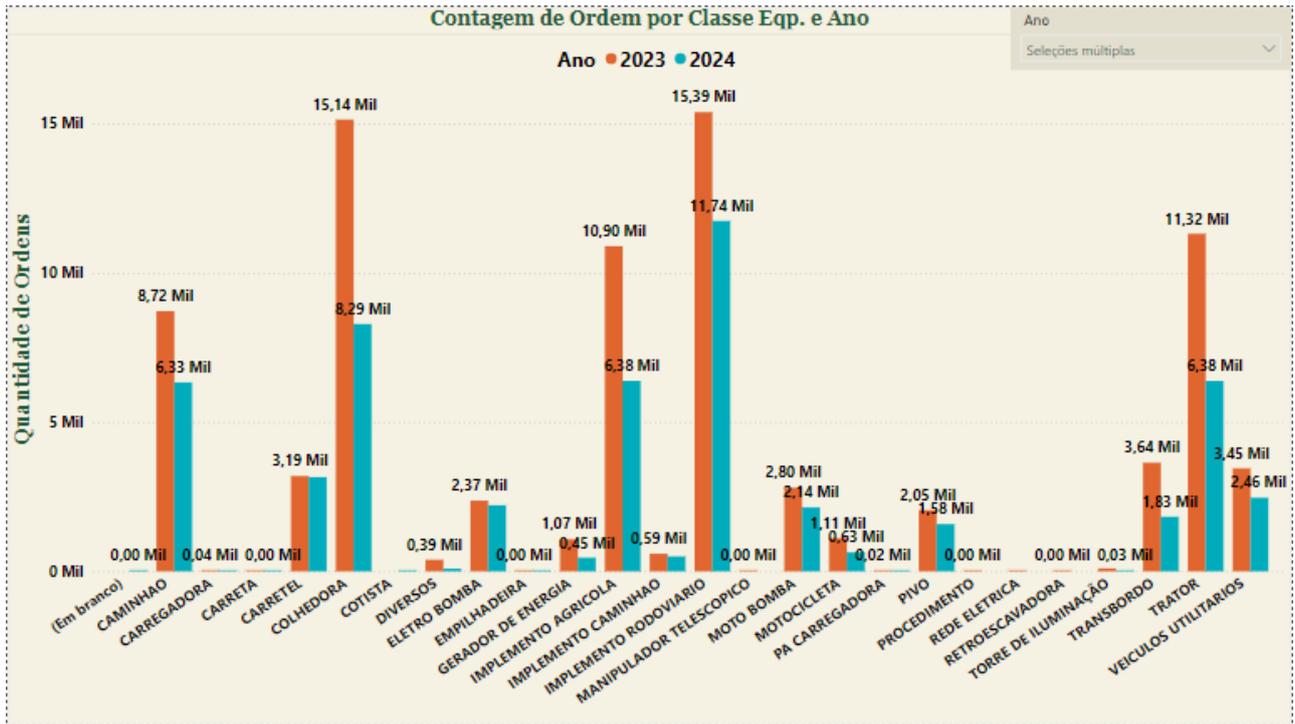
A Figura 8 apresenta o plano de manutenção para uma colhedora. Os planos são divididos em intervalos de 700 horas projetados visando a melhor performance do equipamento. A cada intervalo de horas de operação, é realizada uma manutenção preventiva que partem do plano de 700 horas que abrange em maior parte de suas atividades a verificação dos componente, até seu plano de reforma de 7000 hora, onde é realizado a troca de sua maioria devido alto desgaste em operação, sendo o mais robusto dentre os planos.

A Figura 9 ilustra a quantidade de ordens abertas para colhedoras em comparação com outros equipamentos agrícolas nos anos de 2023 e 2024. A linha de tendência para as colhedoras mostra um número significativamente maior de ordens em 2023, apresentando um valor 15,14 mil

ordens, enquanto 8,29 mil ordens em 2024, enquanto os demais equipamentos apresentam em média 3 mil ordens ao ano, destacando a necessidade de um plano de manutenção robusto, reforçando a importância de implementar estratégias de manutenção preventiva especificamente adaptadas para as mesmas.

Em um estudo conduzido após a implementação da TPM, observa-se dentro Figura 10 que o número de quebras de colhedoras de cana-de-açúcar foi reduzido aproximadamente 34,1% durante a aplicação da metodologia. Esse resultado reflete o impacto positivo das ferramentas utilizadas, como o 5S e o Manutenção Autônoma, que capacitam os operadores a realizarem inspeções diárias através pequenas correções, promovendo a longevidade dos equipamentos.

