

FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA IMPLEMENTAÇÃO EFETIVA DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NO SETOR DE MANUFATURA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN THE MANUFACTURING SECTOR: A LITERATURE REVIEW

Fernando Santos de Oliveira¹
Edmilson de Amorim Oliveira³

Deocleciano Reis Martins²
Adriano Jose Silva³

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da Manutenção Produtiva Total (TPM) no contexto das indústrias manufatureiras. O objetivo do estudo foi identificar atributos, fatores críticos de sucesso e barreiras para uma implementação eficaz da TPM. A análise abrange aspectos como a história, importância, justificativa, pilares, obstáculos e procedimentos de implementação da TPM, além de destacar lacunas existentes na literatura. Os resultados revelaram uma escassez de modelos de implementação da TPM voltados para o setor de manufatura. Essa lacuna ressalta a necessidade de investigar melhores práticas e exemplos de sucesso na implementação da TPM nesse contexto específico. Adicionalmente, foram identificados fatores críticos de sucesso derivados de uma revisão extensiva da literatura, os quais auxiliam na perspectiva de superar barreiras encontradas durante a implementação da TPM. Este estudo apresenta implicações práticas significativas ao ressaltar a relevância de estratégias em programas de TPM. Espera-se que os resultados forneçam aos gestores de produção e manutenção uma melhor compreensão dos benefícios da implementação da TPM, auxiliando-os a promover a satisfação dos colaboradores e o aprimoramento das operações e métodos adotados em suas empresas.

Palavras-chave: Fatores Críticos de Sucesso. Manutenção Produtiva Total. Revisão da literatura. Setor de manufatura.

ABSTRACT

This article presents a systematic review of Total Productive Maintenance -TPM in the context of manufacturing industries. This paper aims to identify the attributes, critical success factors, and barriers for an effective TPM implementation. The analysis covers aspects including history, importance, justification, pillars, obstacles, and TPM implementation procedures, besides highlighting existing gaps in the literature. Results showed scarcity of TPM implementation models focused on the manufacturing sector, emphasizing the need to investigate best practices and successful examples in this specific context. Additionally, critical success factors were identified through an extensive literature review, which assist in overcoming barriers encountered during TPM implementation. This study holds significant practical implications as it underscores the relevance of the TPM strategy. It provides managers with a better understanding of the benefits of implementing TPM, empowering them to foster employee satisfaction and enhance operational performance in their organizations.

Keywords: Total Productive Maintenance. Critical Success Factors. Manufacturing sector. Literature review.

¹Coordenador de Projetos -Fatec, SP. Praça Coronel Fernando Prestes, 30 Bom Retiro 01124060 - São Paulo, SP. e-mail: fernando.oliveira@fatecsp.br

²Coordenador do Curso Superior de Tecnologia - Fatec Osasco

³Graduando em manutenção Industrial – Fatec Osasco

1 INTRODUÇÃO

A Manutenção Produtiva Total (TPM) envolve o engajamento de todos os colaboradores nos processos de fabricação, máquinas e equipamentos, visando à otimização de recursos da produção e à gestão estratégica para preservação de ativos nas instalações industriais. Segundo Adesta *et al.* (2018), TPM é uma metodologia que desempenha um papel significativo na maximização da eficiência dos equipamentos.

Essa gestão estratégica, quando bem planejada, contribui para reduzir desperdícios e melhorar a eficiência do processo de manutenção, o que pode evitar a ocorrência de falhas e o baixo desempenho dos equipamentos da organização (TATAR; INGALGI, 2022).

Os estudos de Patil e Raut (2019) relacionaram a TPM ao investimento de capital. Segundo eles, TPM é uma metodologia que visa aumentar a disponibilidade dos equipamentos, reduzindo, assim, a necessidade de mais investimentos de capital.

Conforme Seleem, Attia e El-Assal (2018), o sucesso dos negócios, muitas vezes, depende do controle dos custos de operações e manutenção, pois afetam diretamente a produtividade, qualidade, segurança e meio ambiente. Para Sharma, Joshi e Jurwall (2020), TPM é uma metodologia essencial para abordagem da manufatura enxuta, com foco na eficiência operacional, redução de custos e melhoria da confiabilidade dos equipamentos em um ambiente de produção. Os pesquisadores mencionados anteriormente citaram várias definições úteis de TPM e com base nessas definições, foram elencados sete benefícios com a sua implementação:

1. A participação de todos os funcionários melhora a eficiência dos equipamentos.
2. TPM melhora a confiabilidade, e a confiabilidade aliada a produtividade dos equipamentos eleva à qualidade do produto.
3. Uso eficaz de custos ao longo do ciclo de vida do equipamento.
4. O treinamento em TPM melhora a vida útil de máquina e equipamentos, beneficiando os ativos da empresa.
5. Melhor utilização de profissionais qualificados em áreas técnicas avançadas e trabalhos de diagnóstico.
6. Exemplo prático e efetivo de trabalho em equipe de qualidade total voltado para a melhoria de equipamentos e prevenção da manutenção.
7. O TPM melhora a eficácia global dos equipamentos (OEE) e aumenta a lucratividade.

