

DA TEORIA À PRÁTICA IMPLEMENTAÇÃO DO PDCA E SDCA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA MELHORIA DO DESEMPENHO E ENGENHARIA DE SEGURANÇA OCUPACIONAL



<https://doi.org/10.22533/at.ed.4111425140110>

Data de aceite: 03/02/2025

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do Paraná , PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP, Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Fabio Rodrigo Milanez

UniSENAI PR Campus Londrina
Londrina-PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Angelo Feracin Neto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

Marcos Antônio de Matos Laia

Universidade Federal de São Joao Del Rei
Departamento De Ciência Da Computação – UFSJ, Minas Gerais - MG
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Vitor Blanc Milani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná , Mestrando - PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/4504374098250296>

Luiz Francisco Sanches Buzzacchero

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1747856636744006>

Vicente de Lima Gongora

UniSENAI PR Campus Londrina
Londrina-PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Iago Maranhão Machado

Egresso Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Henrique Cavalieri Agonilha

Universidade Filadélfia (Unifil)
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Universidade Tecnológica Federal do Paraná , Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8619727190271505>

Pedro Henrique Calegari

Engenheiro Mecânico I Engenheiro de Segurança do Trabalho I Gerente de Projetos, Unopar Universidade Norte do Paraná – Gerente projetos Bosch Car Service, Jacarezinho-PR
<http://lattes.cnpq.br/1239023712415204>

Jancer Frank Zanini Destro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/9441194382598647>

Kazuyochi Ota Junior

Mestre - PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação Multicampi em Engenharia Mecânica
CP/PG, Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

Carlos Alberto Paschoalino

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/0419549172660666>

Marco Aurélio de Carvalho Andrade

Mestrando - PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação Multicampi em Engenharia
Mecânica CP/PG
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8506122444514273>

RESUMO: Este trabalho apresenta a implementação de um sistema de gestão da manutenção em uma indústria metalomecânica, utilizando os ciclos PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir) e SDCA (Padronizar, Fazer, Verificar, Agir), além de ferramentas informatizadas de gestão. O estudo teve como objetivo aumentar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, reduzindo custos operacionais e paradas não planejadas. A metodologia incluiu o levantamento detalhado do parque fabril, a capacitação da equipe e a padronização de práticas de manutenção preventiva e preditiva. Os resultados demonstraram um aumento de 32% no Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e uma redução de 28% no Tempo Médio para Reparo (MTTR), além de uma economia de 18% nos custos de manutenção em relação ao faturamento. Observou-se também maior engajamento dos colaboradores, fortalecimento da cultura de melhoria contínua e aumento da eficiência organizacional. Conclui-se que a gestão estratégica da manutenção, baseada em dados e boas práticas, é uma ferramenta essencial para promover a competitividade e a sustentabilidade industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da manutenção, Ciclo PDCA, Eficiência operacional.

FROM THEORY TO PRACTICE IMPLEMENTING PDCA AND SDCA IN MAINTENANCE MANAGEMENT FOR IMPROVING PERFORMANCE AND OCCUPATIONAL SAFETY ENGINEERING

ABSTRACT: This study presents the implementation of a maintenance management system in a metal-mechanic industry, utilizing the PDCA (Plan, Do, Check, Act) and SDCA (Standardize, Do, Check, Act) cycles, in addition to computerized management tools such as the ManWinWin software. The objective was to increase equipment reliability and availability while reducing operational costs and unplanned downtimes. The methodology included a detailed assessment of the industrial facilities, staff training, and the standardization of preventive and predictive maintenance practices. The results showed a 32% increase in Mean Time Between Failures (MTBF) and a 28% reduction in Mean Time to Repair (MTTR), along with an 18% decrease in maintenance costs relative to revenue. Furthermore, greater employee engagement, a strengthened culture of continuous improvement, and enhanced organizational efficiency were observed. It is concluded that strategic maintenance management, based on data and best practices, is an essential tool to foster industrial competitiveness and sustainability.

KEYWORDS: Maintenance management, PDCA cycle, Operational efficiency.

