

IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL EM ORGANIZAÇÕES DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS: ESTRATÉGIAS, DESAFIOS E IMPACTOS NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN AGRICULTURAL EQUIPMENT ORGANIZATIONS: STRATEGIES, CHALLENGES AND IMPACTS ON OPERATIONAL EFFICIENCY

571

Everton Augusto de Almeida Finazzi¹, José Marcos Romão Júnior², Alexandre Junqueira³, Joaquim M. F. Antunes Neto⁴

1- Discente do CST em Gestão da Produção Industrial, FATEC Itapira; 2- Especialista em Controladoria e Finanças (INPG –Brasil) e docente e coordenador do CST em Gestão da Produção Industrial da FATEC Itapira; 3- Mestre em Economia Social (Universidade do Minho, UMINHO, Portugal), docente da FATEC Itapira; 4- Doutor em Biologia Funcional e Molecular, IB, UNICAMP, Campinas, SP. MBA em Gestão de Estratégia Empresarial e Especialista em Tecnologias para a Indústria 4.0 (Faculdade São Luís, Jaboticabal, SP), graduado em Biologia. Docente na FATEC Itapira.

E-mail: joaquim.antunes@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O estudo sobre a implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) em organizações de equipamentos agrícolas analisa como essa metodologia pode ser aplicada para melhorar a eficiência operacional no setor agrícola. A pesquisa investiga as estratégias utilizadas para integrar a TPM, os desafios enfrentados durante a implementação, e os impactos resultantes sobre a eficácia operacional dos equipamentos. Destaca-se que a TPM, com sua abordagem proativa e inclusiva, visa não apenas reduzir falhas e paradas, mas também promover uma cultura de manutenção contínua e envolvimento dos operadores. Os desafios incluem a resistência à mudança, a necessidade de treinamento e a adaptação de práticas específicas ao contexto agrícola. O estudo conclui que, apesar das dificuldades iniciais, a adoção da TPM pode levar a significativas melhorias na disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, resultando em maior eficiência e redução de custos operacionais.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total (TPM). Eficiência Operacional. Equipamentos Agrícolas. Estratégias de Implementação. Desafios e Impactos.

ABSTRACT

The study on the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in agricultural equipment organizations analyzes how this methodology can be applied to improve operational efficiency in the agricultural sector. The research investigates the strategies used to integrate TPM, the challenges faced during implementation, and the resulting impacts on the operational effectiveness of equipment. It is highlighted that TPM, with its proactive and inclusive approach, aims not only to reduce failures and downtime, but also to promote a culture of continuous maintenance and operator involvement. Challenges include resistance to change, the need for training, and the adaptation of specific practices to the agricultural context. The study concludes that, despite initial difficulties, the adoption of TPM can

lead to significant improvements in equipment availability and reliability, resulting in greater efficiency and reduced operational costs.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM). Operational Efficiency. Agricultural Equipment. Implementation Strategies. Challenges and Impacts.

INTRODUÇÃO

572

O mercado brasileiro de máquinas agrícolas foi avaliado em US\$ 7,10 bilhões em 2023 e deve alcançar US\$ 8,87 bilhões até 2028, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 4,6% durante o período de previsão (2023-2028), segundo relatório apresentado pela *Mordor Intelligence* (2024). A agricultura no Brasil está altamente desenvolvida, com o país sendo um dos maiores exportadores de diversas commodities agrícolas e possuindo extensas áreas de terra com potencial para expansão significativa. O relatório enfoca que esse aumento na área cultivada impulsiona o crescimento do mercado de máquinas agrícolas, trazendo junto uma crescente conscientização dos agricultores sobre equipamentos avançados, a redução dos custos de produção e a tendência de maximizar a produtividade estão levando à adoção crescente de tecnologia agrícola.

A consolidação das propriedades agrícolas, com grandes proprietários adquirindo explorações menores, também está impulsionando a demanda por máquinas que reduzem os custos de mão de obra e tornam as operações mais eficientes. Outros fatores que contribuem para o crescimento do mercado incluem melhorias tecnológicas como a agricultura de precisão, expansão das áreas plantadas, iniciativas governamentais favoráveis, redução das barreiras comerciais, fortalecimento da infraestrutura agrícola e aumento da demanda por alimentos (MORDOR INTELLIGENCE, 2024).

A Manutenção Produtiva Total (TPM) emergiu como uma estratégia vital para otimização de processos industriais e gestão de equipamentos, demonstrando um impacto significativo na eficiência operacional de diversas indústrias (OLIVEIRA; GUIMARÃES; MIRANDA, 2020). No setor agrícola, onde o maquinário desempenha um papel fundamental na produtividade e na sustentabilidade das operações, a implementação de TPM representa uma oportunidade estratégica para melhorar a

performance dos equipamentos e, por consequência, os resultados operacionais (FARIAS, 2015). No entanto, a adaptação dos princípios da TPM às especificidades do setor agrícola apresenta desafios únicos que merecem uma análise aprofundada. O conceito de TPM foi desenvolvido no Japão na década de 1970 e tem como objetivo maximizar a eficácia dos equipamentos através de uma abordagem abrangente que envolve todos os níveis da organização (HIRABAYASHI, 2023).

Trata-se de uma metodologia em resposta à necessidade de melhorar a eficácia dos equipamentos e reduzir o tempo de inatividade não planejado. Inicialmente desenvolvido pela empresa japonesa JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), o TPM buscava integrar a manutenção dos equipamentos com a operação diária, promovendo a participação ativa dos operadores na identificação e resolução de problemas. Aplicado com sucesso em indústrias de manufatura, o TPM enfatiza a participação ativa dos operadores na manutenção preventiva e corretiva, a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios (DAMASCENO, 2021). Essa filosofia tem se mostrado eficaz na redução de paradas não planejadas e na maximização do tempo de operação dos equipamentos, aspectos críticos em ambientes industriais de alta demanda. Esse modelo foi uma evolução dos métodos tradicionais de manutenção, que frequentemente se concentravam apenas na manutenção corretiva ou preventiva, sem a participação integral dos operadores (BORGES; RESENDE; SANTOS, 2023).

A TPM se diferencia das abordagens anteriores ao enfatizar a importância da colaboração entre todos os níveis da organização na manutenção e melhoria dos equipamentos. Seus princípios incluem a manutenção autônoma, onde os operadores são capacitados para realizar inspeções e pequenas manutenções; a manutenção planejada, que envolve a programação e execução de manutenção preventiva e preditiva; e a melhoria contínua, que busca eliminar as causas raiz dos problemas e melhorar continuamente os processos (GONÇALVES, 2015).

Ao longo dos anos, a TPM se expandiu e se adaptou a diferentes contextos e indústrias, ampliando seu alcance além das fronteiras do Japão e das indústrias manufatureiras. Nos anos 1980 e 1990, a TPM ganhou reconhecimento internacional e passou a ser implementada em diversos setores, incluindo a indústria alimentícia,

farmacêutica e, mais recentemente, o setor de serviços e agricultura. Essa expansão global trouxe novos desafios e oportunidades, exigindo a adaptação dos princípios da TPM para atender às necessidades específicas de diferentes indústrias e ambientes operacionais (SILVA, 2006).

A evolução da TPM também está associada ao desenvolvimento de tecnologias e metodologias complementares, como o Controle de Qualidade Total (TQC) e a Gestão da Qualidade Total (TQM). Esses avanços contribuíram para uma abordagem mais integrada e abrangente da gestão de processos e manutenção, permitindo uma maior sinergia entre TPM e outras estratégias de melhoria contínua (NOGUEIRO, 2023).

No entanto, a transição para a aplicação da TPM em organizações que operam equipamentos agrícolas apresenta uma série de desafios específicos (FARIAS, 2015). Equipamentos agrícolas frequentemente operam em condições adversas e variáveis, que incluem terrenos irregulares e condições climáticas extremas. Além disso, a integração da TPM deve levar em conta a diversidade de máquinas e tecnologias utilizadas no setor, desde tratores e colheitadeiras até sistemas de irrigação e processamento de grãos. Esses fatores exigem uma adaptação cuidadosa das estratégias de TPM para garantir que as práticas sejam relevantes e eficazes no contexto agrícola (OLIVEIRA; GUIMARÃES; MIRANDA, 2020).

A relevância da TPM para o setor de produção de máquinas agrícolas é substancial, refletindo seu impacto em várias áreas críticas do ciclo de vida das máquinas. A TPM oferece benefícios significativos que podem melhorar a eficiência operacional, a qualidade do produto e a satisfação do cliente (DAMASCENO, 2021; TELES et al., 2023; CESARIO et al., 2024):

- **Otimização da Produção e Redução de Paradas.** Na produção de máquinas agrícolas, a eficiência dos processos de fabricação é crucial para atender à demanda do mercado e cumprir prazos de entrega. A TPM promove uma abordagem proativa para a manutenção dos equipamentos de produção, a minimizar paradas não planejadas e interrupções na linha de montagem. Ao aplicar práticas de TPM, como manutenção preventiva e monitoramento contínuo, os fabricantes podem reduzir significativamente o tempo de inatividade dos equipamentos, resultando em uma produção mais contínua e eficiente.