O Instituto Japonês de Manutenção de Plantas Industriais (JIPM, 2023) propôs oito pilares para TPM. Esses pilares fornecem uma maneira sistemática de otimizar a eficiência da produção e equipamentos, levando-se em consideração a metodologia dos cinco sentidos (5S).

A implementação da prática 5S é fase fundamental da TPM, pois desenvolve impressões positivas nos clientes e aumenta a motivação dos funcionários, que, por sua vez, melhora também a eficiência da organização. O estudo realizado por Singh e Singh (2019) apresentou resultados de impacto do 5S no crescimento de uma empresa por meio da satisfação dos colaboradores e organização do ambiente de trabalho.

Nesse contexto, considerando a importância do setor manufatureiro, a implementação de boas práticas de TPM pode melhorar a qualidade e o desempenho empresarial. No entanto, observa-se que existem muitos obstáculos para a implementação eficaz da TPM voltadas especificamente para as indústrias do setor de manufatura (TOKE; KALPANDE, 2020).

O setor manufatureiro passou por transformações significativas nas últimas décadas. Isso ocorreu muito devido aumento da competição acirrada no mercado. Além disso, os clientes estão cada vez mais atentos aos fatores de qualidade, custo e entrega. Diante desses desafios, o setor de manufatura deve adotar estratégias para melhorar continuamente tanto a qualidade quanto a produtividade de seus produtos (DÍAZ-REZA *et al.*, 2018).

Neste artigo, inicialmente apresenta-se uma visão geral e revisão da TPM, particularmente no contexto das indústrias de manufatura, o que permitiu identificar algumas lacunas existentes na literatura. O objetivo principal deste trabalho foi identificar atributos, barreiras e fatores críticos de sucesso para uma implementação eficaz da TPM.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Vários pesquisadores classificaram a TPM em elementos de curto e longo prazo (NALLUSAMY *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2019; BASHAR; HASIN; JAHANGIR., 2020;). Os elementos de curto prazo são mais focados na manutenção autônoma e na manutenção planejada, além do treinamento dos funcionários de manutenção para o desenvolvimento de habilidades. Enquanto os elementos de longo prazo são mais focados no projeto de aquisição de novos equipamentos que envolve práticas inovadoras (HASHIM *et al.*, 2012; KUNDU *et al.*, 2020). TPM deve ser considerado como um sistema único, e sua construção está amplamente baseado nos atributos da manutenção planejada, manutenção da qualidade, educação e treinamento.

Para Díaz-Reza *et al.* (2018), a manutenção planejada geralmente é classificada em quatro grupos: manutenção corretiva, preventiva, preditiva e produtiva, visando assegurar que as máquinas e equipamentos funcionem sem grandes problemas ou quebras.

Sharma, Joshi e Jurwall (2020) afirmaram que TPM não é uma simples combinação desses grupos, mas enfatiza a promoção da manutenção por meio da manutenção autônoma, a qual incentiva atividades em pequenos grupos, visando maximizar a eficácia dos equipamentos ao se eliminar fontes de desperdícios e ineficiências que frequentemente prejudicam a produtividade.

A manutenção da qualidade busca satisfazer clientes com alta qualidade e valor agregado na fabricação de produtos. O foco da manutenção da qualidade está em eliminar não conformidades de forma sistemática, que aliada a manutenção planejada, pode promover uma evolução do método reativo para o proativo, no qual times de manutenção treinados melhoram a manutenção de máquinas e equipamentos (MUKHEDKAR, 2020).

A educação e treinamento aos colaboradores tem função primordial para desenvolver seus talentos e habilidades. Os níveis de habilidade são melhorados por meio de treinamentos e práticas consistentes. De acordo com Bartz, Cesar e Paula (2014), existem três níveis de qualidade do trabalho, são eles, nível de reparo: as pessoas seguem instruções, mas não conseguem prever o futuro, ou seja, elas simplesmente reagem aos problemas; nível de prevenção: as pessoas conseguem prever problemas futuros e tomar ações corretivas adequadas; nível de melhoria: as pessoas conseguem prever problemas, agindo proativamente com medidas corretivas, mas também propondo melhorias para evitar recorrências.

Apesar da importância da TPM e seus atributos, algumas indústrias de manufatura têm utilizado um foco limitado aos sistemas de gestão, sendo vital o envolvimento dos gestores para desenvolver um programa de manutenção centrado na confiabilidade, com integração cada vez mais próxima do pessoal de produção e manutenção (THORAT; MAHESHA, 2020).

