

ANÁLISE DA METODOLOGIA DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL APLICADA EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

ANALYSIS OF THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE METHODOLOGY APPLIED IN A SUGAR AND ALCOHOLIC INDUSTRY

Giovane Marsola¹

João Luís Cardoso de Moraes²

Juliano Beltani Munhoz³

Elaine Moraes⁴

RESUMO: Este estudo apresenta uma metodologia para implementar estratégias de Manutenção Produtiva Total (TPM) em uma indústria sucroalcooleira, destacando a importância de ajustes nos sistemas produtivos e gerenciais frente à competitividade econômica gerada pela globalização. A pesquisa, de abordagem qualitativa e exploratória, baseia-se em estudos bibliográficos e em um estudo de caso, buscando identificar o momento ideal para adotar a TPM, definir objetivos, estratégias de qualidade e métodos de monitoramento. O artigo evidencia os benefícios da aplicação dos pilares da TPM, concluindo que sua implementação resulta em melhorias significativas na gestão e na eficiência operacional, alinhadas ao foco da indústria em otimizar resultados por meio da manutenção.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva. Indústria Sucroalcooleira. Gestão da Produção.

ABSTRACT: This study presents a methodology for implementing Total Productive Maintenance (TPM) strategies in a sugar and alcohol industry, highlighting the importance of adjustments in production and management systems in response to the economic competitiveness driven by globalization. The research, with a qualitative and exploratory approach, is based on bibliographic studies and a case study, aiming to identify the ideal moment to adopt TPM, define objectives, quality strategies, and monitoring methods. The article highlights the benefits of applying TPM's pillars, concluding that its implementation leads to significant improvements in management and operational efficiency, aligned with the industry's focus on optimizing results through maintenance.

Keywords: Productive Maintenance. Sugar and Alcohol Industry. Production Management.

1 Acadêmico do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil. E-mail: giovane.marsola@fatec.sp.gov.br.

2 Docente do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil. E-mail: joao.lcmoraes@fatec.sp.gov.br.

3 Docente do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil. E-mail: juliano.beltani@fatec.sp.gov.br.

4 Docente do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil. E-mail: elaine.moraes2@fatec.sp.gov.br.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da economia globalizada, o mercado exige que as empresas se tornem cada vez mais competitivas, demandando adaptações significativas. Nesse cenário, competir com qualidade torna-se essencial e surgem técnicas de gestão voltadas para aumentar a confiabilidade operacional. Uma dessas abordagens é a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance - TPM*).

Tradicionalmente, a manutenção busca assegurar que os equipamentos permaneçam em condições adequadas de uso, minimizando riscos de falhas durante as operações. Quando essa prática é devidamente priorizada, há um aumento na confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. O conceito de TPM, no entanto, vai além ao promover melhorias significativas nos processos organizacionais, com foco no gerenciamento estratégico da manutenção (Nascimento, 2006).

A TPM concentra suas metodologias na melhoria da produtividade e na maximização da disponibilidade dos equipamentos. Essa abordagem envolve toda a organização, integrando profissionais de diferentes setores e níveis hierárquicos. Operadores colaboram com análises contínuas e conhecimento prático, enquanto gestores contribuem para o planejamento e a alocação eficiente dos recursos (Oliveira; Martins; Xavier, 2009).

Baseada em oito pilares fundamentais, a TPM oferece resultados essenciais para as organizações, como melhorias na qualidade, competitividade, segurança e eficiência. O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para a implementação da TPM em uma indústria sucroalcooleira, abordando desde sua aplicabilidade até os benefícios e resultados esperados. Na indústria sucroalcooleira estudada, busca-se otimizar o sistema de manutenção, focando no bom funcionamento dos equipamentos que sustentam os processos de produção. Cada etapa do processo de manutenção produtiva é vista como uma oportunidade para manter elevados níveis de produção, além de melhorar o desempenho e evitar perdas, tanto na qualidade quanto nos equipamentos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gestão da produção industrial

A busca por processos eficientes tornou-se um diferencial vital para as indústrias, fundamentada em planejamento detalhado e execução precisa por meio de uma gestão eficaz da produção. Segundo Moreira (2012), o uso intensificado de maquinários, impulsionado pela Revolução Industrial, deu origem aos primeiros movimentos de natureza trabalhista, econômica e política, diretamente relacionados à capacidade produtiva.

A gestão da produção ganhou maior relevância e sistematização com as contribuições de Frederick Taylor e Henry Ford. Taylor desenvolveu os princípios da administração científica, enquanto Ford implementou linhas de montagem seriadas, revolucionando os processos de fabricação. Esses conceitos continuam sendo aplicados e adaptados às necessidades das indústrias contemporâneas (Martins; Laugen, 2005).

Os autores definem gestão da produção como sendo

um processo formal de gestão, envolvendo todos os níveis de gerência e colaboradores, com o objetivo último de reduzir custos de manufatura, distribuição e venda de um produto ou serviço por meio da integração das quatro fases do ciclo da produtividade, ou seja, medida, avaliação, planejamento e melhoria (Martins; Laugen, 2005, p.15).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), cinco vantagens específicas podem ser exploradas como diferenciais competitivos por indústrias que possuem um sistema de manufatura estável em relação às concorrentes que não o têm: qualidade, representada pela execução de processos corretos e livres de erros; velocidade, que se refere à rapidez no fluxo

produtivo; confiabilidade, caracterizada pela operação pontual e consistente; flexibilidade, que demonstra a capacidade de adaptação e alteração dos processos conforme necessário; e custo, que indica a obtenção de alta produtividade com custos reduzidos.