INTRODUÇÃO

A fabricação de ferramentas metálicas está profundamente conectada ao progresso da humanidade, a ponto de grandes períodos históricos, como a Idade dos Metais, serem definidos pelos materiais utilizados. Com o desenvolvimento de máquinas e equipamentos elétricos, surgiram as máquinas-ferramenta, que revolucionaram a produção de peças metálicas ao tornarem viáveis processos como acabamento, desbaste e retífica.

Com o avanço da industrialização, a demanda por produtos metálicos cresceu substancialmente, incentivando a criação de novas empresas e aumentando a competitividade no setor metalomecânico. Nesse contexto, a eficiência operacional e a busca pela redução de custos se tornaram prioridades essenciais para a sustentabilidade das operações industriais. Como apontado por Kardec e Nascif (2009), a antiga prática brasileira de abandonar equipamentos antigos para evitar custos de manutenção está, gradualmente, sendo deixada de lado.

No que diz respeito à operação de máquinas, a confiabilidade, definida como “a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condição especificada, durante um dado intervalo de tempo” (MENDONÇA; CHRUN; ROCHA, 2017, p. 828), tornou-se um elemento estratégico para a competitividade industrial. Nesse cenário, a implementação de sistemas de gestão da manutenção emergiu como uma resposta eficaz para otimizar a produtividade e reduzir os custos.

Conforme destacado por Rodrigues et al. (2023), no atual cenário da Indústria 4.0, as organizações buscam aumentar a produtividade e alcançar práticas de predição e previsão automáticas. Novos métodos de tomada de decisão, focados em informações quantitativas e qualitativas a partir da análise da confiabilidade, são essenciais para que as empresas atinjam um patamar de eficiência e se destaquem em seu ramo de atuação. Entretanto, em muitas indústrias, especialmente aquelas com maquinário antigo, a manutenção ainda é predominantemente corretiva, ocorrendo somente após falhas.

A ausência de políticas de manutenção adequadas compromete a capacidade produtiva, causando paradas inesperadas e reduzindo a disponibilidade dos equipamentos. Como destaca Souza et al. (2022), a implementação de tecnologias da Indústria 4.0, como monitoramento preditivo, pode otimizar as atividades de manutenção, aumentando a confiabilidade e eficiência dos sistemas.

Este estudo analisa uma indústria metalomecânica situada no norte do Paraná e com um parque de máquinas diversificado, onde muitos equipamentos operam há décadas sem um sistema de manutenção preventiva. Essa realidade resulta em baixa disponibilidade e confiabilidade dos ativos.

A ausência de procedimentos padronizados foi identificada como um dos principais desafios, pois tornava as ações de manutenção dependentes exclusivamente da experiência dos operadores, resultando em inconsistências nos processos. Para superar essas dificuldades, foi proposta a aplicação do ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir).

De acordo com Costa e Costa (2024), o método PDCA é amplamente utilizado para gerenciar processos internos e garantir o alcance de metas, utilizando informações como base para decisões organizacionais. Como complemento, o ciclo SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*) é integrado para consolidar e estabilizar as melhorias alcançadas, criando um sistema robusto capaz de reduzir falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos.

O presente artigo apresenta a aplicação do ciclo PDCA em uma indústria metalomecânica, avaliando sua eficácia com base em indicadores como o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e o Tempo Médio para Reparo (MTTR). A utilização de um software de gestão de manutenção (CMMS) foi fundamental para monitorar dados, auxiliar na tomada de decisões estratégicas e acompanhar os resultados das intervenções. Espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam servir como modelo para outras indústrias que enfrentam desafios semelhantes, destacando a importância da melhoria contínua e do engajamento dos colaboradores na implementação de mudanças positivas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A gestão da manutenção exerce um papel essencial para assegurar a confiabilidade e a continuidade das operações industriais. Ao longo da história, o conceito de manutenção evoluiu de forma concomitante ao avanço da indústria, tornando-se indispensável para acompanhar o aumento da complexidade dos equipamentos e máquinas desde o início da Revolução Industrial (VIANA, 2012). No setor metalomecânico, que engloba atividades variadas relacionadas ao processamento e produção de metais, a manutenção é considerada uma prática crítica. De acordo com Mancini (2023), a siderurgia é responsável por transformar matérias-primas, como minério de ferro e carvão, em produtos semiacabados, como placas, blocos e tarugos. Esses produtos são posteriormente processados por diferentes segmentos industriais, incluindo os setores alimentício e aeroespacial.