De acordo com Seleem, Attia e El-Assal (2018) existem seis habilidades de valor no local de trabalho para cumprir uma relação integrada, aprimorando habilidades necessárias tanto para os operadores quanto para o pessoal de manutenção.

- (1) Atenção: capacidade de concentração e de descobrir desvios.
- (2) Julgamento: capacidade de pensar logicamente e tomar decisões acertadas.
- (3) Ação corretiva: capacidade de restaurar as condições normais no tempo mínimo.
- (4) Prevenção: capacidade de prevenir problemas pelo conhecimento da operação.

(5) Previsão: habilidade de prever que problemas estão prestes a acontecer, identificando desvios.

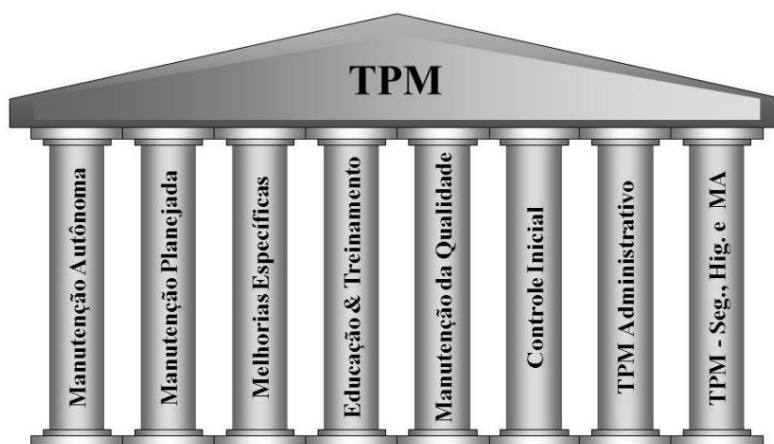
(6) Melhoria: habilidade de propor ideias para eliminar o ponto de problema, de modo que os problemas não voltem a ocorrer.

De acordo com Jain, Bhatti e Singh, (2014), as iniciativas da TPM têm como foco eliminar as principais perdas e desperdícios associados ao sistema de produção, mediante avaliações contínuas e sistemáticas do sistema de produção. A maneira sistemática de otimizar a eficiência de máquinas e equipamentos também considera a interação entre pessoas e equipamentos com foco nos pilares para a implementação eficaz da TPM (HASHIM *et al.* 2012).

Segundo Toke e Kalpande (2020), TPM é um programa para aumentar a eficiência de máquinas e processos, que se baseia em oito pilares, incluindo o 5S em sua base. Nesse sentido, a prática 5S torna-se uma fase preparatória da TPM, que é uma técnica utilizada para estabelecer e manter um ambiente de qualidade em uma organização. Um local de trabalho organizado motiva as pessoas, tanto no chão de fábrica quanto em outras áreas funcionais.

Singh e Singh (2019) estudaram vários benefícios da implementação do 5S. Ele identificou que a implementação do 5S aumenta a moral, cria impressões positivas nos clientes e aumenta a eficiência da organização. Os funcionários se sentirão melhores no trabalho, transformando o ambiente ao seu redor, o que pode tornar a empresa mais lucrativa e competitiva no mercado. Após estabelecer essa base 5S, o programa de TPM é desenvolvido construindo seus pilares. O plano de implementação da TPM com oito pilares proposto pelo JIPM é representado na Figura 1.

Figura 1 - Oito pilares da TPM sugeridos pelo JIPM



Fonte: Elaborada pelos Autores, 2023.

2.1 Pilares da TPM e identificação de fatores críticos de sucesso

“Manutenção Autônoma” é o pilar que visa o desenvolvimento do senso de propriedade sobre o equipamento pelos colaboradores. Isso é uma contradição à abordagem tradicional da engenharia de manutenção, na qual até mesmo os problemas menores de manutenção são geralmente atendidos pelo pessoal do departamento de manutenção (JAIN; BHATTI; SINGH, 2014).

O pilar da “Manutenção Planejada” segue uma abordagem estruturada para estabelecer um sistema de gerenciamento que aumente a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos com custo adequado (RIBEIRO *et al.*, 2019). Assim, aspectos fundamentais desse pilar é o controle dos custos de manutenção e a eliminação de perdas. Estudos realizados por Nallusamy *et al.* (2018) verificaram que existem seis grandes perdas associadas a implementação da TPM nas indústrias, são elas, perdas por quebra, por preparação e ajustes, por pequenas paralizações, por redução de velocidades, por retrabalhos e perdas iniciais de fase de projeto.