Para Gaither e Frazier (2001), o sistema de produção é responsável por converter insumos, como matérias-primas, recursos humanos, máquinas, instalações, tecnologia, capital, informações e outros elementos, em saídas, que podem ser produtos ou serviços. O processo de transformação é o núcleo central do que denominamos produção e representa a atividade primordial de um sistema de produção (Gaither; Frazier, 2001, p. 5).

Atividade da manutenção

Histórico da Manutenção

O termo “manutenção” foi oficialmente adotado por volta dos anos 1950 na Europa, representando a responsabilidade de garantir o pleno funcionamento de equipamentos, maquinários, ferramentas e dispositivos (Viana, 2002). Moraes (2004) descreve a evolução da manutenção em quatro gerações distintas, detalhando seus avanços e características:

Primeira geração: este período abrange o intervalo anterior à Segunda Guerra Mundial até o final da década de 1950. Durante essa fase, as indústrias não utilizavam maquinários mecanizados, e os equipamentos simples eram mantidos com práticas de manutenção pouco prioritárias. A TPM (Manutenção Produtiva Total) tinha como foco principal a maximização da eficiência dos equipamentos, embora sua atenção estivesse limitada à mitigação de perdas e falhas.

Segunda geração: entre as décadas de 1950 e 1970, ocorreu a introdução de maquinários mais avançados, exigindo maior complexidade nos sistemas industriais. Nesse contexto, ações planejadas tornaram-se essenciais para o controle e manutenção dos equipamentos. O foco voltou-se para a eliminação de seis principais tipos de perdas:

- preparação e ajuste;
- quebras e falhas;
- redução de velocidade;
- operações em vazio e pequenas paradas;
- defeitos nos processos;
- perdas iniciais durante a produção.

Terceira geração: entre 1970 e os anos 2000, a evolução tecnológica acelerada e o surgimento de novas ferramentas transformaram as práticas de manutenção. Nesse período, as análises tornaram-se mais abrangentes, incluindo um número maior de perdas além da eficiência dos maquinários, refletindo uma visão mais holística do processo de manutenção.

Quarta geração: a partir dos anos 2000, tecnologias inteligentes e sistemas de gestão de risco começaram a ser amplamente integrados às práticas industriais. Houve a necessidade de capacitação humana para lidar com as novas tecnologias, trazendo uma abordagem estratégica à gestão da manutenção. Essa geração enfatizou o comprometimento da indústria com as atividades de manutenção e a eliminação de perdas, promovendo a integração de diversos setores na gestão industrial.

Kardec e Nascif (2009) apontam o surgimento de uma quinta geração, que mantém as práticas da quarta geração, mas com maior ênfase nos resultados esperados. Essa nova abordagem foca na Gestão de Ativos, oferecendo uma visão abrangente e orientada para o sucesso competitivo.

Os principais aspectos da Gestão de Ativos, segundo os autores, incluem:

- expansão da manutenção preditiva, com monitoramento de condições *on-line* e *off-line*;
- domínio completo do ciclo de vida dos ativos, desde o projeto até a operação e manutenção;
- garantia de que os ativos operem em sua eficiência máxima, com monitoramento contínuo de desempenho;

- implementação de melhorias constantes, focadas na redução de falhas;
- transparência na gestão de ativos, com integração entre departamentos;
- práticas avançadas de engenharia de manutenção;
- consolidação de boas práticas gerenciais;
- adoção de contratos baseados em resultados.

Essa evolução contínua reforça a importância de uma abordagem estratégica e integrada para otimizar a capacidade produtiva, eliminar falhas e melhorar o desempenho das indústrias de maneira sustentável.

Falhas na Manutenção

De acordo com Slack, Chambers e Jhonston (2002), falhas são caracterizadas como desvios da conformidade ou anormalidades relacionadas a componentes, equipamentos, sistemas e subsistemas em operação na indústria. Nesse sentido, podem ser identificadas como mau funcionamento ou avarias, representando interrupções na funcionalidade dos equipamentos e nos processos de forma geral.

Moraes (2004) apresenta como sendo falhas classificadas as seguintes observações:

- avarias abruptas: sendo elas fatais, de longa duração, gerais e menores;
- avarias por deterioração;
- avarias por deterioração funcional;
- avarias por deterioração da qualidade.

De acordo com Xenos (1998), as avarias se desenvolvem ao longo do tempo e podem ser identificadas com base em dois períodos observados. O primeiro refere-se ao momento em que há uma discrepância entre a condição normal e o surgimento do primeiro sinal de falha. O segundo período abrange o intervalo entre a detecção desse primeiro sinal e a ocorrência da perda total ou parcial da funcionalidade do equipamento ou peça.

Segundo Pallerosi (2007), a falha é definida como a perda da função requerida, seja ela parcial ou completa. O autor ainda descreve o processo como ocorrendo quando um produto possui sua função projetada, com características previstas para situações prováveis. No entanto, há situações em que circunstâncias reais de inadequação surgem, evidenciando assim a ocorrência da falha.

Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção são relacionados aos fatores de como são realizadas as intervenções no sistema da indústria. Para Viana (2002), a manutenção é dividida em quatro eixos principais, sendo eles:

- manutenção corretiva;
- manutenção preventiva;
- manutenção preditiva;
- manutenção detectiva.

A manutenção corretiva é a forma mais simples e comum dentre todas as outras, podendo ocorrer de maneira planejada ou não-planejada, sendo a diferenciação apresentada a seguir. De acordo com Slack, Chambers e Jhonston (2002), essa abordagem de manutenção visa manter as instalações em operação até que ocorra uma quebra. A manutenção é realizada somente após a ocorrência da falha no equipamento.

Para Otani & Machado (2008), a manutenção corretiva não-planejada ocorre quando a correção de uma falha é realizada somente após a ocorrência do problema, sem qualquer previsão ou planejamento antecipado. Esse tipo de manutenção acarreta grandes prejuízos para as indústrias, muitas vezes resultando em períodos de inatividade sem resultados positivos.

Os autores classificam a manutenção corretiva planejada como um processo em que o equipamento é usado até que ocorra uma falha, porém com um cronograma de manutenção e/ou substituição de peças já estabelecido. Eles ainda enfatizam que, pelo próprio nome - planejada -, esse tipo de manutenção é caracterizado por ter um esquema previamente estabelecido, o que tende a ser mais econômico, seguro e rápido (Wyrebski, 1998).

Ao se analisar a manutenção preventiva, é possível perceber que a partir da Segunda Guerra Mundial, as organizações passaram a demonstrar uma preocupação crescente com as interrupções na produção decorrentes de quebras e danos. Conforme mencionado por Tavares (1999), foram desenvolvidos processos de prevenção de avarias, enfatizando a manutenção como um ativo fundamental.

Araújo e Santos (2004) explicam que a manutenção preventiva ocorre quando são estabelecidos cronogramas para prevenir defeitos que possam resultar em paradas ou redução no desempenho dos equipamentos essenciais para a continuidade das operações.

A manutenção preditiva diz respeito a aumentar a disponibilidade para a utilização de equipamentos, intervindo próximo à ocorrência de falhas. Para implementar esse processo de maneira eficaz, é fundamental que as equipes de manutenção possuam técnicas de monitoramento eficazes para equipamentos e peças, a fim de analisar e intervir de forma adequada quando se aproxima uma falha. Segundo Kardec e Nascif (2009), esse método demanda mão de obra qualificada, capaz de reduzir falhas catastróficas e imprevistas, proporcionando segurança pessoal, das instalações, maior previsibilidade na produção e minimização de prejuízos decorrentes de paradas prolongadas de equipamentos.

De acordo com Almeida (2000), a manutenção preditiva é uma estratégia para aprimorar a produtividade, a qualidade do produto e o lucro. Isso é alcançado por meio da abordagem eficaz e da utilização de ferramentas que proporcionam uma compreensão real das operações dentro da indústria, fornecendo dados concretos sobre as condições dos equipamentos e estimando o tempo até a falha ocorrer.

A manutenção detectiva, por sua vez, enfatiza a importância de assegurar a confiabilidade dos equipamentos e maquinários da indústria. Concentra-se no capital humano bem treinado e organizado para realizar as ações necessárias a fim de corrigir deficiências. Uma das distinções entre as várias abordagens de manutenção é a diferença entre a detectiva e a preditiva. Na manutenção detectiva, o diagnóstico é realizado após o processamento de todas as informações coletadas pela planta, enquanto na preditiva, a análise de parâmetros é feita antes de tomar qualquer decisão (Cardoso, 2013).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção detectiva envolve intervenções em sistemas de proteção com o objetivo de identificar falhas que não poderiam ser previstas por outros tipos de manutenção.

Além dessas abordagens, ao longo dos anos, novos escopos de manutenção têm surgido e se destacado dentro das indústrias, tais como: a engenharia de manutenção, considerada um conceito recente, visa ao desenvolvimento e aprimoramento contínuo de todos os equipamentos e serviços de uma indústria. Seu foco específico é manter ou melhorar a confiabilidade, garantindo a integridade dos ativos físicos. A originalidade desse conceito reside na evolução do papel da manutenção nas organizações, sendo percebida como um diferencial competitivo no mercado atual (Belmonte; Scandelari, 2006); e a manutenção produtiva total (TPM), também reconhecida como uma abordagem de gestão, visa melhorar o desempenho e a produtividade dos equipamentos de uma indústria. Ela envolve o engajamento de todos os colaboradores, independentemente de seus níveis hierárquicos, nas atividades, daí o termo “total” (Nascimento, 2006).

Indicadores de Manutenção

De acordo com Santos (2018), os indicadores de manutenção ou de performance/desempenho tem como base um grupo de informações que mensuram os processos de produtividade e eficiência de uma indústria. Conhecidos como KPI's (*Key Performance Indicators*), os modelos desenvolvidos como indicadores diretos visualizam a prevenção e a resolução dos incidentes diversificados que ocorrem no dia a dia.