Figura 9 – Quebras x Classe de Equipamentos (2024 x 2023)



Fonte: Próprio Autor, 2024

Figura 10 – Quebras x Ano de Colhedora

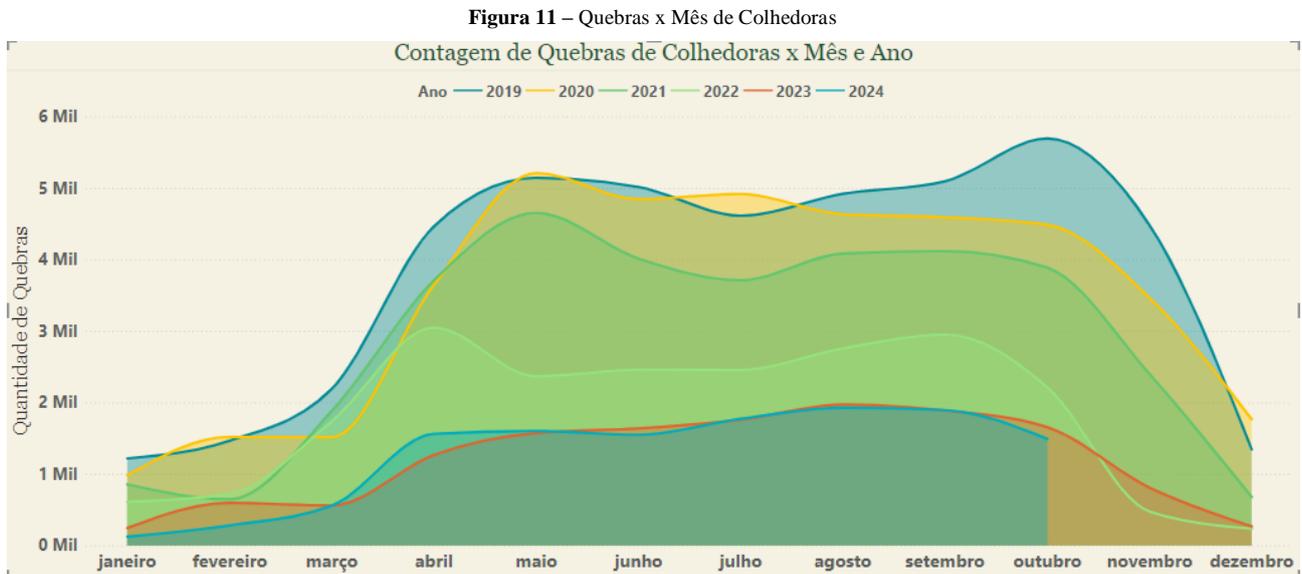


Fonte: Próprio Autor, 2024

Na Figura 11 pode-se observar o gráfico apresentando o número de quebras prematuras ao decorrer do ano, distribuído-as por meses, evidenciando uma notável redução nas falhas no ano de 2023, passando de

4,146 em 2022, para 3,348. Evidência um grande salto e evolução dentro da manutenção ao comparar o primeiro valor, referente a 2019, onde obteve-se um total de 9,735 quebras, sendo quase cinco vezes maior que o número

atingido em 2024, demonstrando o sucesso da implementação da metodologia.



Fonte: Próprio Autor, 2024

Tabela 2 – Contagem do número de quebras dentro dos principais meses Safra.

Ano	Abril	Agosto
2019	2605	3079
2020	1982	3031
2021	2108	2166
2022	1843	1563
2023	780	1201
2024	920	1000

Fonte: Próprio Autor, 2024

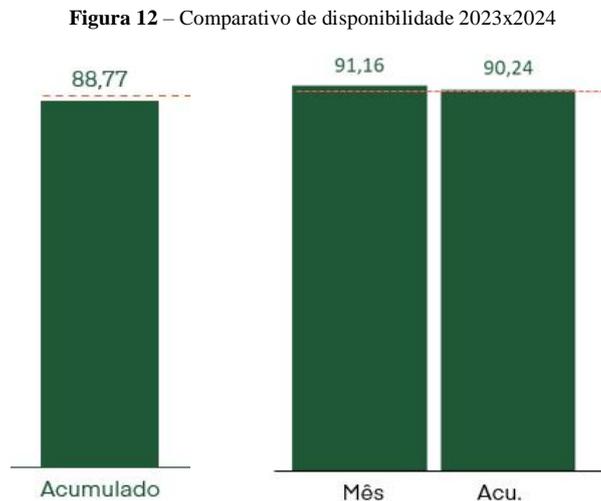
A Tabela 2 apresenta uma análise do número de quebras nos meses mais relevantes do período de safra. Abril marca o início da safra, durante o qual, devido ao amaciamento de componentes novos e aos ajustes de retorno de operação, ocorre um grande número de quebras. Em contraste, agosto representa a transição para a colheita orgânica, que, por não utilizar agentes químicos para limpeza, impõe um esforço maior aos equipamentos na realização da colheita.