Manutenção e sua evolução

Com a mecanização das fábricas no século XIX, as primeiras práticas de manutenção surgiram, sendo predominantemente corretivas e focadas em reparos após falhas. Nessa época, a manutenção era muitas vezes encarada como um gasto desnecessário. Contudo, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, sua importância foi amplamente reconhecida, passando a ser vista como uma estratégia indispensável para garantir a eficiência e a continuidade das operações produtivas (KARDEC; NASCIF, 2009). Segundo os autores, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações principais. Essas etapas incluem a transição de práticas exclusivamente corretivas para modelos preventivos e preditivos, culminando na implementação de sistemas baseados em dados e tecnologias avançadas.

Tipos de Manutenção

Os principais tipos de manutenção são a corretiva, preventiva e preditiva, cada uma com características específicas e diferentes áreas de aplicação. De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma falha no equipamento, visando restaurar sua capacidade funcional. Em contraste, a manutenção preventiva envolve ações previamente planejadas para evitar falhas, sendo executada em intervalos de tempo predeterminados.

De acordo com Kane et al. (2022), a manutenção preditiva utiliza técnicas de monitoramento contínuo e análise de dados para prever falhas potenciais nos equipamentos. Essa abordagem permite intervenções antes que ocorram problemas graves, reduzindo paradas inesperadas e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

De acordo com Gonçalves et al. (2017), a escolha da estratégia de manutenção mais adequada é fundamental para otimizar os recursos disponíveis e prolongar a vida útil dos equipamentos industriais. A implementação de técnicas como a manutenção preditiva e ferramentas como a Manutenção Produtiva Total (TPM) pode resultar em significativa redução de custos e aumento da eficiência operacional.

Ferramentas de Melhoria Contínua e Qualidade

De acordo com Moraes, Costa e Bentes (2021), o Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir) é uma ferramenta amplamente utilizada na gestão da manutenção para alcançar níveis elevados de excelência operacional. Desenvolvido inicialmente por Walter A. Shewhart e disseminado por William E. Deming, o PDCA oferece uma metodologia estruturada para a melhoria contínua de processos.

Este ciclo é composto por quatro etapas principais: planejamento das ações, implementação das melhorias, verificação dos resultados alcançados e, por fim, a adoção de ações corretivas para padronizar ou ajustar os processos, conforme necessário.

O PDCA se mostra especialmente eficaz em ambientes industriais que buscam melhorar a eficiência e a qualidade de seus processos. Ele é aplicado desde a identificação de problemas até a execução e padronização das soluções implementadas. Sua integração com o ciclo SDCA (Padronizar, Fazer, Verificar, Agir) assegura que as melhorias obtidas sejam mantidas a longo prazo, promovendo estabilidade nos processos (WERKEMA, 2012).

Sistemas Informatizados de Gestão da Manutenção (CMMS)

O uso de sistemas informatizados de gestão da manutenção (CMMS - *Computerized Maintenance Management System*) tem ganhado destaque entre empresas que buscam maior organização e controle de suas atividades de manutenção (CAMPOS, 2012). Esses sistemas oferecem funcionalidades que incluem o registro, monitoramento e análise de dados, facilitando a gestão de ativos e a tomada de decisões. No setor metalomecânico, os CMMS desempenham um papel crucial ao organizar históricos de manutenção, programar atividades preventivas e controlar estoques de peças de reposição (XENOS, 2014).

De acordo com Silva e Souza (2020), a implementação de um Sistema Computadorizado de Gestão da Manutenção (CMMS) pode proporcionar benefícios significativos, como a redução de custos operacionais e o aumento da disponibilidade dos equipamentos. O estudo de caso apresentado demonstra que, após a adoção do CMMS, a empresa analisada conseguiu otimizar seus processos de manutenção, resultando em uma diminuição nas paradas não programadas e uma melhor alocação de recursos.

A digitalização dos processos de manutenção também facilita a adoção de práticas preditivas, permitindo que as empresas identifiquem problemas de forma proativa e otimizem o uso de seus recursos (KARDEC; NASCIF, 2009).