- **Melhoria da Qualidade dos Produtos.** A qualidade das máquinas agrícolas produzidas é fundamental para garantir a satisfação do cliente e a competitividade no mercado. A TPM contribui para a melhoria da qualidade ao assegurar que todos os equipamentos de produção estejam operando dentro dos padrões desejados. A manutenção regular e o ajuste preciso dos equipamentos de fabricação ajudam a reduzir defeitos e variações nos produtos, resultando em máquinas agrícolas que atendem a especificações rigorosas e padrões de qualidade elevados.
- **Redução de Custos com Manutenção e Reparo.** Os custos associados à manutenção e ao reparo dos equipamentos de produção podem ser significativos. A TPM adota uma abordagem sistemática para reduzir esses custos, concentrando-se na manutenção preventiva e na detecção precoce de problemas. Isso ajuda a evitar falhas graves e reparos emergenciais que podem ser dispendiosos e afetar a produção. Ao reduzir a necessidade de manutenção corretiva e prolongar a vida útil dos equipamentos, a TPM contribui para uma gestão financeira mais eficiente.
- **Aumento da Vida Útil dos Equipamentos.** Os equipamentos de produção de máquinas agrícolas representam um investimento substancial. A aplicação da TPM ajuda a maximizar a vida útil desses ativos através de práticas de manutenção adequadas e cuidados regulares. A TPM promove a identificação e correção de problemas antes que eles se tornem críticos, preservando a integridade dos equipamentos e garantindo que eles continuem a operar de maneira confiável ao longo de sua vida útil.
- **Maior Engajamento e Capacitação dos Funcionários.** A TPM envolve todos os níveis da organização, desde operadores até gestores, promovendo uma cultura de responsabilidade compartilhada pela manutenção e eficiência dos equipamentos. No setor de produção de máquinas agrícolas, isso significa que
 - os funcionários são treinados e capacitados para realizar manutenção básica, identificar problemas e participar da melhoria contínua. Esse engajamento não só melhora a eficiência operacional, mas também aumenta a moral e a satisfação dos funcionários.
- **Facilitação da Implementação de Tecnologias Avançadas.** A produção de máquinas agrícolas está cada vez mais integrada com tecnologias avançadas, como automação e controle digital. A TPM proporciona uma base sólida para a implementação bem-sucedida dessas tecnologias, garantindo que os equipamentos

de produção estejam em ótimas condições para suportar novas tecnologias. A manutenção adequada é essencial para garantir a integração eficiente de sistemas avançados e a operação contínua das máquinas.

- **Adaptação a Mudanças no Mercado e na Demanda.** O setor de máquinas agrícolas enfrenta flutuações na demanda e mudanças nas necessidades dos clientes. A TPM permite uma maior flexibilidade e adaptabilidade nos processos de produção, ajudando os fabricantes a responderem rapidamente às mudanças no mercado. A manutenção eficiente e a capacidade de ajustar os equipamentos com base nas exigências do mercado garantem que a produção possa ser ajustada de forma eficaz para atender às novas demandas.

A TPM também oferece uma abordagem robusta e eficaz para enfrentar os desafios inerentes do setor de produção de máquinas agrícolas. Ao otimizar a produção, melhorar a qualidade dos produtos, reduzir custos e engajar os funcionários, a TPM contribui significativamente para a eficiência e a competitividade dos fabricantes de máquinas agrícolas (OLIVEIRA; GUIMARÃES; MIRADA, 2020). Em um setor onde a qualidade, a confiabilidade e a eficiência são fundamentais, a TPM se destaca como uma estratégia essencial para garantir a excelência operacional e a satisfação do cliente (SAURIN; FERREIRA, 2008).

A implementação da TPM em organizações de equipamentos agrícolas enfrenta desafios técnicos e operacionais, como também demanda mudanças culturais e organizacionais. A adesão bem-sucedida ao TPM requer o engajamento de todos os colaboradores, desde operadores de máquinas até gestores, em um esforço conjunto para melhorar a manutenção e a operação dos equipamentos. A resistência à mudança, a necessidade de treinamento especializado e a adaptação dos processos existentes são aspectos críticos que devem ser geridos para alcançar os benefícios esperados (FARIAS, 2015).

Hoje, a TPM continua a evoluir, incorporando novas tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a análise de dados para otimizar ainda mais a manutenção e a operação dos equipamentos. A aplicação da TPM é cada vez mais relevante em um mundo onde a eficiência operacional e a minimização de custos são vitais para a competitividade e a sustentabilidade das organizações (FERNANDES, 2024).

Este artigo, portanto, visa explorar a implementação da TPM em indústrias de equipamentos agrícolas, analisando as estratégias adotadas, os desafios encontrados e os impactos observados na eficiência operacional. Através de uma revisão da literatura existente e de estudos de caso relevantes, serão discutidos os aspectos chave para a adoção bem-sucedida da TPM e os resultados que essa prática pode trazer para a melhoria da performance operacional e da competitividade no setor agrícola.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica narrativa sobre a implementação da TPM em indústrias de produção de máquinas agrícolas, delimitado por um levantamento de dados cuidadosamente estruturados para garantir uma revisão abrangente e crítica da literatura existente. Houve logo no início a definição clara do objetivo deste estudo bibliográfico. No caso da TPM em indústrias de produção de máquinas agrícolas, o objetivo foi revisar e analisar a literatura existente para compreender as práticas, desafios, benefícios e impactos da TPM nesse setor específico, o que inclui identificar as melhores práticas, lacunas na pesquisa e áreas que necessitam de mais investigação.

Utilizou-se as bases de dados do Portal de Periódicos da Capes e o Google Acadêmico, para buscar artigos acadêmicos, teses, e dissertações sobre TPM e sua aplicação em indústrias de produção de máquinas agrícolas. Incluiu-se também livros especializados em TPM, manutenção industrial e gestão de operações que ofereçam uma visão abrangente dos conceitos e práticas. Definiu e utilizou-se palavras-chave e termos específicos como “manutenção produtiva total”, “TPM em máquinas agrícolas”, “eficiência operacional na manutenção industrial”, e “manutenção preventiva e preditiva”. Empregou-se também operadores booleanos (AND, OR, NOT) para refinar as buscas e combinar diferentes termos de pesquisa de forma eficaz.

Como critérios de inclusão selecionou-se trabalhos que abordassem diretamente a TPM em indústrias de máquinas agrícolas ou em setores comparáveis. A qualidade e credibilidade destes estudos foram delineadas pelas fontes publicadas

em revistas acadêmicas respeitáveis, com revisão por pares, e livros de autores reconhecidos na área. Considerou-se a relevância temporal dos estudos, dando preferência a publicações recentes que refletissem o estado atual da pesquisa e as práticas mais recentes. A seleção e organização dos materiais foi realizada por uma leitura crítica dos títulos e resumos para determinar a relevância dos estudos selecionados. Filtrou-se aqueles que oferecessem uma visão significativa sobre a TPM no contexto das máquinas agrícolas. Organizou-se, assim, as referências de acordo com categorias temáticas e metodológicas, como práticas de TPM, resultados econômicos e desafios específicos. Todas essas estratégias permitiram analisar os principais temas e tendências emergentes na literatura sobre TPM, como os benefícios da TPM, desafios comuns na implementação e o impacto econômico. A síntese crítica foi concebida pelo resumo das conclusões dos principais estudos, destacando as contribuições mais relevantes para a compreensão da TPM em indústrias de máquinas agrícolas. Isso permitiu identificar lacunas na literatura existente e áreas que necessitam de mais investigação, como estudos de caso específicos ou análises de longo prazo.

RESULTADOS

A implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) em organizações de equipamentos agrícolas tem se destacado como uma estratégia fundamental para otimizar a eficiência operacional e reduzir custos. Este estudo explora as diversas abordagens adotadas para a integração do TPM em empresas do setor, identificando as estratégias eficazes, os desafios enfrentados e os impactos gerados na performance das operações. Com um foco específico em equipamentos agrícolas, a análise revela como a adoção desta metodologia pode transformar processos, melhorar a confiabilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, elevar a produtividade geral das operações agrícolas.

O Mercado de Máquinas Agrícolas no Brasil

Conforme o relatório da *Mordor Intelligence* (2024), o mercado brasileiro de máquinas agrícolas é predominantemente concentrado, com os principais grupos internacionais dominando a maior parte do setor. Entre os principais players estão *Deere and Company*, *Mahindra e Mahindra Ltd.*, *CNH Industrial*, *Kubota Corporation* e *AGCO Corporation*. Os agricultores tendem a preferir essas empresas internacionais devido à garantia de qualidade e ao suporte pós-venda que oferecem. Apesar disso, as máquinas fabricadas no Brasil lideram as vendas, já que muitas dessas empresas internacionais possuem unidades de produção no país.

As máquinas agrícolas incluem equipamentos para diversas atividades, como plantio, semeadura, fertilização, controle de pragas, irrigação, colheita, produção de feno e forragem, além de atividades pós-colheita, como carga, descarga e armazenamento. O mercado é segmentado em várias categorias: tratores (divididos em abaixo de 80 cv., 81-130 cv. e acima de 130 cv.), máquinas para arar e cultivar (incluindo arados, grades, cultivadores e outros), máquinas para plantio (como semeadoras, plantadeiras e espalhadores), máquinas de colheita (colheitadeiras, colheitadeiras de forragem e outras), máquinas para feno e forragem (cortadores, enfardadeiras e similares) e máquinas para irrigação (irrigação por aspersão, irrigação por gotejamento e outros tipos), conforme também apontado pelo relatório da *Mordor Intelligence* (2024).

Em 2023, as vendas de máquinas agrícolas caíram 13,2%, com 60.921 unidades adquiridas pelos produtores, conforme dados da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), em comparação com 70.262 unidades em 2022. Para 2024, a previsão é de uma nova queda de 11%. O ano de 2023 foi caracterizado pela cautela dos agricultores devido a condições climáticas adversas, dificuldades de financiamento e a redução dos preços das commodities, especialmente a soja. Além disso, o período eleitoral também contribuiu para a desaceleração das vendas (ONDEI, 2024).

Os fatores que mais influenciam a decisão dos produtores na compra de máquinas são as taxas de financiamento, o tempo e a liberação, que representam 60% dessa decisão. Além desses fatores, o clima adverso e a queda nos preços das commodities também tiveram impacto, embora de forma menos significativa. Outro

aspecto que contribui para o cenário de queda é a expectativa de redução da taxa Selic, sinalizada pelo Banco Central e pressionada pelo governo federal, o que faz com que os produtores adiem suas decisões de compra (ONDEI, 2024).

Ainda de acordo com Ondeí (2024), correspondente da revista Forbes, no ano de 2022, o Paraguai foi o maior comprador de máquinas do Brasil, com aquisições de US\$ 195 milhões, representando 30% das exportações. Seguiram-se os EUA com US\$ 95 milhões (15%), a Bolívia com US\$ 55 milhões (9%), o Uruguai com US\$ 53 milhões (8%) e a África do Sul com US\$ 51 milhões (8%). As compras da Argentina foram de 5%, impactadas pela crise econômica e pela seca severa. O cultivo de grãos no Paraguai tem crescido, beneficiado por condições semelhantes às do Brasil e pela presença de muitos produtores locais.