Um exemplo para “Melhorias Específicas” está quando um colaborador busca melhorar seu nível de atendimento às falhas de manutenção. De acordo com Singh e Singh (2019), analisar falhas de manutenção por meio de ferramentas adequadas ajuda a atuar no processo de análise e medição de desempenho. Este pilar desenvolve habilidades nas equipes para serem autossuficientes na aplicação de abordagens apropriadas para resolução de problemas.

Para construir pilar de “Manutenção da Qualidade”, a organização precisa introduzir a cultura de filosofia “zero defeitos” e usar todos os recursos, incluindo equipamentos, para alcançar a melhoria contínua da qualidade. Isso pode ser feito controlando as interações do processo entre mão de obra, material, máquinas e métodos que poderiam permitir a ocorrência de defeitos. Segundo Thorat e Mahesha (2020), essa cultura busca prevenir defeitos, sem instalar sistemas rigorosos de inspeção para detectar defeitos no final da linha de produção, contribuindo para redução de custos em empresa à medida que são reduzidos os desperdícios com retrabalho, a necessidade de inspeção e número de reclamações nos clientes.

“Processos Administrativos” é o pilar no qual métodos inteligentes e atividades administrativas devem ser promovidos, visando apoiar as atividades de TPM. Uma redução adicional de custos na manutenção de equipamentos deve ser suportada pelas atividades administrativas autônomas. Esta é uma ênfase única da TPM, já que nenhum outro modelo de melhoria contínua apresenta esse papel de apoio aos processos organizacionais (DIGALWAR; PADAM, 2014).

Esse pilar se concentra em todas as áreas que fornecem funções administrativas e de suporte na empresa, assegurando que todos os processos apoiem a otimização da produção e manutenção, sendo concluídos a um melhor custo-benefício com redução de perdas funcionais.

O pilar referente a “Educação e Treinamento” busca assegurar que os funcionários sejam capacitados nas habilidades identificadas como essenciais, tanto para o seu desenvolvimento pessoal, quanto para uma implementação bem-sucedida da TPM, levando-se em consideração os objetivos estratégicos e metas da empresa (GUPTA; CHANDNA, 2020).

O pilar de “Segurança, Saúde e Meio Ambiente” abrange a abordagem humana e busca implementar uma metodologia em direção à conquista de “zero acidentes”. De acordo com este pilar, o programa de TPM deve desenvolver uma política de meio ambiente, saúde e segurança com o compromisso e apoio da alta administração. Segundo Venkatesh, 2007, os benefícios imediatos da implementação deste pilar são prevenir a recorrência de acidentes de perda de tempo e reduzir o número de acidentes, além de prevenir falhas no sistema ambiental. Além disso, pode viabilizar uma economia financeira aplicada diretamente nos custos de contenção, investigação e compensação (AHUJA; KHAMBA, 2008).

A construção do pilar de “Controle Inicial” permite ao programa de TPM uma revisão de projetos para prevenir erros, conflito de informações, dados de processos de fabricação e definição dos tempos de ciclo dos equipamentos empregados nas instalações industriais. Depois de construir esses pilares, o programa de TPM é responsável por contribuir com alto nível de qualidade da manutenção (PATIL; RAUT, 2019).

A implementação desses pilares proporciona redução de tempos de processos de produção, melhorias de OEE e capacidade de entrega em volume com qualidade adequada a partir do início da produção. Economias de custo podem ser alcançadas tanto durante a fase de introdução quanto ao longo do ciclo de vida do equipamento ou produto.

Alguns autores afirmam que OEE é o único parâmetro que tem a capacidade de indicar a qualidade da manutenção do equipamento (ADESTA *et al.*, 2018). No entanto, Bataineh *et al.* (2019) afirmam que o OEE por si só não pode ser considerado um indicador de desempenho de programas de TPM.

De acordo com a política de gestão, um ou mais parâmetros de medição de desempenho podem ser escolhidos para medir o nível de qualidade da manutenção do equipamento. Na literatura está disponível a aplicação de TPM em diferentes empresas do segmento de manufatura (ADESTA *et al.*, 2018; KUNDU *et al.*, 2020; TATAR; INGALGI, 2022).

Essas abordagens indicam a habilidade da TPM para desempenhar papel fundamental na revolução da gestão de manutenção e abordagens de engenharia e, assim, ganhar uma posição de referência nas práticas adotadas pelas indústrias de manufatura.

Conforme Gupta e Chandna (2020), um resultado estratégico com a implementação da TPM é a redução de ocorrências e quebras inesperadas, obtendo-se melhorias de produtividade, custo, qualidade, entrega, segurança e moral dos funcionários da organização.