Padronização e Capacitação

A padronização das atividades de manutenção, juntamente com a capacitação dos colaboradores, é essencial para garantir a eficiência de qualquer sistema de gestão da manutenção. A ausência de procedimentos padronizados e treinamentos adequados pode resultar em inconsistências na execução das atividades, comprometendo a confiabilidade dos equipamentos (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009). Para mitigar esse risco, é fundamental adotar instruções detalhadas baseadas em manuais técnicos e boas práticas de operação, reduzindo a dependência exclusiva da experiência individual dos operadores.

A conscientização e o envolvimento dos colaboradores também são componentes fundamentais para o sucesso das iniciativas de melhoria contínua. Incentivos, como bonificações associadas ao desempenho dos indicadores de manutenção, podem aumentar significativamente o engajamento da equipe com os objetivos organizacionais (VIANA, 2012).

Aplicações Práticas

A aplicação consistente de um sistema estruturado de gestão da manutenção, baseado no ciclo PDCA e em ferramentas como o CMMS, pode trazer melhorias significativas para a eficiência operacional e a redução de custos. Estudos mostram que essas metodologias são capazes de aumentar a confiabilidade dos equipamentos, minimizar paradas não planejadas e otimizar o uso dos recursos disponíveis (SILVA; SOUZA, 2020). Em especial, é possível alcançar uma redução no Tempo Médio para Reparo (MTTR) e um aumento no Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), resultando em ganhos substanciais para a produtividade industrial.

DESENVOLVIMENTO

Este estudo foi realizado em uma indústria metalomecânica localizada na região norte do Paraná, com foco na implementação de um sistema de gestão da manutenção que promovesse maior confiabilidade e disponibilidade das máquinas-ferramenta. A indústria, caracterizada por equipamentos antigos, muitas décadas de operação, adota-se na indústria predominantemente manutenções corretivas, dependentes de intervenções emergenciais e da experiência individual dos operadores. O objetivo central foi substituir este modelo por uma abordagem estruturada, utilizando os ciclos PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e SDCA (*Standard, Do, Check, Act*), além de ferramentas informatizadas como o software *ManWinWin Express*, para garantir maior controle e organização das atividades de manutenção.

O processo iniciou-se com um diagnóstico abrangente da situação atual da empresa. Esse levantamento incluiu a identificação detalhada de todos os ativos do parque fabril, como centros de usinagem, fresadoras e fornos de tratamento térmico. Cada equipamento foi catalogado, com avaliação de sua criticidade para a produção, histórico de falhas e condições de operação. Ficou evidente que a ausência de manutenção preventiva era um dos principais fatores responsáveis pelas paradas não planejadas e custos elevados de reparo. Paralelamente, reuniões foram realizadas com operadores e técnicos, visando compreender as dificuldades operacionais e identificar oportunidades de melhoria. Um ponto crítico identificado foi a falta de padronização nas rotinas de manutenção, com atividades sendo realizadas de forma ad hoc, dependendo exclusivamente do julgamento individual de cada operador.

Com base nesse diagnóstico, o ciclo PDCA foi implementado. Na etapa de planejamento, foram elaborados planos de manutenção preventiva específicos para cada equipamento, baseados em recomendações dos fabricantes e nas condições reais de operação. Esses planos incluíam tarefas como lubrificação, inspeção visual e substituição periódica de componentes sujeitos a desgaste. Além disso, foram definidos indicadores-chave de desempenho, como MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio para Reparo), que serviriam como base para monitorar os resultados das intervenções. Também foram realizados treinamentos com a equipe operacional para garantir que os novos processos fossem compreendidos e adotados corretamente.

Na fase de execução, os planos de manutenção foram implementados com o auxílio do software *ManWinWin*. Este sistema informatizado permitiu registrar todas as intervenções realizadas, programar tarefas preventivas e monitorar o status de cada máquina em tempo real. Além disso, ajustes foram realizados em equipamentos críticos, como a substituição de rolamentos e correias desgastadas, com base nos planos de manutenção elaborados. O uso do software também possibilitou um controle mais eficiente do estoque de peças de reposição, eliminando desperdícios e garantindo a disponibilidade de materiais necessários para intervenções futuras.