Pinto (2003), por sua vez, afirma que os indicadores têm como função reportar o comportamento dos sistemas e equipamentos de produção no que se trata de manutenção. Alguns indicadores são importantes no quesito tempo de funcionamento de um maquinário, número de intervenções necessárias durante a vida útil de equipamentos e também estimativa de tempo de reparo.

Alguns indicadores são vistos como essenciais dentro de uma indústria, tais como: tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio para reparos (MTTR) e disponibilidade (DISP).

Para Martins (2012), o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF – *Mean Time Between Failures*) significa a frequência de intervenções realizadas em maquinários durante períodos determinados e específicos. A reflexão do autor se estende ao tempo médio para reparos (MTTR – *Mean Time To Repair*), que é o tempo médio que o maquinário deixa de operar devido às ações relacionadas diretamente à manutenção.

Verri (2012) classifica a disponibilidade como sendo o principal indicador entre todos. As perdas relacionadas às falhas de maquinários são de grande proporção e o objetivo central da manutenção é relacionado a proporcionar continuidade operacional por meio da disponibilidade.

A definição do indicador disponibilidade (DISP) se dá pela probabilidade de um determinado equipamento estar disponível para operar quando for necessário. Sendo assim, o tempo de indisponibilidade retrata a realidade que a manutenção impede que a produção seja realizada com sucesso (Martins, 2012).

Manutenção produtiva total

Histórico da Manutenção Produtiva Total

O termo Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*) foi utilizado por uma empresa japonesa chamada Nippondenso no início dos anos 60. O intuito no momento era agregar melhoria e confiabilidade dos equipamentos (Costa, 2013).

Com o final da Segunda Guerra mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva baseada no tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, de Manutenção Corretiva de Melhorias, de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos (Nakajima, 1989, p. 10).

A TPM inicial tinha como foco a produção caracterizada pela ideia de quebra zero com base em seus cinco pilares iniciais. Os processos foram se aprimorando a partir de 1980 com a TPM 2ª Geração que, por sua vez, visava o compromisso de chegar à perda zero e já apresentava novos pilares totalizando oito. Com as intensificações e exigências globais quanto ao rendimento e redução de custos, a 3ª Geração trazia entre os anos de 1980 e 1990 novos aspectos, mantendo oito pilares (Willmott, 1994).

Para Moraes (2004), a TPM está em constante evolução. Assim sendo, desde o seu início pode-se dividir em quatro gerações, descritas da seguinte forma:

Na 1ª Geração a TPM, eram os departamentos responsáveis que tomavam as decisões diretamente sobre os equipamentos. Durante a 2ª Geração, a eficiência era o foco principal e era baseada em seis principais perdas, sendo elas: quebra ou falha, preparação e ajuste, operação em vazio e pequenas paradas com velocidade reduzida, defeitos no processo e perdas verificadas nas produções. Já na 3ª Geração, a eficiência passa a considerar o sistema de produção total;

A partir de 1999, inicia-se a 4ª Geração, mas o envolvimento de toda a organização em processos de redução de custos e perdas ainda era muito limitado. Uma nova visão era composta para o gerenciamento da manutenção produtiva total, novos posicionamentos se faziam necessários dentro da indústria, promovendo o engajamento de todos os setores, principalmente o comercial e o de pesquisa e desenvolvimento de produtos, visando a eliminação de pelo menos 20 tipos de perdas que acarretavam problemas em processos, distribuição e compras.

Objetivos da Manutenção Produtiva Total

De acordo com Willmott (1994, p. 38), o principal objetivo da TPM é “melhorar a estrutura empresarial por meio do aprimoramento da qualidade de pessoal e equipamentos”. Como descrito, para efetivamente melhorar a qualidade dos equipamentos, é necessário também aprimorar o capital humano.

Segundo Slack, Chambers e Jhonston (2007), a TPM assegura o fluxo contínuo nos processos de produção ao observar e analisar os procedimentos, especialmente aqueles relacionados a ocorrências de falhas e paradas não planejadas.

Com o cenário da globalização, novos equipamentos são desenvolvidos para minimizar problemas pré-existentes e eliminar possíveis cenários adversos. Nesse novo entendimento, o objetivo essencial da TPM se destaca, permitindo a identificação de locais de perdas e pontos prejudiciais. A abordagem da TPM examina a produção como a causa direta, permitindo um enfoque mais proativo do que reativo, monitorando todos os processos, desde o operador até as falhas existentes ou potenciais, bem como os materiais e métodos envolvidos.

De acordo com Wyrebski (1998), o objetivo central da TPM é assegurar a organização e a fluidez dos processos de produção industrial, eliminando todas as formas de perda. O autor também delinea que para efetivar esses processos e atividades da TPM, é necessário considerar observações como

para atingir a eficiência global do equipamento, o TPM visa a eliminação das perdas, que prejudicam. Tradicionalmente, a identificação da perda era realizada ao se analisar estatisticamente os resultados dos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então investigar causas. O método adotado pela TPM examina a produção de “inputs” como causa direta. Ele é mais pró-ativo do que reativo, uma vez que corrige deficiências do equipamento, do operador e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento (Wyrebski, 1998, p. 29).