Mas o cenário de desenvolvimento do segmento e a mecanização da agricultura vem sendo um fator decisivo para reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade e produtividade do agronegócio. No Brasil, o desenvolvimento da indústria de máquinas e equipamentos agrícolas foi impulsionado principalmente por programas governamentais que incentivaram a mecanização e a modernização de frotas. No entanto, a demanda por esses produtos é influenciada por diversos fatores, conforme ressaltado, tanto no mercado interno quanto externo, como o preço das *commodities* e as condições climáticas (CÂMARA; TANNUS, 2023).

As Bases da TPM

O processo de manutenção pode ser classificado em diferentes políticas, dependendo do tipo de intervenção e da estratégia adotada. Assim, compreender o tipo de manutenção necessário para uma intervenção ou tarefa é essencial para elaborar planos ajustados e adequados aos equipamentos e processos de uma indústria específica.

A manutenção é geralmente dividida em duas categorias principais: Manutenção Corretiva (MC) e Manutenção Preventiva. A MC é realizada após a falha ou perda de desempenho do equipamento, enquanto a MP é planejada e executada para prevenir falhas e reduzir custos com avarias. Além dessas, a Manutenção Preditiva também é relevante, pois utiliza ferramentas tecnológicas para diagnosticar

e prever o estado dos equipamentos, garantindo que permaneçam operacionais durante seu ciclo de vida útil. Embora a manutenção preventiva seja amplamente utilizada, uma gestão eficaz de manutenção deve integrar diversos tipos de manutenção devido às variadas características e condições dos ativos (SILVA, 2023).

A **Figura 1** apresenta essa classificação esquemática:

581

Figura 1. Tipos de manutenção.



Fonte: adaptado de Silva (2023).

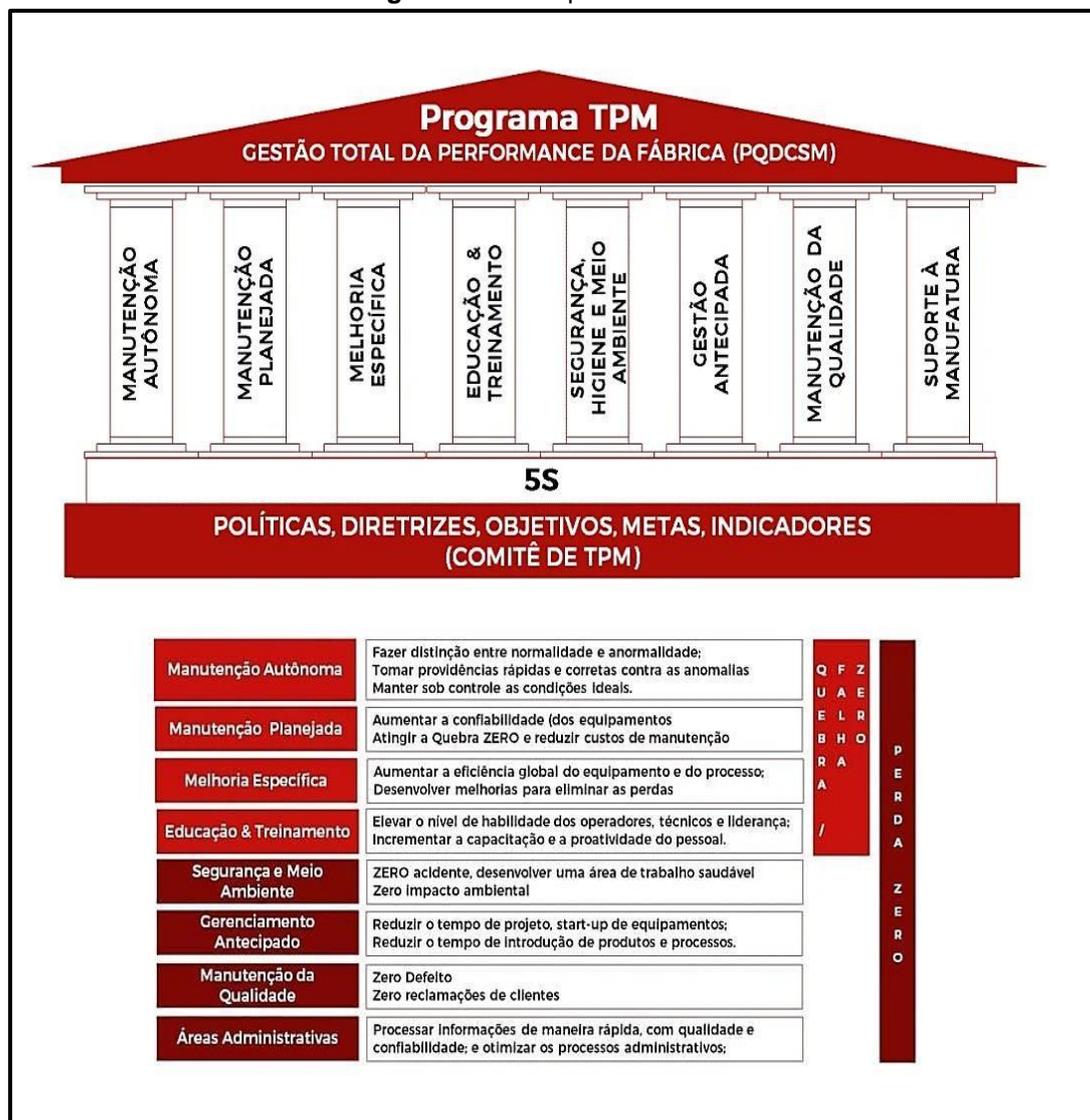
A TPM é uma abordagem de manutenção que visa maximizar a eficiência dos equipamentos e processos de produção. Seus conceitos e princípios fundamentais são (SOUZA; CARVALHO, 2022):

- **Manutenção Produtiva Total:** A TPM busca envolver todos os colaboradores na manutenção de equipamentos e processos, com o objetivo de eliminar perdas e garantir a máxima eficiência operacional.
- **Manutenção Autônoma:** Incentiva os operadores a realizarem pequenas manutenções e inspeções básicas, promovendo a responsabilidade compartilhada pela saúde dos equipamentos.
- **Manutenção Planejada:** Envolve a programação e execução de manutenções preventivas e preditivas, com base em análises de dados e histórico de falhas para evitar paradas inesperadas.

- **Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM):** Foca em garantir que os equipamentos desempenhem suas funções de forma confiável, adotando estratégias de manutenção baseadas na criticidade e nas consequências das falhas.
- **Manutenção de Qualidade:** Integra o controle de qualidade no processo de manutenção, garantindo que os equipamentos operem com alta qualidade e que o produto final atenda aos padrões estabelecidos.

A Figura 2 apresenta os pilares da TPM.

Figura2. Os oito pilares da TPM.



Fonte: adaptado de Alves (2020).

A TPM é uma abordagem abrangente para a gestão da manutenção que visa maximizar a eficiência dos equipamentos e promover a produtividade geral dentro de uma organização. Um dos princípios fundamentais da TPM, sendo a sua essência, é a busca pela manutenção produtiva total, que visa maximizar a eficiência e a produtividade dos equipamentos ao longo de seu ciclo de vida. Este processo é alcançado por meio da integração de todos os colaboradores no processo de manutenção, desde a alta gestão até os operadores de máquinas. O objetivo é minimizar paradas não planejadas, reduzir os custos de manutenção e melhorar a qualidade dos produtos.

A TPM enfatiza a importância de realizar manutenção preventiva e preditiva, promover a formação contínua dos funcionários e implementar práticas de melhoria contínua. Portanto, a TPM busca evitar falhas e otimizar o desempenho e a longevidade dos ativos produtivos, resultando em uma operação mais eficiente e lucrativa. (FONSECA, 2021).

Outro princípio essencial da TPM é o envolvimento de todos os funcionários na manutenção dos equipamentos. A TPM defende que a responsabilidade pela manutenção não deve recair apenas sobre uma equipe específica, mas sim envolver todos os colaboradores, desde operadores e técnicos até gestores e engenheiros. A ideia é que cada membro da organização assuma um papel ativo na identificação e resolução de problemas, promovendo uma cultura de responsabilidade compartilhada e contribuindo para a eficiência e a qualidade geral dos processos (FERREIRA, 2023).

A manutenção autônoma é um componente central da TPM, incentivando os operadores a se envolverem ativamente na manutenção diária dos equipamentos. Tal aspecto da TPM inclui atividades como limpeza, inspeção e pequenos ajustes, que ajudam a identificar e corrigir problemas menores antes que se tornem falhas maiores. Através da manutenção autônoma, os operadores se tornam mais responsáveis pelo desempenho de seus equipamentos, o que faz com que melhore a eficiência e ajude a prolongar a vida útil dos maquinários ao promover um ambiente de trabalho mais proativo (OLIVEIRA, 2021).

A filosofia de melhoria contínua, ou *Kaizen*, é outra pedra angular da TPM. Esse princípio enfatiza a busca constante por melhorias incrementais nos processos de manutenção e operação dos equipamentos. Ao implementar pequenas mudanças contínuas, a TPM visa aumentar a eficiência, reduzir desperdícios e falhas, e fomentar uma cultura de inovação e excelência. A abordagem *Kaizen* encoraja todos os colaboradores a contribuir com sugestões e ideias para melhorias, promovendo uma evolução constante dos processos (MENESES NETO, 2021).

Os pesquisadores do presente estudo enfocam que o comprometimento da alta administração garante a alocação adequada de recursos e serve como um exemplo para a organização, incentivando todos os níveis a se engajar nas práticas de TPM e a adotar uma mentalidade voltada para a melhoria e a eficiência.

Benefícios para Setores Industriais Agrícola

A TPM oferece benefícios substanciais tanto para setores industriais quanto agrícolas, promovendo melhorias operacionais e econômicas em diversas áreas. No setor industrial, a TPM tem demonstrado resultados notáveis na melhoria da eficiência e na redução de custos operacionais. Implementar TPM pode levar a uma significativa diminuição do tempo de inatividade não planejado, uma vez que a manutenção autônoma e planejada minimiza as falhas inesperadas e as paradas emergenciais. Espera-se que a TPM contribua para o aumento da vida útil dos equipamentos ao adotar práticas de manutenção preventiva e preditiva, de forma que reduza a necessidade de reparos caros e frequentes e também melhore a qualidade do produto final, pois os equipamentos operam dentro dos parâmetros ideais (DAMASCENO, 2021).