A etapa de verificação envolveu a análise detalhada dos resultados obtidos. Relatórios gerados pelo software foram comparados com os dados históricos da empresa.

RESULTADOS

A implementação do sistema de gestão da manutenção estruturado trouxe mudanças significativas e amplamente mensuráveis para a indústria metalomecânica em questão. Os resultados obtidos demonstraram que uma abordagem planejada e orientada por indicadores, apoiada por tecnologias de gestão informatizadas, pode transformar a manutenção de um centro de custo reativo para um pilar estratégico na busca por eficiência operacional e competitividade.

Uma das principais mudanças foi observada nos indicadores-chave de desempenho. O MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) apresentou um aumento de 32%, resultado direto das intervenções preventivas programadas e da substituição de componentes críticos antes que falhas ocorressem. Este aumento foi fundamental para reduzir a frequência de paradas não planejadas, permitindo que os processos produtivos ocorressem de maneira mais estável e previsível. O MTTR (Tempo Médio para Reparo), por sua vez, foi reduzido em 28%. Essa redução deveu-se à organização das atividades de manutenção por meio do CMMS (ManWinWin), que facilitou o acesso a históricos de manutenção e informações sobre peças de reposição, além de otimizar a alocação da equipe técnica para reparos.

Outro impacto notável foi a redução do custo de manutenção em relação ao faturamento (CMF), que passou de 6,5% para 5,3%. Essa economia, equivalente a uma redução de 18%, foi alcançada graças à diminuição das falhas inesperadas, ao controle mais eficaz de estoques e ao aumento da eficiência das intervenções preventivas. A digitalização das atividades de manutenção desempenhou um papel crucial nesse resultado, permitindo que os gestores tomassem decisões baseadas em dados e alocassem os recursos de maneira mais estratégica.

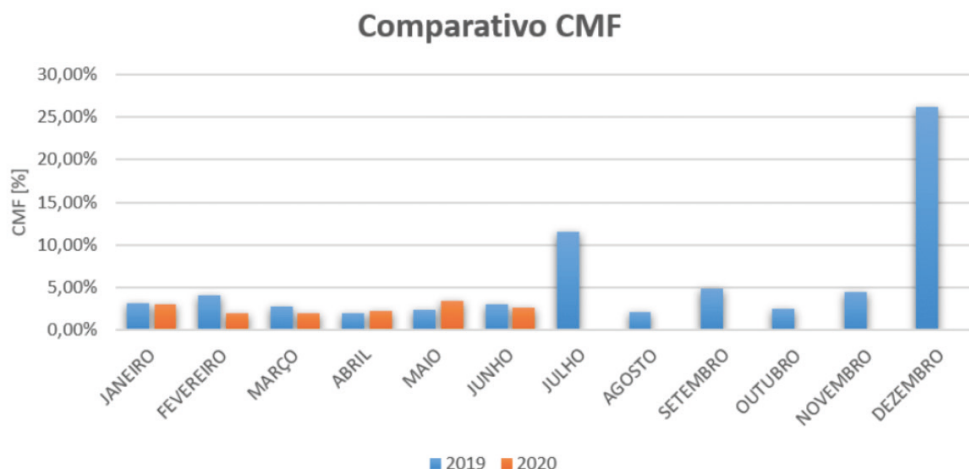


Figura 1: Gráfico comparativo do CMF mensal.

Além dos indicadores quantitativos, os impactos qualitativos também foram expressivos. A capacitação da equipe foi um dos principais fatores de sucesso da implementação. Durante o processo, os operadores e técnicos foram treinados para realizar inspeções visuais, identificar anomalias e registrar informações no software de gestão. Essa mudança gerou um aumento no engajamento da equipe, que passou a adotar uma postura mais proativa em relação à manutenção. Antes da implementação, os operadores viam a manutenção como uma atividade secundária e reativa; após o treinamento, eles se tornaram participantes ativos no processo de melhoria contínua, contribuindo com feedback e sugestões para ajustes nos planos de manutenção.