A redução do tempo de inatividade não planejada é um dos principais objetivos ao implementar a metodologia TPM. Quanto menos tempo os equipamentos ficam fora de operação, maior é a disponibilidade deles para a realização das atividades produtivas, o que diretamente afeta a eficiência global do equipamento (OEE). A aplicação de ferramentas da TPM, como monitoramento contínuo, permitiu não só identificar as causas raízes dos problemas recorrentes, mas também atuar

de maneira proativa para impedir que novas falhas aconteçam.

A introdução de tecnologias de monitoramento contínuo, como análise preditiva, foi um marco decisivo para alcançar esses resultados. Na Figura 12 nota-se um aumento de 1,47% na disponibilidade de colhedoras, o que

resultou em um ciclo de colheita mais eficiente. Além disso, a melhora no tempo de resposta para reparos menores, através da capacitação dos operadores e da implementação de Manutenção Autônoma, permitiu que os problemas fossem solucionados antes de se agravarem.



Fonte: Próprio Autor, 2024

A adoção da metodologia TPM no departamento de manutenção automotiva para colhedoras de cana-de-açúcar demonstrou ser uma estratégia eficaz para reduzir custos, minimizar o número de quebras, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e fomentar uma cultura de melhoria contínua. Ao investir em capacitação dos colaboradores e em ferramentas preventivas e preditivas, a empresa não só melhorou seus resultados operacionais, mas também contribuiu para o desenvolvimento de uma equipe mais qualificada e engajada.

O próximo passo para garantir a sustentabilidade desses resultados será a consolidação das práticas TPM como parte integrante da cultura organizacional, garantindo que a busca pela excelência operacional seja contínua e que os processos de manutenção estejam sempre evoluindo. Além disso, a integração de novas tecnologias e metodologias de análise de dados pode potencializar ainda mais os resultados positivos da TPM, contribuindo para a competitividade no setor agrícola.

5. CONCLUSÃO

A implementação da metodologia TPM no departamento de manutenção automotiva de colhedoras de cana-de-açúcar demonstrou ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência operacional e reduzir custos. Através de uma abordagem que combina manutenção preventiva e preditiva, foi possível reduzir o número de quebras, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e minimizar o tempo de inatividade não planejada. Além disso, a promoção de uma cultura de melhoria contínua e o investimento na capacitação dos colaboradores resultaram em uma equipe mais qualificada e engajada, o que contribuiu para o sucesso sustentável das operações.

Os resultados positivos alcançados observado no comparativo dos anos de 2023 e 2024, trouxeram como resolução a redução de 34,1% no número de quebras de colhedoras, ocasionando o aumento de 1,47% na disponibilidade, evidenciando assim o impacto direto da TPM no desempenho da manutenção. A longo prazo, espera-se

que essas melhorias não só sejam mantidas, mas também aperfeiçoadas à medida que novas tecnologias e práticas de gestão sejam integradas aos processos.

A TPM, portanto, não apenas se consolida como uma ferramenta essencial para o aumento da eficiência e

competitividade do setor agrícola, mas também fortalece a visão de que a manutenção não é apenas uma atividade corretiva, mas um elemento estratégico para a otimização do desempenho produtivo e redução de custo .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROMBA, I. F. et al. **Dificuldades observadas na implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM): evidências empíricas do setor manufatureiro.** scielo, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/R7x6DPTx5QLgkJWpXWJhpQ/abstract/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

BOGO, S. E. S. **manutenção preventiva de equipamentos produtivos e seu impacto na redução dos gargalos no processo industrial em uma empresa do ramo eletroeletrônico do pim.** tede ufam, 2017. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6139/5/Disserta%20c3%a7%20c3%a3o_Stefano%20E.%20S.%20Bogo.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CARVALHO, A. F. D. **MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: O PRIMEIRO PILAR DA TPM.** faex, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucaao/article/view/505/332>>. Acesso em: 29 maio 2024.

COSTA, F. B. D.; MELO, G. V. D. **Estudo para implantação de um sistema de planejamento e controle de manutenção.** semanaacademica, 2017. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/estudo_para_implantacao_de_um_sistema_de_planejamento_e_controle_de_manutencao.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.

DAMASCENO, F. F. **Referencial teórico sobre a importância da manutenção produtiva total (TPM) na indústria.** ufersa, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstream/s/edb13705-7c7c-4c7f-bcbc-8351697edfb8/content>>. Acesso em: 02 jun. 2024.