Perdas do Sistema Produtivo Relacionadas com a TPM

Mediante a evolução da globalização, os métodos de TPM foram sendo adaptados visando a eliminação de perdas prejudiciais, deixando de ter o foco apenas na identificação de perdas e análises de resultados, passando para a produção de entradas como causa direta.

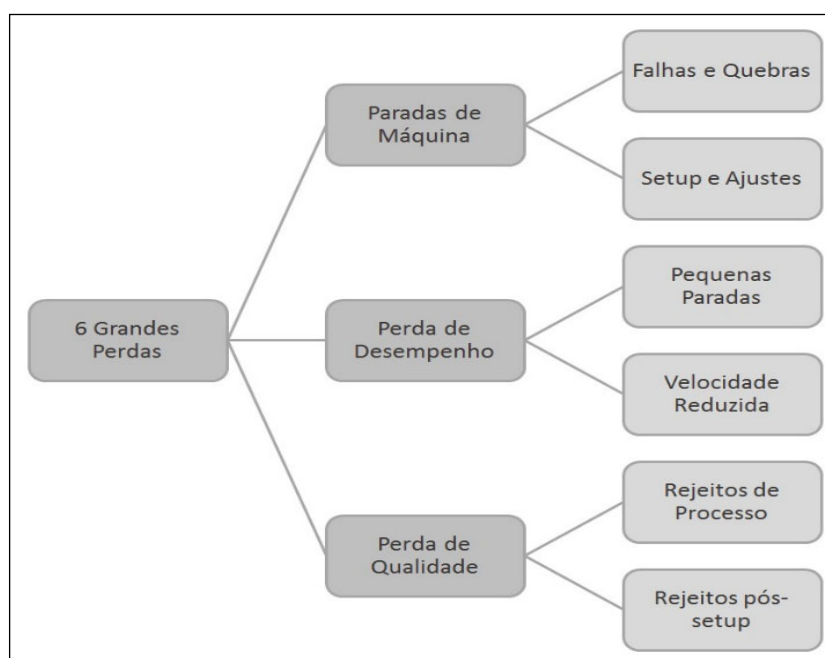
Santos (2018) afirma que com essa nova visão o processo se torna mais proativo do que reativo, corrigindo as deficiências do equipamento, do capital humano adequado e a relação entre ambos. As deficiências nas operações, materiais, métodos e equipamentos são consideradas perdas e as principais são listadas logo a seguir:

- perdas por quebras;
- perdas por demora na troca de regulagens, conjuntos e ferramentas;
- perdas por operação em vazio;
- perdas por redução do padrão normal de produção e velocidade;
- perdas por produção com defeitos;
- perdas por falta de rendimento e quebras.

Pinto (2003) define as perdas como avarias que ocorrem nos equipamentos, representando um dos principais problemas da indústria. Não é difícil encontrar empresas em que a imobilização dos equipamentos chega a valores superiores a 50%.

Por sua vez, Ohno (1997) categoriza as perdas como desperdícios em linha de produção, identificando alguns princípios, tais como: desperdício devido à superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário, processos resultantes de procedimentos desnecessários na cadeia de valor, estoque excessivo, movimentos desnecessários e produtos defeituosos (retrabalho).

Nakajima (1989) lista seis tipos de perdas relacionadas à TPM, as quais afetam diretamente o rendimento operacional de uma indústria. Essas perdas são exemplificadas de acordo com a Figura 1:



Fonte: Exo – Excelência Profissional (2017).

Figura 1. Seis tipos de perdas da TPM.

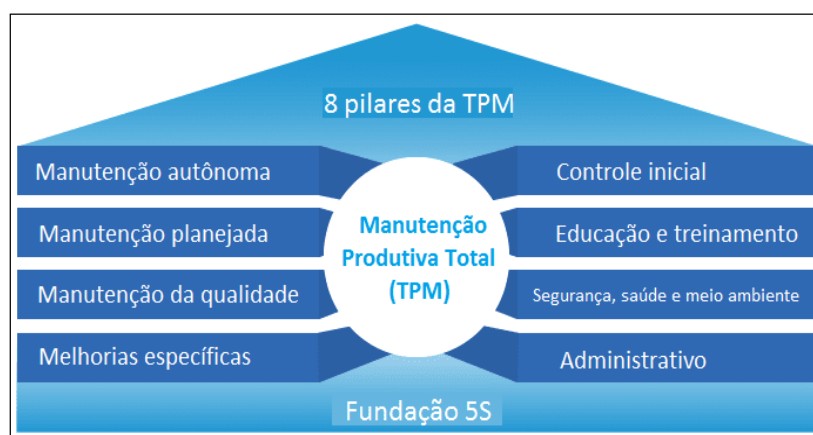
Pilares da Manutenção Produtiva Total

A TPM, em seu início no Japão, contava com cinco pilares de sustentação, centrados no objetivo de alcançar a eliminação de quebras. À medida que as demandas e necessidades evoluíram, esses pilares foram ampliados para oito, conforme mostram as Figuras 2 e 3.



Fonte: Voitto (2019).

Figura 2. A fundação dos 8 pilares da TPM: 5S.



Fonte: Voitto (2019).

Figura 3. Ilustração dos 8 pilares.