No setor agrícola, a TPM oferece vantagens comparáveis, adaptadas às particularidades das operações agrícolas. A aplicação de TPM pode resultar em uma maior eficiência operacional e produtividade das máquinas e equipamentos agrícolas, como tratores e colheitadeiras. A prática de manutenção preventiva e a capacitação dos operadores para a manutenção autônoma ajudam a evitar falhas durante períodos críticos, como a colheita, onde a continuidade da operação é essencial. Outro ponto

importante é que a TPM pode reduzir o impacto ambiental e aumentar a segurança no ambiente de trabalho ao garantir que os equipamentos estejam em boas condições e operem de forma segura e eficiente.

A redução das quebras e avarias também diminui os custos associados à manutenção emergencial e aos reparos de emergência, permitindo que os recursos sejam melhor alocados para outras áreas produtivas. Em ambos os setores, a TPM promove um ambiente de trabalho mais eficiente e seguro, fortalece a confiança dos colaboradores nas práticas de manutenção e contribui para a sustentabilidade econômica e operacional das operações (BORGES; RESENDE; SANTOS, 2023).

585

Etapas de Implementação da TPM no Setor de Máquinas Agrícolas

No setor de máquinas agrícolas, a TPM ganha importância ao integrar a manutenção preventiva com a participação ativa de todos os colaboradores na gestão dos ativos. O **Quadro 1** ilustra as etapas típicas para implementar a TPM em um ambiente agrícola:

Quadro 1. Etapas da Implementação da TPM.**Comprometimento da Alta Direção**

O primeiro passo é obter o comprometimento da alta direção e das lideranças da organização agrícola. Sem o apoio e o envolvimento dos líderes, a implementação da TPM pode enfrentar resistência e dificuldades. A alta direção deve entender os benefícios da TPM, fornecer recursos adequados e garantir que a cultura de manutenção seja priorizada em toda a organização.

Formação de uma Equipe de TPM

Crie uma equipe dedicada à implementação da TPM, composta por representantes de diferentes áreas, incluindo manutenção, operações e gestão. Esta equipe será responsável por liderar o processo, coordenar atividades e garantir que os princípios da TPM sejam aplicados de forma eficaz.

Avaliação da Situação Atual

Realize uma análise detalhada das práticas atuais de manutenção, das condições dos equipamentos e dos processos operacionais. Identifique as áreas problemáticas, as falhas recorrentes e as oportunidades de melhoria. Esta avaliação ajudará a estabelecer um ponto de partida e a definir prioridades para a implementação da TPM.

Treinamento e Educação

Proporcione treinamento para todos os níveis da organização, desde a alta gestão até os operadores de máquinas. O treinamento deve abranger os princípios da TPM, as responsabilidades de cada função e as melhores práticas para a manutenção autônoma e planejada. Educação contínua é fundamental para garantir que todos estejam alinhados e capacitados.

Desenvolvimento de Planos e Procedimentos

Desenvolva planos detalhados e procedimentos operacionais baseados nos princípios da TPM, incluindo a criação de planos de manutenção preventiva, a definição de responsabilidades para manutenção autônoma, e a implementação de sistemas de monitoramento e análise de desempenho dos equipamentos.

Implementação de Manutenção Autônoma

Inicie a prática de manutenção autônoma, onde os operadores de máquinas são treinados para realizar tarefas básicas de manutenção e inspeção. Envolver os operadores na identificação de problemas e na realização de pequenos reparos, o que ajuda a reduzir a carga de trabalho da equipe de manutenção e a melhorar a eficiência geral.

Estabelecimento de Indicadores de Desempenho

Defina e implemente indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar o sucesso da TPM. Esses indicadores podem incluir taxas de falha, tempos de inatividade, custos de manutenção e outros parâmetros relevantes. Monitorar esses indicadores permitirá avaliar o progresso e ajustar as estratégias conforme necessário.

Implementação de Manutenção Preventiva e Preditiva

Desenvolva e implemente um programa de manutenção preventiva e preditiva para os equipamentos agrícolas. Utilize dados históricos e técnicas de análise para prever falhas e realizar manutenção antes que os problemas se tornem críticos, reduzindo assim o tempo de inatividade e os custos de reparo.

Cultura de Melhoria Contínua

Fomente uma cultura de melhoria contínua dentro da organização. Incentive os colaboradores a buscar constantemente maneiras de aprimorar processos e práticas de manutenção. Realize reuniões periódicas para revisar os resultados, discutir melhorias e compartilhar melhores práticas.

Revisão e Ajuste do Plano

Realize revisões regulares do plano de TPM para garantir que esteja alinhado com os objetivos da organização e que esteja produzindo os resultados esperados. Ajuste as estratégias e procedimentos conforme necessário para abordar novos desafios e oportunidades de melhoria.

Comunicação e Feedback

Mantenha uma comunicação aberta e eficaz com todos os colaboradores. Compartilhe os sucessos e desafios da implementação da TPM e solicite feedback para identificar áreas que precisam de ajustes. A comunicação contínua ajuda a manter o engajamento e o alinhamento com os objetivos da TPM.

Fonte: elaborado pelos autores.

A filosofia da TPM enfatiza a melhoria contínua e a excelência operacional, destacando a importância da colaboração entre diferentes áreas e do envolvimento total da equipe para alcançar o melhor desempenho dos equipamentos. Esse modelo não só promove uma manutenção mais eficaz das máquinas, mas também capacita os funcionários e aprimora os processos, resultando em um ambiente de trabalho mais produtivo e eficiente (NUNES; SELLITTO, 2016). Seguir essas etapas ajuda a garantir uma implementação bem-sucedida da TPM, promovendo uma operação agrícola mais eficiente, segura e produtiva.

587

Treinamento e Capacitação de Funcionários

O treinamento e a capacitação de funcionários são componentes essenciais para o sucesso da implementação da TPM em uma organização agrícola. Inicialmente, é fundamental que todos os colaboradores compreendam os princípios e objetivos da TPM. Isso começa com a realização de sessões de treinamento abrangentes que expliquem os conceitos básicos da TPM, como manutenção autônoma, manutenção preventiva e preditiva, e a importância da participação de todos os membros da equipe na manutenção dos equipamentos. As sessões devem ser adaptadas às funções e responsabilidades específicas de cada grupo, garantindo que os operadores, técnicos e gestores tenham o conhecimento necessário para desempenhar suas tarefas de maneira eficiente (GOMES, 2020).

Além disso, a capacitação deve incluir treinamentos práticos e específicos sobre como realizar inspeções básicas, identificar problemas comuns e executar tarefas de manutenção simples. Isso capacita os operadores a assumir a responsabilidade pela manutenção autônoma de seus equipamentos, o que não só ajuda a reduzir o tempo de inatividade, mas também melhora a eficiência geral. É essencial que esses treinamentos sejam contínuos e evoluam conforme novas tecnologias e práticas de manutenção sejam introduzidas. A prática constante e a atualização dos conhecimentos ajudam a manter a equipe alinhada com as melhores práticas e a garantir que todos estejam aptos a lidar com novos desafios (PEREIRA, 2013).

A formação deve também englobar a utilização de ferramentas e técnicas de análise de dados, permitindo que os funcionários interpretem os indicadores de desempenho e realizem ajustes nas práticas de manutenção conforme necessário. A capacidade de analisar dados e responder proativamente a problemas emergentes é vital para a implementação eficaz da TPM. Realizar avaliações regulares de competências e proporcionar *feedback* constante ajuda a identificar áreas onde são necessários mais treinamentos e ajusta a abordagem para garantir que todos os membros da equipe estejam atingindo seus objetivos (OLIVEIRA, 2012).

Portanto, o desenvolvimento de uma cultura de aprendizado contínuo é essencial para o sucesso a longo prazo da TPM. Promover um ambiente onde o aprendizado e a melhoria contínua sejam valorizados e recompensados estimula os funcionários a buscar constantemente aprimoramento e inovação nas suas práticas de manutenção. Essa abordagem reforça o compromisso com a TPM e também contribui para a evolução contínua dos processos e para a criação de uma organização mais adaptável e eficiente (CALDERÓN; PEIXOTO, 2023).

Formação de Equipes Autônomas

A formação de equipes autônomas é um processo fundamental para o sucesso das organizações modernas, onde a adaptabilidade e a capacidade de tomar decisões rápidas são essenciais. Para que uma equipe funcione de maneira autônoma, é importante que seus membros possuam habilidades complementares e estejam alinhados com os objetivos e valores da empresa. Essa abordagem envolve estabelecer uma visão clara, definir objetivos e expectativas, e, ao mesmo tempo, criar um espaço seguro para a experimentação e o crescimento pessoal (**Quadro 2**):

Quadro 2. Etapas da implementação equipes autônomas no TPM.**]Formação de Equipes Autônomas****➤ Identificação de Equipamentos e Áreas de Trabalho**

O primeiro passo para a criação de equipes autônomas é identificar os equipamentos e áreas de trabalho que serão geridos por essas equipes. Equipamentos críticos e áreas de alta produção geralmente são priorizados. Com base na complexidade e nas necessidades específicas de cada equipamento, determina-se quais máquinas ou áreas podem se beneficiar da manutenção autônoma.

➤ Seleção e Formação das Equipes

Formar equipes compostas por operadores e técnicos que trabalham diretamente com os equipamentos identificados, de forma a incluir pessoas com conhecimento e experiência prática relevante para os equipamentos ou processos que irão gerenciar. O treinamento específico para cada membro da equipe é fundamental para prepará-los para suas novas responsabilidades, recomendados sobretudo aqueles sobre: procedimentos de manutenção, uso de ferramentas de diagnóstico e técnicas de resolução de problemas.

➤ Capacitação para Autonomia

Para garantir que as equipes possam operar de forma autônoma é essencial capacitá-las para tomar decisões relacionadas à manutenção, fornecendo-se em as orientações claras sobre quais tarefas podem ser executadas de forma independente e quais necessitam da intervenção de técnicos especializados. Inclui-se treinamento sobre como identificar sinais de falha, realizar inspeções e pequenos reparos, e usar sistemas de monitoramento para acompanhar o desempenho dos equipamentos.