ELY, M. L. **Análise de confiabilidade para componentes de máquinas agrícolas : estudo de caso comparativo no disco de embreagem de um trator.** ufrgs, 2024. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/275394>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

FERREIRA, T. et al. **Elaboração de um planejamento de manutenção aos moldes da Manutenção Produtiva Total (TPM): um estudo de caso.** ufrgs, 2022. Disponível em:

<<https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/119500>>. Acesso em: 03 jun. 2024.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2018.

GONÇALVES, V. M. **Implementação de um sistema de gestão de manutenção baseado nos princípios do TPM em uma indústria de fertilizantes.** ufu, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31305>>. Acesso em: 29 maio 2024.

JUNIOR, D. T. A. et al. **Inclusão de boas práticas de compras aos pilares do TPM.** pgsscogna, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/47761/1/Inclus%C3%A3o%20de%20boas%20pr%C3%A1ticas%20-%20artigo.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

LAMY, M. **Metodologia da Pesquisa.** 1. ed. Brasil: Matrioska, 2020.

LUCIANO, É. L. et al. **Visitantes otimização da manutenção produtiva total (tpm) no setor administrativo de uma empresa de manutenção elétrica.** sadsj, 2020. Disponível em: <<https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/301>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

LUCIANO, É. L. L. et al. **A otimização da manutenção produtiva total (tpm) no setor administrativo de uma empresa de manutenção elétrica.** sadsj, 2020. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/issn.2446-5763.v6i17p374-392>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

LUNETTA, A. D.; GUERRA, R. **Metodologia da pesquisa científica e acadêmica.** revistaowl, 2023. Disponível em: <<https://revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/48>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

Nakajima, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.** Productivity Press. 1988.

NASCIMENTO, V. A. M. A. D. **Manutenção Produtiva Total (TPM).** dlwqtxts1xzle7, 2020. Disponível em: <https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/65033879/2020_Oliveira_Figueiredo_e_Redim_Topicos_em_Administracao_vol_35_Oficial-libre.pdf?1606361914=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTopicos_em_Administracao_Volume_34.pdf&Expires=1717423631&Sig>. Acesso em: 01 jun. 2024.

NEVES, P. D. T. **Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance): estudo de caso na colheita mecanizada de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) (2011).** usp, 2011. Disponível em:

<<https://repositorio.usp.br/item/002241372>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. utfpr, 2008.

Disponível em:
<<https://revistas.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/16/13>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PEREIRA, I. Z. et al. **Uma breve revisão sobre a indústria sucroalcooleira no Brasil com enfoque no potencial de geração de energia**. researchgate, 2019.

Disponível em:
<https://www.researchgate.net/profile/Ivan-Santos-2/publication/343693255_Uma_breve_revisao_sobre_a_industria_sucroalcooleira_Brasil_com_enfoque_no_potencial_de_geracao_de_energia/links/5f720b6a458515b7cf54f7ed/Uma-breve-revisao-sobre-a-industria-sucroalco>. Acesso em: 29 maio 2024.

SANTOS, Á. L. D. S.; SILVA, E. E. S. **Os recursos humanos na implementação da manutenção produtiva total (tpm): impactos na cultura organizacional**.

emnuvens, 2022. Disponível em:
<<https://reer.emnuvens.com.br/reer/article/view/640>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

SILVA, J. P. A. R. D. **OEE – a forma de medir a eficácia dos equipamentos**. dlwqxts1xzle7, 2009.

Disponível em:
<https://dlwqxts1xzle7.cloudfront.net/35121320/OEE_forma_de_medir_eficacia_equipamento-Rev1-libre.pdf?1413277935=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3doee_a_forma_de_medir_a_eficacia_dos_equi.pdf&expires=1717440102&signature=d7zjd7btsvuyhgxcb>. acesso em: 28 maio 2024.

SOUZA, A. R. V. D. **Processo de produção e beneficiamento de sementes de soja**. pgsscogna, 2022.

Disponível em:
<<https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/56194/1/Alan+Ricardo+Valdanha+de+Souza.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

TELES, F. et al. **Obstáculos e benefícios da implantação da Manutenção Produtiva Total (MPT): uma revisão de literatura**. revistagesec, 2023.

Disponível em:
<<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2056>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

TOMAZELA, M. **Administração limpa e enxuta em sistemas hidráulicos de colhedoras de cana-de-açúcar: uma proposta metodológica**. unicamp, 2007. Disponível em:

<<https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=463661>>. Acesso em: 02 jun. 2024.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**.

repositorio, 2015. Disponível em:
<<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013451.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

JOHN DEERE. **Colhedora de cana-de-açúcar CH570**. Disponível em:

<<https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/colhedora-de-cana/ch570/>>. Acesso em: 17 dez. 2024.