A determinação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) foi baseada nas contribuições identificadas nos estudos dos autores elencados na Tabela 1 a seguir. Verifica-se que a maioria das pesquisas identificadas na literatura, concentraram-se em um ou mais parâmetros-chave para a implementação adequada da TPM nas indústrias manufatureiras.

Tabela 1 - Fatores Críticos de Sucesso para TPM identificados na literatura.

Autores	Manutenção Autônoma	Manutenção Planejada	Manutenção de Qualidade	Foco na Melhoria Contínua	Gestão Antecipada do Equipamento	Educação e Treinamento	Saúde, Segurança e Meio Ambiente	Processos Administrativos
Kumar e Ellingsen (2000)							•	
Ireland e Dale (2001)		•						
Chan <i>et al.</i> (2005)		•						
Heine <i>et al.</i> (2006)	•	•	•	•	•	•	•	•
Gosavi (2006)			•				•	
Ahuja e Khamba (2008)				•	•			
Hashim <i>et al.</i> (2012)				•				
Jain <i>et al.</i> (2014)	•	•	•	•	•	•	•	•
Bartz <i>et al.</i> (2014)						•		
Digalwar e Padam (2014)							•	

Fonte: Elaborada pelos Autores, 2023.

Os vários subfatores associados a esses FCS identificados na TPM foram extraídos na Tabela 2. A referida Tabela 2 mostra os achados pelo presente estudo com base nos pesquisadores mencionados acima, que se concentra na utilidade dos FCS identificados para TPM (KUMAR; ELLINGSEN, 2000; IRELAND; DALE, 2001; CHAN *et al.*, 2005; HEINE; PROULX; VOHS, 2006; GOSAVI, 2006; AHUJA; KHAMBA, 2008; HASHIM *et al.*, 2012;

JAIN; BHATTI; SINGH, 2014; BARTZ; CESAR; PAULA., 2014; DIGALWAR; PADAM, 2014).

Tabela 2 - Achados sobre principais Fatores Críticos de Sucesso para TPM e suas aplicações.

TPM-FCS	O que é?	Como pode ajudar as empresas?
Manutenção Autônoma	Transfere a responsabilidade pela manutenção de rotina, tais como limpeza, lubrificação, inspeção, entre outras para os próprios operadores.	Proporciona aos operadores maior responsabilidade e autonomia sobre seus equipamentos. Aumenta o conhecimento dos operadores sobre seus equipamentos Assegura que os equipamentos e o local de trabalho esteja limpo e organizado. Identifica problemas antes que se tomem falhas Libera o pessoal de manutenção para tarefas críticas e de alta complexidade.
Manutenção Planejada	Agenda tarefas de manutenção com base em taxas de falha previstas e/ou medidas.	Reduz significativamente as ocorrências de paradas não planejadas. Permite que a maioria da manutenção seja programada para momentos em que o equipamento não está produzindo. Reduz o inventário por meio de um melhor controle das peças sujeitas a desgaste e falhas.
Manutenção de Qualidade	Incorporar detecção e prevenção de erros de projeto nos processos de produção. Aplicar análise de causa raiz para eliminar fontes recorrentes de defeitos de qualidade.	Alvos específicos de problemas de qualidade com projetos de melhoria focado na remoção de causa raiz de defeitos. Reduz o número de defeitos Reduz custos ao identificar previamente um defeito.
Foco na Melhoria Contínua	Fomentar pequenos grupos de pessoas que trabalhem de forma proativa para alcançar melhorias regulares e incrementais.	Problemas recorrentes são identificados e resolvidos por equipes multifuncionais. Combina os talentos coletivos de uma empresa para criar um motor de melhoria contínua.
Gestão Antecipada	Aproveitar conhecimento técnico e compreensão da equipe de TPM para melhorar o projeto de novos equipamentos de produção adquiridos.	Novos equipamentos atingem níveis de desempenho planejados mais rapidamente devido integração na fase de concepção do projeto. A manutenção é mais simples e robusta devido à revisão prática e envolvimento dos funcionários antes da instalação do equipamento.
Educação e Treinamento	Preenche as lacunas de conhecimento necessárias para alcançar os objetivos da TPM. Aplica-se a operadores, pessoal de manutenção e gestores.	Os operadores desenvolvem habilidades para realizar a manutenção rotineira dos equipamentos e identificar problemas emergentes. O pessoal de manutenção aprende técnicas com foco na manutenção proativa, preventiva e preditiva. Os gestores recebem treinamento sobre os princípios da TPM, bem como sobre o coaching e desenvolvimento de pessoas.
Saúde, Segurança e Meio Ambiente	Manter um ambiente de trabalho seguro e saudável.	Elimina potenciais riscos à saúde e segurança, o que resulta em um local de trabalho mais seguro. Tem como objetivo específico um ambiente de trabalho livre de acidentes.
Processos Administrativos	Aplicar técnicas de TPM às funções administrativas.	Estende os benefícios da TPM além do chão de fábrica ao abordar o desperdício nas atividades administrativas. Oferece suporte à produção por meio de melhorias nas operações administrativas (por exemplo, processamento de pedidos, aquisição e programação).