A gestão segundo os pilares da TPM exige o envolvimento de todas as áreas, desde os gestores e diretores, que são as principais peças para implantação e execução. Cada indústria possui uma adequação mediante as suas exigências, em que cada uma possui sua característica individual, contudo quando enquadradas no escopo buscam por resultados expressivos e de melhorias nos seguintes pontos:

- 1º pilar – Manutenção Autônoma.
- 2º pilar – Melhoria Focada ou Específica.
- 3º pilar – Manutenção Planejada.
- 4º pilar – Treinamento e Educação.
- 5º pilar – Manutenção da Qualidade.
- 6º pilar – Controle Inicial.
- 7º pilar – Melhorias dos Processos Administrativos.
- 8º pilar – Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

Cada pilar representa uma estrutura singular, implementada de maneira específica para cumprir sua função dentro de uma indústria, resultando em conquistas satisfatórias (Goulart; Campos, 2018).

Para uma compreensão concisa de cada tópico, a seguir são detalhados os fundamentos conforme vários autores:

Manutenção Autônoma: envolve, segundo Palmeira (2002), a utilização dos operadores de máquinas para executar tarefas de manutenção rotineiras. Essas atividades incluem limpeza diária, inspeção e reaperto necessário dos equipamentos;

Aprimoramento da Eficiência Produtiva: Takahashi e Osada (1993) enfatizam que o segundo pilar visa melhorar a eficiência da produtividade por meio de análises de perdas, medição contínua dos resultados produtivos e foco no avanço tecnológico;

Manutenção Planejada: Wireman (1998) explica que essa abordagem contribui para o sucesso na gestão de processos. A metodologia transforma manutenções reativas em ações proativas ou preventivas, com intervenções majoritariamente programadas para otimizar equipamentos e tempo;

Desenvolvimento de Habilidades Humanas: prioriza o desenvolvimento de habilidades dos colaboradores, buscando torná-los polivalentes por meio de técnicas e programas. Isso demanda análises para avaliar conhecimento, capacidade e competência, considerando os sistemas tecnológicos envolvidos (Shinotsuka, 2001);

Manutenção da Qualidade: identifica a conformidade dos equipamentos com as condições de cada projeto por meio de monitoramento periódico. Isso envolve validar materiais, mão de obra e métodos para assegurar processos isentos de defeitos (Xenos, 1998);

Controle Inicial: segundo Britto e Pereira (2003), este pilar engloba o planejamento de equipamentos, visando à integração entre capital humano e máquinas no ambiente de produção;

Áreas Administrativas: Shinotsuka (2001) destaca que a implementação da TPM também impacta as áreas administrativas, especialmente quando apresentam perdas nos processos internos. Este pilar visa reduzir desperdícios, retrabalho e perdas, aprimorando várias áreas de suporte à produção;

Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SSMA): renomeado como o oitavo pilar, busca garantir a confiabilidade dos equipamentos, reduzindo erros humanos, acidentes e impactos ambientais. O objetivo é atingir o “zero acidente”, minimizando a poluição e promovendo um ambiente de bem-estar na indústria (Shinotsuka, 2001).

A aplicação eficaz desses pilares é crucial para alcançar uma gestão de manutenção produtiva bem-sucedida na indústria.

METODOLOGIA

A metodologia é uma ferramenta essencial para responder questões e orientar os objetivos de uma pesquisa, aumentando as chances de encontrar respostas por meio de situações precisas descritas no artigo (Novaes, 2007). Para alcançar os objetivos propostos, a base dos estudos é composta por análises fundamentadas em pesquisas bibliográficas realizadas em livros, artigos científicos e outros materiais, tanto impressos quanto eletrônicos. Novaes (2007) destaca que a metodologia de pesquisa bibliográfica envolve a busca de elementos relevantes para a investigação, utilizando materiais diversificados, como revistas, livros e fontes digitais.

De acordo com Denzin e Lincoln (2006), o método qualitativo foca na análise das qualidades das entidades e nos processos que não podem ser medidos experimentalmente em termos de quantidade, frequência, volume ou intensidade. O método enfatiza a compreensão de variáveis e processos, ao invés de medições quantitativas. Malhotra (2001) complementa que a pesquisa exploratória é aplicada quando se busca explicar o tema com maior profundidade e precisão, utilizando critérios específicos para proporcionar uma melhor compreensão do assunto.

No que se refere à entrevista, Gil (2008) afirma que sua flexibilidade a torna uma técnica valiosa de investigação em diversos campos, sendo uma abordagem essencial para

o desenvolvimento das ciências sociais. A entrevista permite compreender a subjetividade do indivíduo ou do tema pesquisado.

O estudo de caso, conforme Andrade (2010), concentra-se em indivíduos, condições, grupos, comunidades ou profissões específicas, com o objetivo de fornecer respostas aprofundadas ao problema investigado. Neste artigo, o estudo de caso aborda a rotina de manutenções em uma empresa sucroalcooleira, utilizando a metodologia qualitativa. Isso permite desenvolver uma descrição analítica detalhada sobre os aspectos organizacionais e operacionais da manutenção.

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido por meio da coleta e análise de dados relacionados à organização, com o objetivo de garantir a qualidade e a autonomia das informações apresentadas neste artigo. As informações são fundamentadas em pesquisas bibliográficas baseadas em teorias consolidadas, adotando uma abordagem qualitativa e exploratória. Além disso, foram realizadas entrevistas com gestores setoriais da empresa e consultas a fontes disponíveis em sites relevantes.