O feedback contínuo coletado dos operadores revelou-se essencial para o sucesso do projeto. Esse mecanismo não apenas possibilitou ajustes nas práticas implementadas, mas também fortaleceu a confiança da equipe no novo sistema. A integração entre os níveis operacional e gerencial promoveu um alinhamento de objetivos e consolidou uma cultura de melhoria contínua dentro da organização.

Outro aspecto relevante foi a padronização das atividades de manutenção por meio do ciclo SDCA, que complementou o PDCA ao garantir que as melhorias fossem mantidas ao longo do tempo. Antes da implementação, as atividades de manutenção dependiam amplamente da experiência e do julgamento individual dos operadores, resultando em inconsistências e erros. Com a padronização, as práticas passaram a ser formalizadas em instruções detalhadas, baseadas nos manuais dos fabricantes e nas boas práticas operacionais. Isso não apenas reduziu os erros operacionais, mas também criou uma base sólida para futuras melhorias.

O uso do software CMMS foi outro ponto de destaque. A ferramenta permitiu registrar todas as intervenções realizadas, monitorar o status dos equipamentos em tempo real e programar atividades preventivas com base em prazos estabelecidos. Além disso, o sistema facilitou o controle de peças de reposição, eliminando compras desnecessárias e garantindo a disponibilidade de componentes críticos. Essa organização resultou em maior agilidade nos reparos e menor dependência de intervenções emergenciais, que geralmente são mais custosas.

Os benefícios de longo prazo obtidos com a implementação destacam a importância do monitoramento contínuo e da evolução tecnológica. Embora o sistema tenha sido eficaz dentro do contexto atual da empresa, é evidente que a introdução de tecnologias emergentes, como a manutenção preditiva baseada em sensores e a análise de big data, poderia elevar ainda mais a eficiência operacional. Essas tecnologias permitiriam uma análise em tempo real das condições dos equipamentos, antecipando falhas com maior precisão e otimizando ainda mais os recursos.

A transformação organizacional observada também merece destaque. A manutenção, que antes era vista como um setor reativo e custoso, passou a ser considerada um elemento estratégico para a sustentabilidade e a competitividade da empresa. Esse reposicionamento só foi possível devido à integração das práticas de manutenção com os objetivos estratégicos da organização. A gestão passou a valorizar mais as atividades de manutenção, investindo não apenas em tecnologia, mas também em capacitação e engajamento da equipe.

É importante ressaltar que os resultados obtidos neste estudo não apenas alcançaram os objetivos propostos, mas também criaram uma base sólida para a melhoria contínua e a evolução das práticas organizacionais. A replicação desse modelo em outras indústrias pode trazer benefícios similares, desde que as particularidades de cada contexto sejam levadas em consideração. A experiência reforça que a manutenção, quando gerida de forma estratégica e embasada em dados, pode ser uma poderosa ferramenta para aumentar a eficiência, reduzir custos e garantir a sustentabilidade das operações industriais.

Os avanços alcançados demonstram a importância de alinhar a gestão da manutenção às tendências contemporâneas da indústria, onde a digitalização e a integração de processos são cada vez mais indispensáveis. A consolidação das práticas implementadas e a busca por novas tecnologias devem continuar sendo prioridades para que a empresa mantenha sua competitividade em um mercado em constante evolução.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a implementação de um sistema de gestão da manutenção estruturado, com base nos ciclos PDCA e SDCA e no uso de ferramentas informatizadas, pode transformar significativamente as operações de uma indústria metalomecânica. Os resultados quantitativos, como o aumento de 32% no MTBF e a redução de 28% no MTTR, comprovam que uma abordagem proativa e planejada é capaz de aumentar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir custos operacionais e minimizar paradas não planejadas. Além disso, o impacto qualitativo observado, incluindo o maior engajamento e capacitação da equipe, reforça a importância de alinhar os processos de manutenção à cultura organizacional.

A padronização das atividades, aliada ao uso de um software de gestão de manutenção (CMMS), trouxe maior controle e previsibilidade para as operações. Essa formalização das práticas não apenas reduziu a dependência de operadores individuais, mas também garantiu a consistência das intervenções e criou uma base sólida para a melhoria contínua. A experiência demonstra que, ao integrar tecnologia, planejamento estratégico e capacitação, é possível reverter um cenário de manutenção predominantemente corretiva para um modelo de gestão eficiente e sustentável.