Fonte: Elaborada pelos Autores, 2023.

Além de todos esses benefícios, é observado que as indústrias manufatureiras vêm enfrentando problemas na implementação da TPM. O estudo detalhado sobre as principais barreiras na implementação da TPM é revisado na próxima seção.

2.2 Barreiras para implementação da TPM

Os pesquisadores Jain, Bhatti e Singh, (2017) observaram algumas razões para o fracasso da implementação da TPM em indústrias de manufatura indianas. Eles concluíram que TPM não é uma metodologia de solução rápida, na qual apresenta-se resultados instantâneos, mas requer compromisso, dedicação e perseverança por parte da alta direção e dos funcionários a longo prazo para se obter resultados visíveis e notáveis.

Mukhedkar (2020) identificou várias razões-chave para a forte resistência à implementação da TPM. Eles observaram que a falta de apoio da direção, a dificuldade em compreender a filosofia por parte dos coordenadores do chão de fábrica e o longo tempo necessário para implantação da metodologia estão entre os principais obstáculos na implementação da TPM. O requisito mais importante observado realmente é o envolvimento total e absoluto da alta direção. O papel de liderança e comprometimento da alta administração tem sido frequentemente apontado em muitos estudos como influência decisiva sobre o sucesso de implementação da TPM (BATAINEH *et al.*, 2019; BASHAR; HASIN; JAHANGIR, 2020).

Estudo recentes relataram que há uma alta resistência por parte dos operadores do chão de fábrica e do pessoal de manutenção (TATAR; INGALGI, 2022). Nesse sentido, o apoio constante da alta direção torna-se crucial para superar essa resistência, especialmente durante o período de transição (SINGH; SINGH, 2019).

Outro estudo identificou também falhas com relação ao tempo suficiente para a evolução do programa de TPM; atitudes equivocadas da direção de diminuir custos por meio da redução de mão de obra; resistência à adoção de avanços tecnológicos; falta de incentivo organizacional e treinamento insuficiente (JAIN, BHATTI E SINGH, 2017).

De acordo com Kundu *et al.* (2020) e Sharma *et al.* (2020), com a filosofia TPM pode-se alcançar a maximização da eficiência dos equipamentos por meio da participação dos colaboradores, além do uso da manutenção autônoma nas atividades de pequenos grupos para melhorar a confiabilidade, manutenibilidade e produtividade. No entanto, TPM não é simples de ser implementado; na verdade, é um conceito muito complexo, mas se uma empresa tem como objetivo primordial a alta qualidade de seus serviços e produtos, ela precisa seguir

algumas filosofias básicas, que normalmente se constroem umas sobre as outras, desenvolvendo uma cultura positiva para obter melhorias significativas nas instalações de produção.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

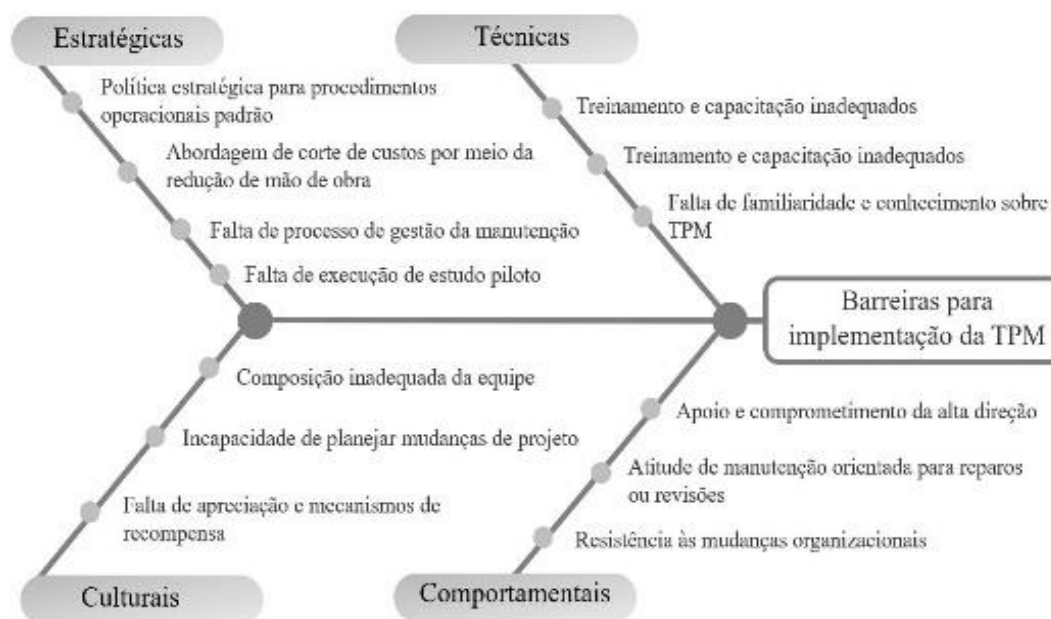
O foco dessa pesquisa foi identificar atributos, barreiras e fatores críticos de sucesso para implementação da TPM em indústrias de manufatura. Observou-se que o desenvolvimento de um modelo de TPM, aliado a gestão da qualidade total, torna-se uma das maneiras de identificar esses fatores críticos de sucesso. Por outro lado, a lucratividade e a redução de custos são alguns dos principais motivadores para as empresas implementarem a TPM.