Definição de Responsabilidades**➤ Estabelecimento de Papéis e Tarefas**

Define-se claramente os papéis e responsabilidades de cada membro da equipe, estabelecendo quem será responsável por quais aspectos da manutenção autônoma, como inspeções diárias, ajustes de equipamentos, e pequenos reparos. A definição de responsabilidades ajuda a evitar sobreposições e lacunas nas tarefas, garantindo que todas as áreas sejam cobertas e que as equipes funcionem de maneira coesa.

➤ Criação de Procedimentos e Protocolos

Desenvolve e documenta-se procedimentos e protocolos para as atividades de manutenção, incluindo **checklists** de inspeção, instruções para a execução de tarefas de manutenção e diretrizes para a comunicação de problemas. A documentação clara garante que todos os membros da equipe sigam os mesmos processos e mantenham um padrão de qualidade consistente.

➤ Estabelecimento de Linhas de Comunicação

Define-se linhas claras de comunicação entre as equipes autônomas e outras áreas da organização, como a equipe de manutenção central e a gestão. De fato, deve-se assegurar que quaisquer problemas identificados possam ser reportados e tratados rapidamente. Reuniões regulares entre as equipes ajudam a discutir desafios, compartilhar informações e buscar soluções colaborativas.

➤ Avaliação e Feedback

Implementa-se um sistema de avaliação e *feedback* para monitorar o desempenho das equipes autônomas, ao realizar as avaliações periódicas para revisar a eficácia das práticas de manutenção e para identificar oportunidades de melhoria. O *feedback* contínuo é essencial para ajustar processos, resolver problemas e aprimorar as habilidades das equipes.

➤ Incentivo à Melhoria Contínua

Encoraja-se as equipes a buscar constantemente melhorias nos processos de manutenção, com foco em estabelecer um sistema de recompensas e reconhecimento para incentivar a inovação e a identificação de novas oportunidades para otimização. A melhoria contínua fortalece a cultura de TPM e promove um ambiente de trabalho mais eficiente e proativo.

Fonte: elaborado pelos autores.

A confiança mútua é um pilar central nesse modelo, permitindo que cada indivíduo contribua de maneira significativa e tome decisões informadas sem a necessidade constante de supervisão direta. A autonomia, nesse contexto, não se trata apenas de uma questão de liberdade, mas de uma questão de responsabilidade compartilhada, onde todos estão comprometidos com o resultado final e com a eficiência do trabalho em equipe (SILVINA; MAYER, 2023).

Caon (2022) explica que, no âmbito da organização do trabalho, o surgimento das “equipes autônomas” ou “autogerenciadas” começou a dismantlar o modelo hierárquico tradicional, tornando as empresas mais enxutas, flexíveis e ágeis. Nesse período, o conceito de reengenharia se desenvolveu, o trabalho remoto tornou-se viável com o avanço das novas tecnologias, e a engenharia simultânea acelerou o desenvolvimento de produtos. Com a terceirização das atividades secundárias e a introdução de novos dispositivos de gestão, as empresas passaram a se concentrar em suas atividades principais, integrando parceiros para funções secundárias e promovendo um intenso fluxo de transferência de conhecimento entre indivíduos e empresas. A motivação intrínseca dos trabalhadores evoluiu significativamente com a mudança no perfil dos líderes. O papel do “chefe” deu lugar ao *manager*, responsável por definir direções, estabelecer uma visão de longo prazo e desenvolver as competências de pessoas e equipes autônomas.

Conforme indicado pelos autores, os *managers* não emitem ordens nem controlam diretamente as pessoas; em vez disso, atuam como facilitadores, garantindo sua autoridade e resultados por meio de suas competências, confiança e influência. Com os novos dispositivos de gestão dos anos 90, observou-se uma evolução nos mecanismos de controle e no nível de engajamento dos trabalhadores, marcando uma transição clara do “controle tradicional” do taylorismo para a “promoção do autocontrole” característica do toyotismo. Assim, a ideia de “alienação” deu lugar à “mobilização/motivação intrínseca”. Outra dimensão importante na formação de equipes autônomas é o desenvolvimento contínuo das habilidades interpessoais e de liderança dos membros (CAON, 2022).

A autonomia não se refere apenas à capacidade de realizar tarefas de forma independente, mas também à habilidade de comunicar-se efetivamente e resolver

conflitos de maneira construtiva. Programas de treinamento focados em competências como a resolução de problemas, a negociação e a gestão do tempo são essenciais para fortalecer a capacidade da equipe de operar de forma independente e eficiente. Estabelece-se essencial criar um ambiente que favoreça a inovação e a criatividade e permita que os membros da equipe experimentem novas abordagens e aprendam com os erros sem medo de falhar (LAURINDO, 2024).

O papel da liderança na formação de equipes autônomas é de suporte e facilitação, em vez de comando e controle. Líderes devem atuar como mentores e facilitadores, fornecendo os recursos e o suporte necessário para que a equipe possa funcionar de forma independente. A liderança eficaz nesse modelo promove a criação de uma cultura de responsabilidade e confiança, onde os membros da equipe se sentem empoderados para tomar decisões e inovar, contribuindo assim para o desenvolvimento de soluções mais criativas e eficazes. A criação de equipes autônomas e a definição de responsabilidades são etapas importantes para a implementação bem-sucedida da TPM em uma organização. Este processo envolve a formação de grupos de trabalho que têm a autonomia para gerenciar a manutenção de seus equipamentos e a clara definição das responsabilidades de cada membro para garantir a eficiência e a eficácia das operações.

Ao seguir essas etapas, as organizações podem criar equipes autônomas eficazes e definir claramente as responsabilidades, garantindo que a TPM seja implementada de forma eficiente e sustentável. Isso não só melhora a eficiência operacional e reduz o tempo de inatividade, mas também promove uma cultura de responsabilidade e colaboração dentro da organização.

Estabelecimento de Práticas de Manutenção Preventiva e Preditiva

O estabelecimento de práticas de manutenção preventiva e preditiva é essencial para a eficácia da TPM e para a otimização dos recursos e da operação de equipamentos. A manutenção preventiva envolve a realização de tarefas programadas de manutenção para prevenir falhas antes que ocorram. Este processo inicia-se com a elaboração de um cronograma detalhado baseado nas

recomendações dos fabricantes, histórico de falhas e padrões operacionais. A manutenção preventiva inclui inspeções regulares, lubrificação, ajustes e substituição de peças de desgaste, realizadas em intervalos definidos para garantir que os equipamentos funcionem corretamente e evitem paradas inesperadas. Essa abordagem reduz significativamente a probabilidade de falhas e prolonga a vida útil dos equipamentos, contribuindo para uma operação mais estável e confiável (GOULART, 2023).

Por outro lado, manutenção preditiva se baseia na análise de dados em tempo real e na monitorização das condições dos equipamentos para prever falhas antes que elas aconteçam. A implementação de práticas preditivas começa com a instalação de sensores e sistemas de monitoramento que coletam dados sobre parâmetros críticos, como vibração, temperatura e pressão. Esses dados são analisados para identificar padrões e sinais de desgaste ou falha iminente. Técnicas como análise de vibração, termografia e análise de óleo são frequentemente utilizadas para avaliar a condição dos equipamentos e prever quando a manutenção será necessária. A manutenção preditiva permite que a intervenção seja realizada apenas quando necessário, minimizando o tempo de inatividade e os custos associados a manutenções desnecessárias (FERREIRA, 2023).

Para que ambas as práticas sejam eficazes, é importante que sejam integradas a um sistema de gestão de manutenção que permita a programação e o acompanhamento das atividades de manutenção preventiva e preditiva. Documentar e monitorar as atividades realizadas é essencial para avaliar a eficácia das práticas e fazer ajustes conforme necessário. A coleta de dados históricos e a análise de tendências ajudam a refinar os cronogramas de manutenção e a ajustar as estratégias com base na performance real dos equipamentos.

Além disso, a educação e o treinamento contínuo da equipe são fundamentais para o sucesso das práticas de manutenção preventiva e preditiva. Os operadores e técnicos devem estar bem-informados sobre os procedimentos, as tecnologias envolvidas e as melhores práticas para garantir que as atividades de manutenção sejam realizadas de maneira adequada e eficaz. O engajamento da equipe e a

comunicação eficaz entre os membros são essenciais para a identificação precoce de problemas e para a implementação bem-sucedida das práticas de TPM.

Estabelecer práticas robustas de manutenção preventiva e preditiva não só melhora a eficiência operacional e reduz os custos de manutenção, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e confiável. Ao prevenir falhas e minimizar o tempo de inatividade, as organizações podem operar com maior previsibilidade e eficiência, alcançando uma maior produção e satisfação dos clientes.

Desafios na Implementação

A resistência cultural e organizacional é um desafio significativo na implementação da TPM e de outras mudanças estruturais dentro de uma empresa. Ela ocorre quando há uma falta de alinhamento entre os novos processos ou práticas e os valores, crenças ou hábitos estabelecidos da organização. Esse tipo de resistência pode se manifestar através de atitudes negativas dos funcionários, falta de adesão aos novos procedimentos e dificuldades na adaptação às mudanças propostas.

A necessidade de investimento em infraestrutura e treinamento é um outro fator fundamental para a implementação eficaz da TPM e para o sucesso geral das operações de manutenção em uma organização (OLIVEIRA et al., 2024).

Vários aspectos impactam essas necessidades, conforme trazido no **Quadro 3**:

Quadro 3. Desafios na implementação da TPM.

Complexidade dos Equipamentos: Equipamentos mais complexos e tecnologicamente avançados exigem uma infraestrutura de manutenção adequada, incluindo ferramentas especializadas e sistemas de monitoramento. Além disso, o treinamento dos funcionários deve ser mais aprofundado para que possam operar e manter esses equipamentos de forma eficaz.

Escopo das Operações: Tamanho e a diversidade das operações agrícolas ou industriais influenciam diretamente os requisitos de infraestrutura e treinamento. Organizações com uma ampla gama de equipamentos e processos precisarão de uma infraestrutura mais robusta e de programas de treinamento abrangentes para cobrir todas as áreas e garantir a uniformidade nas práticas de manutenção.