Usina Lins: origem e evolução

No setor sucroalcooleiro, apesar de uma trajetória relativamente curta, a Usina Lins destaca-se pelo crescimento constante, dinamismo e compromisso com a excelência operacional. Localizada na cidade de Lins, na estrada municipal Prefeito Chiquinho Junqueira, KM 16, Fazenda Rio Dourado, Zona Rural, a usina iniciou suas atividades em 10 de março de 2007. Entre 2013 e 2018, o aumento na produção tornou necessária a expansão da estrutura, incluindo a revitalização de instalações e a substituição de maquinários para atender à crescente demanda.

Desde 2021, a Usina Lins tem investido em melhorias na capacidade de moagem e na adoção de tecnologias avançadas. Entre as iniciativas, destacam-se:

- implementação de novos processos de moenda;
- atualização de maquinários, incluindo tanques com maior capacidade para produção de etanol;
- construção de um novo armazém de açúcar a granel;
- instalação de uma fábrica de leveduras.

Em 2023, a empresa adotou novas estratégias de expansão, com um planejamento estruturado e visão voltada para o futuro. Os objetivos estratégicos estão em constante evolução, abrangendo a melhoria de processos internos, gestão da inovação e qualidade e priorização de práticas sustentáveis e de governança corporativa. Paralelamente, a Usina Lins mantém o foco na implementação e aprimoramento da Manutenção Produtiva Total (TPM), reforçando seu compromisso com a excelência operacional e a sustentabilidade.

Manutenção produtiva total realizada na Usina Lins

Com foco constante em melhorias e ampliações, a organização busca soluções para sanar problemas de ordem mecânica. Considerando que o maquinário é a base de todo o processo produtivo, foi implementado um projeto de mobilidade para tornar a manutenção industrial e de ativos mais eficiente, reduzindo impactos negativos na produtividade. Os equipamentos e a infraestrutura oferecidos pela indústria são voltados para a inovação tecnológica, promovendo agilidade nos processos diários e elevando a qualidade dos serviços realizados pelo capital humano.

A organização opera com mais de nove mil equipamentos entre o setor industrial e agrícola. Para equipamentos críticos, cuja parada impacta diretamente na produtividade, foram implementados meios de prevenção de danos. Este esforço incluiu:

- treinamento: capacitação de 40 horas para mais de 400 colaboradores;
- dispositivos móveis: distribuição de cerca de 235 tablets e celulares.

Esses dispositivos permitem aos operadores transmitir dados das máquinas em tempo real, reduzindo o tempo de resposta e prevenindo danos maiores. Mesmo em áreas sem conectividade à internet, os aparelhos funcionam com eficiência, conectando-se diretamente à central quando possível.

A adoção de tecnologias que identificam defeitos em equipamentos antes de falhas ou paradas programadas trouxe:

- otimização do tempo;
- redução de custos operacionais, mesmo com o investimento inicial considerável.

No setor sucroalcooleiro, no qual os equipamentos são de grandes proporções, a integração de tecnologia é essencial. A globalização aprimorou o manejo desses equipamentos, mas a capacitação do capital humano permanece crucial, considerando os riscos associados a operações manuais.

Os processos de manutenção seguem normas internas e estratégias previamente definidas, como:

- controle de resultados: planilhas detalhadas para monitorar o uso dos equipamentos;
- segurança no trabalho: equipes especializadas acompanham os procedimentos.

O principal plano de contingência dentro do conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM) envolve o mapeamento do fluxo produtivo, avaliação de riscos e definição de prazos para decisões estratégicas, inclusive em casos de manutenção corretiva.

Em operações cotidianas, as solicitações de serviços são autorizadas pelos setores administrativos, que geram ordens de serviço. Exceções incluem situações emergenciais, como quebras ou acidentes. Esses eventos são analisados e encaminhados ao setor de manutenção com o uso de etiquetas classificadas por prioridade: A1, B2, C3 e D4 – escalonadas conforme o grau de urgência. Após a execução do serviço, as informações são atualizadas no sistema, garantindo uma visão integrada e sistemática da organização.

A TPM engloba diversas modalidades de manutenção, tais como: planejada, de qualidade, corretiva, detectiva, preventiva e preditiva. Essa abordagem não se limita à evolução tecnológica dos equipamentos e programas, mas também investe no desenvolvimento do capital humano, essencial para acompanhar as demandas de um setor em constante transformação.

Estratégias de manutenção produtiva total na Usina Lins

Diante de fatores que afetam diariamente o setor sucroalcooleiro, a Usina Lins adota estratégias que garantem a continuidade dos processos produtivos, mantendo elevados níveis de produtividade e lucratividade. A busca por uma gestão mais eficiente, limpa e voltada para a qualidade exige revisões constantes de decisões, embasadas nos resultados das técnicas e estratégias aplicadas.

A Usina Lins utiliza estratégias centradas nos sistemas de gestão, com destaque para a gestão da qualidade e da manutenção. Um cronograma detalhado foi elaborado para medir os impactos positivos e negativos em setores, produtos e serviços, destacando a necessidade de melhorias internas e externas.