Os benefícios alcançados neste estudo destacam a manutenção como um elemento estratégico para a competitividade industrial. Além de atender às demandas operacionais imediatas, o sistema implementado criou as condições necessárias para a evolução tecnológica futura, como a adoção de práticas preditivas e de tecnologias emergentes da Indústria 4.0. Essas tecnologias têm o potencial de elevar ainda mais a eficiência, antecipando falhas com maior precisão e otimizando o uso dos recursos.

No entanto, a sustentabilidade dos resultados depende de esforços contínuos. É fundamental que a empresa mantenha o monitoramento dos indicadores de desempenho, invista na atualização tecnológica de seus ativos e continue promovendo a capacitação e o engajamento de seus colaboradores. A experiência relatada serve como um modelo replicável para outras indústrias, evidenciando que a gestão estratégica da manutenção é uma ferramenta indispensável para aumentar a eficiência operacional e a competitividade em mercados cada vez mais exigentes.

Por fim, este trabalho reforça a relevância de tratar a manutenção não como um custo, mas como um investimento estratégico que contribui para a estabilidade, produtividade e crescimento sustentável da organização. A adoção de uma abordagem integrada, baseada em dados e boas práticas, representa um passo essencial para que a manutenção desempenhe seu papel central em organizações comprometidas com a excelência operacional.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. **TQC Controle da qualidade total (No estilo japonês)**. 8. ed. INDG TecS, 2004.

COSTA, T. R. da; COSTA, T. R. da. **Caracterização da Ferramenta da Qualidade PDCA: Uma Pesquisa Bibliográfica**. Revista Foco, v. 17, n. 5, e5188, 2024.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Elsevier Editora, 2009.

GONÇALVES, G.; NOGUEIRA GONÇALVES, L. W.; PEREIRA DE CARVALHO, C. **Gestão da Manutenção de Forma Estratégica em uma Empresa Metal-Mecânica**. Anais do XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2017.

KANE, A. P.; KORE, A. S.; KHANDALE, A. N.; NIGADE, S. S.; JOSHI, P. P. **Predictive Maintenance using Machine Learning**. arXiv preprint arXiv:2205.09402, 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3. ed. Qualitymark, 2009.

MANCINI, R. M. **Transformações em um mercado contestado: estabilidade e upgrading da indústria siderúrgica na Amazônia oriental**. Sociologias, v. 25, e-soc128097, 2023.

MENDONÇA, M.; CHUN, I. R.; ROCHA, M. E. C. **Dynamic fuzzy cognitive maps applied in reliability centered maintenance of electric motors**. IEEE Latin America Transactions, v. 15, n. 5, p. 827–834, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.7910195>.

MORAES, F. S.; COSTA, G. A. S.; BENTES, F. M. **Ciclo PDCA: Implementação da ferramenta para redução de manutenções corretivas de uma empresa varejista**. Projectus, v. 6, n. 3, p. 21-43, 2021.

RODRIGUES, A. L. V.; GOMES, G.; BOUZON, M.; FRAZZON, E. M. **Estudo de viabilidade para implementação de manutenção preditiva no contexto da indústria 4.0**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 9, n. 8, p. 23133-23154, ago. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n8-002. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/61839/44539/150210>. Acesso em: 24 jan. 2025.

SILVA, A. C.; SOUZA, V. C. **Implementação de um Sistema Computadorizado de Gestão da Manutenção em uma Indústria de Processos Contínuos**. Revista Produção Online, v. 20, n. 3, p. 1234-1256, 2020.

SOUZA, V. C. de; MARCHI, C. de S.; BUENO, N. V.; FAUSTINO, T. S.; BARREIRO, T. A. **Utilização das tecnologias da indústria 4.0 na manutenção preditiva através do monitoramento de equipamentos e instalações**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 7063-7083, jan. 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n1-478. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/61839/44539/150210>. Acesso em: 24 jan. 2025.

VIANA, H. R. G. PCM: **Planejamento e controle da manutenção**. Qualitymark, 2012.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Elsevier Editora, 2012.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 2. ed. Editora Falconi, 2014.