Estado Atual das Infraestruturas: Infraestruturas existentes que são obsoletas ou inadequadas podem exigir atualizações significativas para atender às necessidades da TPM. Investimentos em novos equipamentos, tecnologias de monitoramento e sistemas de gestão de manutenção são necessários para suportar práticas modernas e eficientes.

Capacidade e Competência da Equipe: O nível de habilidade e experiência da equipe atual influencia a extensão do treinamento necessário. Se a equipe tiver pouca experiência com práticas modernas de manutenção, um investimento maior em capacitação será necessário. Programas de treinamento contínuo e desenvolvimento profissional ajudam a garantir que os funcionários estejam atualizados com as melhores práticas e tecnologias.

Objetivos e Metas da Organização: Os objetivos estratégicos da organização também determinam a necessidade de investimento. Se a meta for reduzir significativamente o tempo de inatividade e melhorar a eficiência, pode ser necessário investir mais em tecnologia e treinamento para alcançar essas metas de forma eficaz.

Cultura Organizacional: A cultura organizacional pode impactar a receptividade e a eficácia dos investimentos em infraestrutura e treinamento. Uma cultura que valoriza a inovação e a melhoria contínua pode facilitar a aceitação de novos investimentos e práticas, enquanto uma cultura resistente à mudança pode exigir um esforço maior para alinhar todos os envolvidos.

Retorno sobre o Investimento (ROI): A avaliação do retorno sobre o investimento é essencial para justificar os gastos com infraestrutura e treinamento. A análise de custo-benefício ajuda a determinar quais investimentos são prioritários e como eles contribuirão para a melhoria da eficiência e da produtividade a longo prazo.

Fonte: elaborado a partir da revisão.

Muitas vezes, a resistência cultural surge devido ao medo do desconhecido, à perda percebida de controle ou à preocupação com a alteração das rotinas de trabalho. Para superar essa resistência, é fundamental promover uma comunicação clara e transparente sobre os benefícios das mudanças, envolver os colaboradores

no processo de implementação e oferecer treinamento contínuo para facilitar a transição. Além disso, demonstrar rapidamente os resultados positivos das novas práticas pode ajudar a construir confiança e a minimizar a resistência, promovendo uma adaptação mais suave e bem-sucedida às novas iniciativas. Portanto, a necessidade de investimento em infraestrutura e treinamento é influenciada por uma combinação de fatores técnicos, operacionais e culturais. Uma abordagem bem planejada e orientada para o resultado é fundamental para garantir que os investimentos realizados proporcionem os benefícios esperados e sustentem a implementação bem-sucedida da TPM (SANTOS; SILVA, 2021).

Considerando a experiência do autor principal deste estudo, a adaptabilidade dos equipamentos agrícolas às práticas de TPM é um outro fator essencial para o sucesso da implementação. Equipamentos agrícolas, como tratores, colheitadeiras e sistemas de irrigação, muitas vezes variam amplamente em termos de tecnologia e complexidade. Para que a TPM seja eficaz, é necessário que esses equipamentos possam ser integrados aos processos de manutenção preventiva e preditiva. A adaptabilidade pode exigir a modernização dos equipamentos com sensores e sistemas de monitoramento, bem como ajustes nas práticas de manutenção para atender às especificidades de cada tipo de máquina. Equipamentos mais antigos ou menos sofisticados podem necessitar de soluções personalizadas ou de atualizações tecnológicas para garantir que atendam aos padrões da TPM e funcionem de maneira eficiente e confiável.

Resultados e Impactos na Implementação da TPM

A TPM tem efeitos significativos na disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, impactando diretamente a eficiência e a produtividade das operações:

- **Disponibilidade dos Equipamentos:** A TPM aumenta a disponibilidade dos equipamentos ao reduzir o tempo de inatividade não planejado por meio de manutenção preventiva e preditiva. A manutenção preventiva inclui tarefas programadas, como inspeções e trocas de peças, enquanto a preditiva usa dados e monitoramento em tempo real para antecipar falhas. A manutenção autônoma pelos

operadores também contribui para a detecção precoce de problemas, mantendo os equipamentos em condições ideais e diminuindo paradas inesperadas, o que melhora a eficiência da produção.

- **Confiabilidade dos Equipamentos:** A TPM melhora a confiabilidade dos equipamentos ao focar na manutenção proativa e na eliminação de falhas recorrentes. Ela promove a identificação e correção das causas raiz dos problemas, analisando falhas passadas e implementando melhorias contínuas. O treinamento dos operadores e a manutenção autônoma ajudam a prevenir falhas e manter os equipamentos confiáveis. Isso resulta em menos falhas e desempenho mais consistente, aumentando a eficiência das operações e reduzindo custos com falhas e paradas não planejadas.

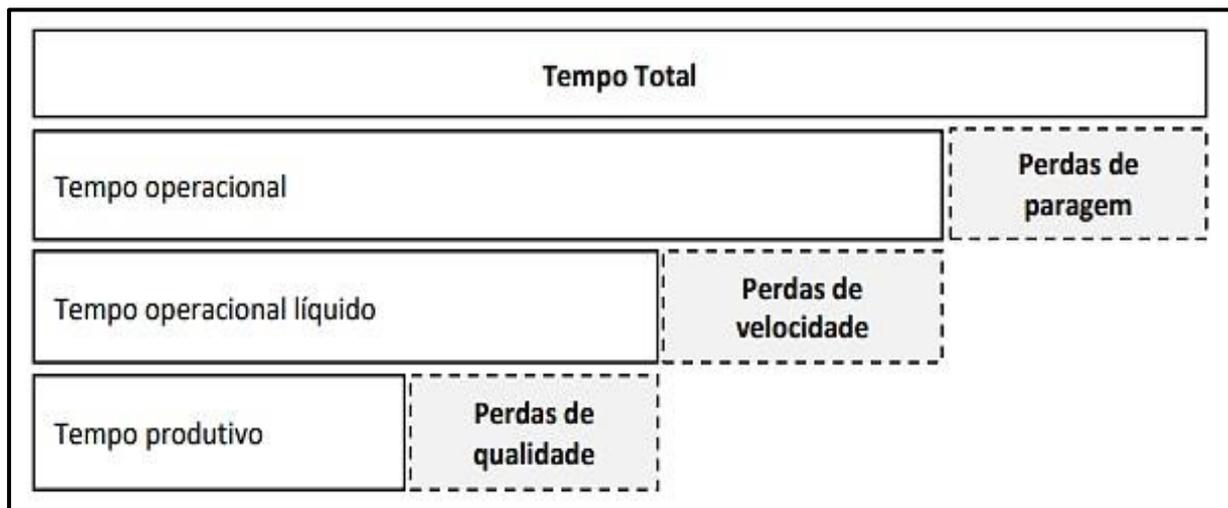
A avaliação das melhorias na produtividade e eficiência operacional após a implementação da TPM deve ser realizada de maneira sistemática e contínua para garantir que os objetivos sejam atingidos e para identificar áreas que ainda necessitam de ajustes. O processo começa com a definição de indicadores chave de desempenho (KPIs) relevantes, como taxas de produção, tempos de inatividade, custos de manutenção e qualidade do produto. Estes KPIs devem ser estabelecidos antes da implementação da TPM, para servir como base de comparação. Após a introdução da TPM, é necessário monitorar esses indicadores regularmente para medir o impacto das mudanças. O acompanhamento dos KPIs ajuda a identificar quais áreas melhoraram e quais ainda enfrentam desafios, fornecendo uma visão clara do impacto das práticas de TPM na produtividade e eficiência (OLIVEIRA, 2013).

Silva (2023) explica que as métricas de desempenho são ferramentas visuais ou gráficas que permitem uma avaliação rápida e eficaz das informações, facilitando a comparação com metas, análise de resultados e custos, e a comunicação com os técnicos de manutenção. A implementação eficaz desses índices requer o alinhamento dos objetivos de manutenção com a estratégia corporativa para estruturar metas e planos de ação. Os indicadores de desempenho devem ser integrados com outras funções organizacionais e os requisitos de produção, para que haja uma melhor utilização e aplicação das métricas de manutenção pelas empresas, permitindo, assim: a) medir o estado da função manutenção; b) avaliar o desempenho da

manutenção; c) comparar o desempenho atual com outros resultados; d) identificar pontos fortes e fracos; e) controle do progresso e das mudanças ao longo do tempo; f) definir novos objetivos; g) planejar estratégias e ações futuras; h) divulgação de resultados com os colaboradores para gerar motivação e integração em equipe.

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é essencial para a metodologia TPM, segundo Silva (2023), uma vez que busca eliminar as seis grandes perdas. Essas perdas se dividem em três categorias: paradas, redução de velocidade e problemas de qualidade. Elas são causadas por falhas ou avarias nos equipamentos, perdas de configuração, atrasos, diminuição da velocidade e defeitos de qualidade, conforme visto na **Figura 3**:

Figura 3. Principais perdas do cálculo do OEE.



Fonte: adaptado de Silva (2023).

As perdas mencionadas quantificam o valor do OEE e possibilitam conhecer a operacionalidade dos ativos, velocidade de produção e a quantidade de produtos sem defeito. Este valor traduz-se pela multiplicação das suas componentes de avaliação, nomeadamente, a Disponibilidade, o Desempenho e a Qualidade, como é possível ver na equação:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

Sendo que: Disponibilidade: Percentagem de tempo em que o equipamento se encontra efetivamente operacional, onde é possível identificar a quantidade de paragens não planeadas (Paragens); Desempenho: Percentagem da capacidade de produção (Velocidade de produção); Qualidade: Percentagem de produtos “bons” em relação a todos os produtos produzidos.

598

Além da medição quantitativa, a avaliação deve incluir uma análise qualitativa, que considera *feedback* dos operadores e outros membros da equipe sobre as mudanças implementadas. Realizar reuniões e discussões de grupo pode fornecer indicativos sobre como as práticas de TPM estão afetando a operação diária, a moral da equipe e o ambiente de trabalho. É importante analisar se os processos de manutenção se tornaram mais eficazes e se houve melhorias na satisfação dos funcionários e na redução de estresse relacionado à operação dos equipamentos. Avaliar os benefícios qualitativos, juntamente com os dados quantitativos, oferece uma visão mais completa das melhorias na produtividade e eficiência operacional, ajudando a ajustar as estratégias de TPM e a promover uma cultura de melhoria contínua na organização.