O setor manufatureiro desempenha um papel significativo no desenvolvimento econômico atual, mas observações realizadas com base na literatura, verificou-se que existem lacunas que precisam ser vencidas para uma implementação eficaz da TPM.

Este trabalho revelou também que a implementação de TPM no setor de manufatura ainda não é amplamente adotada e nota-se a carência de estudos na tentativa de entender a TPM como força no engajamento e comprometimento das pessoas, bem como a alocação adequada de recursos no contexto das indústrias manufatureiras.

Com base na análise da literatura foi possível identificar barreiras que inibem a implementação da TPM, agrupadas na Figura 2.

Figura 2 - Categorização de barreiras para implementação da TPM



Fonte: Elaborada pelos Autores, 2023.

Para facilitar o entendimento, as categorias apresentadas na Figura 2 foram agrupadas, pela frequência que apareceram nos artigos consultados, destacaram-se quatro grupos de barreiras: estratégicas, técnicas, culturais e comportamentais, com derivações de fatores que normalmente dificultam a implementação adequada da TPM. Com base nesses artigos, verificou-se que alguns modelos mostraram ser pouco úteis para o setor manufatureiro, pois relataram que precisam de apoio e esforços, condições necessárias para superar resistências existentes na implementação.

A partir dessa revisão bibliográfica foram identificados oito principais fatores críticos de sucesso (FCS). Alguns atributos também foram derivados desses oito FCS para obter atenção e serem mais aprofundados no estudo sobre TPM e estão apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Lista de Fatores Críticos de Sucesso para TPM e seus atributos.

Melhoria da produtividade	<p>pelo uso eficiente de energia</p> <p>pela disponibilidade de materiais</p> <p>pelos equipamentos individual</p>
Melhoria da qualidade	<p>por meio de reclamações de clientes</p> <p>com suporte a reclamações internas e externas</p> <p>por meio de manutenção de equipamentos dos produtos</p>
Redução de custos	<p>devido à manutenção</p> <p>devido à mão de obra</p> <p>devido à operação</p> <p>devido ao consumo excessivo de energia</p> <p>devido a quebras</p>
Desempenho de entrega	<p>assegurada</p> <p>garantida</p> <p>pontual</p>
Segurança e saúde ocupacional	<p>para remediação de acidentes</p> <p>para fatores ambientais</p> <p>para redução e controle de poluição</p>
Melhoria do moral	<p>por meio de estímulos aos funcionários</p> <p>de equipes dedicadas</p> <p>para reuniões de TPM</p> <p>na coordenação e espírito de equipe</p> <p>por meio de feedback e feedforward</p>
Apoio ao ambiente de trabalho	<p>da alta administração</p> <p>aos operadores dos equipamentos</p> <p>por meio de comunicação assertiva</p> <p>por meio de capacitação</p> <p>por meio de autoavaliação</p>
Vantagens competitivas	<p>com agregação de valor aos produtos</p> <p>com satisfação e tempo de resposta aos clientes</p> <p>com assistência a serviços e produtos</p>

Fonte: Elaborada pelos Autores, 2023.

Reconhece-se que a TPM, quando bem planejada e implementada, proporciona aumento da disponibilidade, eficiência produtiva e taxa de desempenho elevados para qualidade, além de resultar na melhoria do OEE dos equipamentos.

A compreensão dos tópicos abordados por diferentes pesquisadores, mesmo dentro de um setor específico, aponta a necessidade de desenvolver um modelo de TPM que seja capaz de fornecer uma maneira prática de implementar a TPM nas indústrias manufatureiras.

Acredita-se que esse estudo possa contribuir com gestores, pesquisadores e acadêmicos a se concentrarem em fatores-chave de sucesso, mitigando barreiras para a implementação efetiva de programas de TPM, tornando-os referência para o setor de manufatura.