A implementação da TPM em indústrias de produção de máquinas agrícolas pode demonstrar um impacto positivo significativo nos resultados operacionais e financeiros. Ao adotar práticas de manutenção preventiva e preditiva, essas indústrias conseguem reduzir de maneira substancial o tempo de inatividade dos equipamentos e minimizar os custos com manutenção corretiva. A TPM promove uma abordagem mais sistemática e proativa, melhorando a confiabilidade e a eficiência dos maquinários, o que resulta em um aumento na produtividade e na qualidade dos produtos finais. A integração de tecnologias modernas e a capacitação contínua da equipe são essenciais para maximizar os benefícios da TPM, promovendo uma operação mais estável e rentável. Em última análise, a TPM não só contribui para uma redução de custos e um aumento na eficiência, mas também fortalece a posição

competitiva das indústrias de máquinas agrícolas no mercado, ao assegurar que os equipamentos operem com o máximo desempenho e confiabilidade.

Estudo dos Impactos Financeiros e Econômicos

No atual cenário econômico global, a manutenção é um dos principais aspectos para a competitividade das empresas que utilizam máquinas. Conceitos de fabricação como *Lean Manufacturing* e Qualidade Total exigem técnicas de manutenção avançadas para garantir a disponibilidade dos equipamentos e enfrentar os desafios de produção. Todos os equipamentos sofrem deterioração, e para que uma empresa mantenha suas operações, é essencial realizar reparações, inspeções, manutenção preventiva, substituições e outros cuidados. A manutenção visa assegurar que os equipamentos e instalações operem de forma eficiente e contínua, minimizando paradas e custos, e prolongando a vida útil dos ativos (MATOS, 2008).

Para que a manutenção seja eficaz, não depende apenas da equipe de manutenção, mas também do apoio dos operadores, que estão em contato constante com os equipamentos. A colaboração entre produção e manutenção, baseada em compartilhamento e melhoria contínua, é ponto chave para resolver muitos problemas (MELO; LOOS, 2018). As avarias nos equipamentos são um problema significativo na indústria, muitas vezes resultando em imobilização de equipamentos superior a 50%, o que limita a capacidade produtiva, aumenta custos e prolonga os períodos de produção. Matos (2008) explica que as altas taxas de avarias geralmente são causadas por:

- Baixa confiabilidade dos equipamentos:
- Máquinas complexas com muitos componentes.
- Equipamentos envelhecidos.
- Diversidade e incerteza das avarias.
- Deficiências na concepção e instalação.
- Não conformidade com as condições normais de funcionamento:
- Sobrecargas.

- Uso inadequado dos equipamentos.
- Deficiente lubrificação e limpeza.
- Falta de motivação dos operadores para cuidar dos equipamentos.
- Manutenção inadequada ou inexistente:
- Falta de conhecimento da gestão sobre a importância da manutenção.
- Dependência de manutenção corretiva de emergência.
- Falta de recursos (pessoas, materiais, tempo e dinheiro).

O estudo dos impactos financeiros e econômicos da TPM é essencial para compreender os benefícios e a viabilidade da implementação de práticas de TPM dentro de uma organização. Esse estudo envolve a análise dos custos de manutenção, a avaliação do retorno sobre o investimento (ROI) e a análise geral dos impactos econômicos.

A análise dos **custos de manutenção** é um componente fundamental do estudo financeiro e econômico (MARCORIN; LIMA, 2003). Com a implementação da TPM, espera-se uma mudança nos custos de manutenção. Esses custos incluem despesas com manutenção preventiva, preditiva e corretiva. Inicialmente, pode haver um aumento nos custos devido ao investimento em novos equipamentos, tecnologia de monitoramento e treinamento. No entanto, a TPM visa reduzir os custos de manutenção corretiva e emergencial ao minimizar falhas inesperadas e prolongar a vida útil dos equipamentos.

Portanto, é importante comparar os custos totais de manutenção antes e depois da implementação da TPM para avaliar a eficácia das novas práticas. A redução nos custos de reparos emergenciais e o menor tempo de inatividade dos equipamentos são indicadores de que os investimentos estão trazendo resultados positivos.

O cálculo do **retorno sobre o investimento (ROI)** é outro aspecto para avaliar o impacto financeiro da TPM. O ROI é calculado pela fórmula:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ganho do Investimento} - \text{Custo do Investimento}}{\text{Custo do Investimento}} \times 100$$

Onde: **Ganho do Investimento** é o benefício financeiro obtido com o investimento; **Custo do Investimento** é o valor total investido.

601

Para calcular o ROI da TPM, é necessário quantificar os benefícios financeiros obtidos, como a redução dos custos de manutenção, o aumento da produtividade e a melhoria na qualidade do produto. Esses benefícios são então comparados com os custos associados à implementação da TPM, incluindo investimentos em tecnologia, treinamento e mudanças operacionais. Um ROI positivo indica que os benefícios financeiros superam os custos, justificando a continuidade e a expansão das práticas de TPM.

Análise dos Impactos Econômicos

A análise dos impactos econômicos da TPM vai além dos custos diretos de manutenção e ROI, abrangendo diversos aspectos do desempenho financeiro da organização (MELO; LOOS, 2018). Entre os impactos econômicos, considerando todas as análises até o momento, pode-se citar:

- **Aumento da Produtividade:** A TPM pode levar a um aumento significativo na produção ao reduzir o tempo de inatividade e melhorar a eficiência dos equipamentos. A produção mais consistente e confiável pode gerar maiores receitas e lucro.
- **Redução de Custos Operacionais:** A eficiência melhorada reduz os custos operacionais gerais, como despesas com energia e recursos, além de diminuir os custos associados a retrabalho e desperdícios.
- **Aumento da Vida Útil dos Equipamentos:** A manutenção regular e proativa prolonga a vida útil dos equipamentos, reduzindo a necessidade de investimentos frequentes em novas máquinas e equipamentos.

- **Melhoria na Qualidade do Produto:** Menos falhas e defeitos contribuem para uma maior qualidade do produto, o que pode levar a uma maior satisfação do cliente e, conseqüentemente, a um aumento nas vendas e na participação de mercado.

A análise dos impactos econômicos da implementação da TPM em indústrias produtoras de máquinas agrícolas revela benefícios financeiros significativos e sustentáveis. A TPM, ao promover a manutenção preventiva e preditiva, resulta em uma redução substancial nos custos com reparos emergenciais e na necessidade de substituição prematura de equipamentos, contribuindo para uma gestão de recursos mais eficiente. A melhoria na disponibilidade e confiabilidade dos maquinários não apenas reduz o tempo de inatividade e aumenta a produção, mas também melhora a qualidade dos produtos, gerando maior satisfação do cliente e potencial para aumento nas vendas. O ROI é positivamente impactado, com a TPM oferecendo um retorno financeiro superior aos custos iniciais de implementação. Esses ganhos econômicos não só fortalecem a posição competitiva da indústria no mercado, mas também criam uma base sólida para crescimento contínuo e inovação, destacando a TPM como uma estratégia vital para a eficiência econômica e operacional a longo prazo.

Realizar um estudo detalhado dos impactos financeiros e econômicos da TPM permite às organizações tomarem decisões informadas sobre a continuidade e a expansão das práticas de TPM. A avaliação deve considerar tanto os custos de manutenção como o retorno sobre o investimento, além de analisar os impactos econômicos mais amplos. Com uma análise completa, as organizações podem justificar os investimentos em TPM, otimizar os recursos e alcançar uma operação mais eficiente e lucrativa.

DISCUSSÃO

A implementação da TPM oferece diversas lições aprendidas e revela melhores práticas que podem ser aplicadas para otimizar a eficiência operacional e o desempenho dos equipamentos. Um dos principais aprendizados é a importância de envolver toda a equipe desde o início. A adesão e o comprometimento dos funcionários são fundamentais para o sucesso da TPM. Quando a equipe é envolvida

no processo de planejamento e implementação, há uma maior aceitação das novas práticas e uma colaboração mais efetiva (DAMASCENO, 2021). O engajamento dos operadores na manutenção autônoma, por exemplo, contribui significativamente para a identificação precoce de problemas e para a realização de manutenção preventiva, promovendo um ambiente de trabalho mais eficiente e colaborativo.

Outra lição importante é a necessidade de definir claramente os objetivos e expectativas antes de iniciar a implementação da TPM. Ter metas bem definidas e mensuráveis permite que a organização acompanhe o progresso de forma objetiva e avalie o impacto das práticas de TPM nos indicadores de desempenho, como tempo de inatividade e custos de manutenção (SILVA, 2023), ajudando a evitar desvios significativos entre as expectativas e os resultados reais, possibilitando ajustes mais precisos e rápidos nas estratégias de manutenção.

A importância de um bom treinamento e capacitação contínua também se destaca como uma prática essencial. Equipamentos e processos estão em constante evolução, e a equipe deve estar atualizada com as melhores práticas e tecnologias. Investir em treinamento contínuo garante que os funcionários possuam as habilidades necessárias para implementar e manter as práticas de TPM de forma eficaz. Isso não só melhora a eficiência dos processos, mas também aumenta a confiança da equipe em sua capacidade de lidar com novos desafios e tecnologias (SANTOS; SILVA, 2021).

Além disso, a análise constante dos resultados e o ajuste das práticas são fundamentais para o sucesso contínuo da TPM. Realizar avaliações regulares e revisões dos indicadores de desempenho permite identificar áreas de sucesso e de melhoria. As práticas de TPM devem ser ajustadas conforme necessário para lidar com novas condições ou problemas emergentes. A abordagem de melhoria contínua é vital para maximizar os benefícios da TPM e garantir que os objetivos de produtividade e eficiência sejam constantemente alcançados.

Torna-se evidente que uma prática eficaz é documentar e compartilhar as melhores práticas e as lições aprendidas com toda a organização. Criar um banco de conhecimento com as melhores práticas identificadas durante a implementação da TPM ajuda a padronizar os processos e a evitar a repetição de erros. A comunicação

das lições aprendidas promove uma cultura de aprendizado e colaboração, incentivando outras áreas da organização a adotar práticas semelhantes e a buscar melhorias contínuas. Esse compartilhamento contribui para um ambiente mais coeso e eficiente, beneficiando a organização como um todo (FERREIRA, 2023)..