REFERÊNCIAS

- ADESTA, E.Y.T.; PRABOWO, H.A.; AGUSMAN, D. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. In: **IOP conference series: materials science and engineering**. IOP Publishing, 2018. p. 012024.
- AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.14, n.4, p.356-374, 2008.
- BARTZ, T.; CEZAR, M.S.; PAULA, B.B. Improvement of industrial performance with TPM implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.20, n.1, p.2-19, 2014.
- BASHAR, A.; HASIN, A.A.; JAHANGIR, N. Linkage between TPM, people management and organizational performance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.28, n.2, p.350-366. 2020.
- BATAINEH, O. *et al.* A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.25, n.1, p. 144-161, 2019.
- CHAN, F.T.S. *et al.* Implementation of total productive maintenance: A case study. *International journal of production economics*, v.95, n.1, p.71-94, 2005.
- DÍAZ-REZA, J.R. *et al.* The role of managerial commitment and TPM implementation strategies in productivity benefits. *Applied Sciences*, v.8, n.7, p.1153, 2018.
- DIGALWAR, A.K.; PADAM, P.V. Implementation of total productive maintenance in manufacturing industries: a literature-based metadata analysis. *The IUP Journal of Operations Management*, v.13, n.1, p.39, 2014.
- GOSAVI, A. A risk-sensitive approach to total productive maintenance. *Automatica*, v.42, n.8, p.1321-1330, 2006.

GUPTA, S.; CHANDNA, P. A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company. *Grey Systems: Theory and Application*, v.10, n.3, p.339-357, 2020.

HASHIM, S. *et al.* Total productive maintenance and innovation performance in Malaysian automotive industry. *International Journal of Engineering Research and Development*, v.3, n.11, p.62-67, 2012.

HEINE, S.; PROULX, T.; VOHS, K. The meaning maintenance model: On the coherence of social motivations. *Personality and social psychology review*, v.10, n.2, p.88-110, 2006.

IRELAND, F.; DALE, B.G. A study of total productive maintenance implementation. *Journal of quality in maintenance engineering*, v. 7, n. 3, p. 183-192, 2001.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. *Japan Institute of Plant Maintenance. JIPM*. Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/>>. Acesso em: 07. abr., 2023.

JAIN, A.; BHATTI, R.S.; SINGH, H. An ISM approach to identify key success behind the TPM implementation in Indian SMEs. *International Journal of Production and Quality Management*, v.22, n.1, p.42-59, 2017.

JAIN, A.; BHATTI, R.; SINGH, H. Total productive maintenance (TPM) implementation practice: A literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, v.5, n.3, p. 293-323, 2014.

KUMAR, U.; ELLINGSON, H.P. Development and implementation of maintenance performance indicators for the Norwegian oil and gas industry. In: *Proceedings of the 14th International Maintenance Congress: 07/03/2000-10/03/2000*. Sociedade Sueca de Manutenção (Fören. Underhållsteknik), 2000. p.221-228.

KUNDU, K. *et al.* An evaluation of preventive maintenance framework in an Italian manufacturing company. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.28, n.1, p.37-57, 2020.

MUKHEDKAR, D.K. Impact of TPM Implementation on Organization Competitiveness. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, v. 28, n.1, p.37-57, 2022.

NALLUSAMY, S. *et al.* Implementation of total productive maintenance to enhance the overall effectiveness in medium scale industries. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, v.8, n.1, p.1027-1038, 2018.

PATIL, L.; RAUT, N. Study of total productive maintenance and improving the production. *International of Research and Analytical Reviews*, v.1, p.519-522, 2019.

RIBEIRO, I. *et al.* Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, v.38, p.1574-1581, 2019.

SELEEM, S.; ATTIA, E.A.; EL-ASSAL, A. Identification of critical success factors for total productive maintenance. *The International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering*. Colégio Técnico Militar, 2018. p.1-14.

SHARMA, A.K.; JOSHI, A.; JURWALL, V. Performance measurement metrics in TPM: a contextual view to training and development. *Materials Today: Proceedings*, v. 28, p.2476-2480, 2020.

SINGH, J.; SINGH, H. Justification of TPM pillars for enhancing the performance of manufacturing industry of Northern India. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2019.

TATAR, D.K.; INGALDI, M. Digitization of processes in manufacturing SMEs-value stream mapping and OEE analysis. *Procedia Computer Science*, v. 69, n.1, p. 109-133, 2020.

THORAT, R.; MAHESHA, G.T. Improvement in productivity through TPM implementation. *Materials Today: Proceedings*, v.24, p. 508-1517, 2020.

TOKE, L.K.; KALPANDE, S.D. Total quality management in small and medium enterprises: An overview in Indian context. *Quality Management Journal*, v.27, n.3, p.159-175, 2020.