A implementação da TPM no setor de produção de máquinas agrícolas representa um avanço estratégico decisivo para enfrentar os desafios específicos dessa indústria, que lida com a alta demanda e a complexidade dos equipamentos. No contexto da TPM, as práticas de manutenção preventiva e preditiva não apenas ajudam a minimizar os tempos de inatividade e reduzir os custos inesperados de reparo, mas também contribuem para a otimização da produção e a melhoria da qualidade dos produtos. A introdução da TPM exige uma abordagem adaptativa, pois os equipamentos agrícolas frequentemente variam em tecnologia e aplicação, demandando ajustes específicos para cada tipo de máquina (FERREIRA, 2023). Também é importante enfatizar que o treinamento contínuo dos operadores é fundamental para garantir que as práticas de TPM sejam aplicadas de forma eficaz, maximizando a eficiência e prolongando a vida útil dos maquinários. A integração bem-sucedida da TPM pode transformar significativamente a capacidade das indústrias agrícolas de manter a competitividade no mercado, melhorar a satisfação do cliente e apoiar o crescimento sustentável. Entretanto, a adoção de TPM também apresenta desafios, como a necessidade de investimentos iniciais em tecnologia e a superação de resistência à mudança, que devem ser cuidadosamente gerenciados para garantir o sucesso a longo prazo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a implementação da TPM no setor de produção de máquinas agrícolas destaca-se a importância dessa abordagem para a melhoria contínua e a eficiência operacional. A TPM, ao integrar práticas sistemáticas de manutenção preventiva e preditiva, oferece uma solução robusta para os desafios enfrentados por essa indústria, que lida com a complexidade e a demanda intensa por equipamentos

confiáveis e de alta performance. A adoção bem-sucedida da TPM pode reduzir o tempo de inatividade e os custos de manutenção emergencial, como contribuir para a melhoria na qualidade dos produtos e para o aumento da produtividade, o que resulta em benefícios financeiros significativos e sustentáveis.

No entanto, a implementação da TPM exige um compromisso estratégico e um planejamento cuidadoso. É fundamental envolver toda a equipe no processo, fornecer treinamento contínuo e adaptar as práticas de manutenção às especificidades dos equipamentos agrícolas. Embora os desafios iniciais, como resistência à mudança e investimentos em tecnologia, possam surgir, os benefícios a longo prazo, incluindo uma maior confiabilidade dos equipamentos e uma posição competitiva reforçada, justificam os esforços. Desta forma, a TPM representa uma oportunidade valiosa para as indústrias produtoras de máquinas agrícolas se posicionarem de maneira mais eficiente e sustentável no mercado, promovendo a inovação e o crescimento contínuo.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. **Manutenção Produtiva Total: entenda e aplique os 8 pilares do TPM.** Disponível em: <https://www.kimia.com.br/manutencao-produtiva-total-saiba-maissobre-os-pilares-do-tpm/>. Acesso em 01 set 2024.

BORGES, D. S.; RESENDE, A. A.; SANTOS, A. G. Análise da gestão da manutenção de equipamentos de soldagem em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, n. 3, p. 175-188, 2023.

CALDERÓN, M. L. N.; PEIXOTO, J. K. C. Análise da percepção dos colaboradores acerca da implementação da TPM em uma indústria alimentícia. 2023. **Repositório Digital da UFERSA.** Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/10122> Acesso em 07 set 2024.

CÂMERA, L. S.; TANNUS, S. P. Competitividade de máquinas agrícolas no Brasil entre 1997 e 2021. **V SIENPRO (Simpósio de Engenharia de Produção).** Universidade Federal de Catalão, 16 a 18 de agosto de 2023, Catalão, Goiás, Brasil, 2023.

CAON, M. C. **Prazer e sofrimento no trabalho sob a ótica da psicodinâmica: um estudo com operários de uma fábrica do setor FMCG.** 2022. 76 f. Dissertação

(mestrado profissional MPGC) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, SP, 2022.

CESARIO, A. M. et al. Estudo da implementação do sistema TPM em uma célula robótica. **Revista Vincici-Periódico Científico do UniSATC**, v. 9, n. 1, p. 365-383, 2024.

DAMASCENO, F. F. **Referencial teórico sobre a importância da manutenção produtiva total (TPM) na indústria**. 2021. 85 f. Monografia (Bacharelado em Ciências e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia. Caraúbas, RN, 2021

FARIAS, A. C. **Gerenciamento da manutenção produtiva: estudo de caso da implementação das técnicas de manutenção produtiva total em uma empresa de fabricação de máquinas agrícolas**. 2015. 89 f. Monografia (Especialização em Engenharia Industrial). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Ciências Exatas Engenharias. Paranambi, RS, 2015.

FERNANDES, P. M. S. Internet industrial das coisas: uma breve reflexão sobre os benefícios da sua utilização no âmbito do processo produtivo. **Anais SEV7N I Seven International Engineering Congress**, 2024.

FERREIRA, J. O. **Melhoria dos indicadores de manutenção em uma indústria termoplástica a partir da implementação da metodologia TPM (Total Productive Maintenance)**. 2023. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

FERREIRA, L. A. F. **PCM – A importância de planejar e controlar**. 2023. 14 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Centro Universitário UNINTER, 2023.

FONSECA, E. R. **Total Productive Maintenance (TPM)**. 2021. 30 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Mecânica – Faculdade Anhanguera, Jacareí, 2021.

GOMES, J. V. **Estudo e adaptação dos conceitos da TPM – Manutenção Produtiva Total – como metodologia para integrar manutenção e produção na área têxtil**. 2020. 41f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade Unifametro Maracanaú, Maracanaú, 2020. GOMES

GONCALVES, A. S. Desafios e resultados durante implementação de ferramentas *Lean*. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 4, p. 232-245, 2015.

GOULART, P. C. **Manutenção industrial e produção sustentável: conexões e desafios**. 2023. 16 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Centro Universitário UNINTER, 2023.

HIRABAYASHI, L. M. **Análise de maturidade na adoção da Manutenção Produtiva Total no contexto de uma indústria de Fiação de algodão**. 2023. 22 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Nova Andradina, Curso de Engenharia de Produção. Nova Andradina, MS, 2023.

LAURINDO, G. O processo de recrutamento e seleção e a gestão de remuneração e benefícios. **REDES-Revista Educacional da Sucesso**, v. 4, n. 2, p. 446-464, 2024.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C. Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. **Revista de ciência & tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 35-42, 2003.

MATOS, J. S. **Estudo do impacto da implementação da TPM numa fábrica de componentes para automóveis**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Manutenção Industrial) – Universidade do Porto, Portugal, 2008.

MELO, F. T.; LOOS, M. J. Análise da metodologia da Manutenção ÇProdutiva Total (TPM): Estudo de caso. **Revista Espacios**, v. 39, n. 3, p. 1-4, 2018.

MENESES NETO, A. et al. Estudo do Kaizen: O método de melhoria contínua em diferentes áreas de aplicação. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 7, n. 1, p. 53-59, 2021.

MORDOR INTELLIGENCE. Tamanho do mercado de máquinas agrícolas do Brasil e análise de participação – Tendências e previsões de crescimento (2024 – 2029) Source: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/brazil-agriculturalmachinery-market> Acesso em 07 set 2024.

NOGUEIRO, T. P. R. S. B. **Gestão pela qualidade total e objetivos de desenvolvimento sustentável nas instituições de ensino superior portuguesas: contributo do programa Erasmus+ no âmbito do *International Credit Mobility***. 2023. 320 f. Tese (Doutorado em Gestão) - Universidade de Évora, Instituto de Investigação e Formação Avançada. Évora, Portugal, 2023.

OLIVEIRA, F. S. et al. Fatores críticos de sucesso para implementação efetiva da manutenção produtiva total no setor de manufatura: uma revisão da literatura. **Tekhne e Logos**, v. 15, n. 1, p. 72-86, 2024.

OLIVEIRA, J. C. S. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, n. 3, p. 53-53, 2013.

OLIVEIRA, D.S. **Implementação da metodologia TPM em uma indústria do setor de higiene pessoal, saúde e beleza**. 2012. 44 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

OLIVEIRA, R. R. **Estudo sobre a interação dos pilares manutenção autônoma e manutenção planejada da metodologia TPM em indústria do segmento sucroalcooleiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2021.

OLIVEIRA, K. W.; GUIMARÃES, I. F. G.; MIRANDA, J. F. O Índice de controle de eficiência e manutenção produtiva total para o controle da capacidade produtiva de uma indústria de commodities. **XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis”**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20 a 23 de outubro de 2020.

ONDEI, V. Vendas de máquinas agrícolas caem em 2023 e continuarão em 2024. **Revista Forbes**. 2024. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2024/02/vendas-de-maquinas-agricolas-caem-em2023-e-continuarao-em-2024/>. Acesso em: 23 ago 2024.

SANTOS, A. L. S.; SILVA, E. W. S. Os recursos humanos na implementação da manutenção produtiva total (TPM): impactos na cultura organizacional. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v. 7, n. 3, 2021.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão & Produção**, v. 15, p. 449-462, 2008.

SILVA, B. C. **Implementação da metodologia TPM numa indústria metalomecânica**. 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto, Portugal, 2023.

SILVA, V. C. O. **Análise de casos de implementação de produção enxuta em empresas brasileiras de máquinas e implementos agrícolas**. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP, 2006.

SILVINA, L. B.; MAYER, F. Equipes autogerenciáveis: uma revisão da literatura. **Administração de Empresas em Revista**, v. 2, n. 32, p. 445-470, 2023.

SOUZA, T. S.; CARVALHO, F. L. S. Análise e proposição de melhorias no fluxo e controle de etiquetas vermelhas em uma linha TPM utilizando recursos da indústria 4.0. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 8, n. 2, 163–182, 2022.

TELES, F. et al. Obstáculos e benefícios da implantação da Manutenção Produtiva Total (MPT): uma revisão de literatura. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 4, p. 6386-6399, 2023.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.