A base administrativa bem estruturada permite o acompanhamento contínuo dos objetivos, que são avaliados e ajustados sempre que necessário. O propósito é minimizar impactos, mitigar ameaças e fortalecer a integração do capital humano.

Os planos de contingência implementados na Usina incluem:

- mapeamento de equipamentos: identificação e acompanhamento detalhado dos ativos produtivos;
- busca por melhorias contínuas: atualização constante de maquinários e sistemas;
- tecnologia de ponta: utilização de equipamentos modernos para aprimorar processos;
- controle do fluxo produtivo: monitoramento do desempenho de cada máquina, avaliando riscos e planejando manutenções preventivas.

Essas iniciativas garantem maior controle sobre incidentes e asseguram a continuidade das operações produtivas.

Para que as atividades sigam conforme planejado, o setor mecânico desempenha um papel central na manutenção. A infraestrutura inclui:

- espaço dedicado: instalações próprias para reparos e manutenção;
- estoque interno: disponibilidade de peças e ferramentas atualizadas;
- profissionais capacitados: equipes treinadas para lidar com maquinários modernos;
- unidades móveis: veículos equipados para atender demandas de manutenção externa, otimizando o suporte em áreas fora da unidade principal.

A Usina Lins adota a TPM como base para suas estratégias de manutenção e qualidade, buscando:

- controle operacional amplo: gerenciamento eficaz dos processos produtivos;
- eficiência e produtividade: redução de falhas e aumento da lucratividade.

Essa abordagem permite que a Usina Lins alinhe seus processos operacionais com a visão estratégica da organização, consolidando-se como referência no setor sucroalcooleiro.

Gestão de qualidade e manutenção na Usina Lins

Os processos de gerenciamento voltados para a gestão da qualidade e manutenção enfrentam desafios constantes e necessitam de remodelagens frequentes para garantir melhorias e resultados positivos. O desempenho de uma organização com alta capacidade de produção, como é o caso da Usina Lins, depende não apenas de uma gestão administrativa eficiente, mas também de um acompanhamento minucioso da produção, com foco na qualidade e na gestão da manutenção. Uma parada inesperada de um equipamento pode gerar altos custos, redução da capacidade produtiva e, conseqüentemente, prejuízos significativos.

A gestão da qualidade na Usina Lins, direcionada à manutenção, é tratada como um pilar estratégico de evolução. Essa abordagem abrange diversos aspectos, incluindo:

- segurança do trabalho: prevenção de acidentes e promoção de um ambiente seguro;
- treinamentos de capacitação: desenvolvimento contínuo dos colaboradores para operar e manter os equipamentos de forma eficaz;
- equipamentos de segurança: fornecimento de ferramentas adequadas para evitar falhas e melhorar a produtividade;
- gestão de pessoas: integração e motivação do capital humano para atuar alinhado aos objetivos organizacionais.

Esses elementos, aliados às ferramentas tecnológicas disponibilizadas pela indústria, possibilitam maior agilidade no atendimento a demandas emergenciais e promovem eficiência nos processos.

A gestão de qualidade utiliza instrumentos para identificar pontos de desgaste e oportunidades de melhoria, com foco em metas e processos. Um dos recursos mais utilizados na Usina Lins é o uso de gráficos analíticos, que fornecem uma visão clara e objetiva de todos os acontecimentos internos e externos. Esses gráficos permitem monitorar, avaliar e ajustar continuamente os processos, assegurando um alinhamento com os objetivos estratégicos da organização.

A integração entre gestão de qualidade e gestão da manutenção na Usina Lins contribui significativamente para a consolidação da Manutenção Produtiva Total (TPM). Essa sinergia não só aprimora os processos internos, como também promove a sustentabilidade e a competitividade da organização no setor sucroalcooleiro.

A Usina Lins utiliza a gestão da manutenção alinhada à Manutenção Produtiva Total (TPM) para otimizar o desempenho dos equipamentos com o menor custo possível. Além dos maquinários internos, veículos essenciais como caminhões que realizam o transporte da matéria-prima também recebem atenção, contando com mecânicos especializados para manutenção preventiva e corretiva.

A infraestrutura do setor mecânico é padronizada, garantindo organização e eficiência. A conectividade entre setores, por meio de sistemas integrados, permite o controle das operações, o monitoramento em tempo real e a agilidade na tomada de decisões.

Ao combinar estratégias de gestão da qualidade e manutenção com a TPM, a Usina Lins assegura um fluxo eficiente de produtos, serviços e equipamentos. Essa abordagem integrada promove maior produtividade e eficiência operacional, consolidando a indústria como referência no setor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficácia das técnicas de Manutenção Produtiva Total (TPM) está diretamente relacionada à disponibilidade de ferramentas adequadas para análises e execução de tarefas. Uma manutenção bem realizada se torna um diferencial competitivo, permitindo a identificação e resolução rápida de falhas e quebras, otimizando os processos.

Para aplicar essas técnicas de forma eficiente, as organizações devem estar sempre atentas ao desempenho de suas operações. Quando estratégias existentes não solucionam problemas recorrentes, é essencial desenvolver novos métodos que priorizem a produtividade, a otimização do tempo e o engajamento das equipes.

A Usina Lins exemplifica como o comprometimento e a implementação de programas inovadores no setor industrial podem impulsionar o crescimento. Atualmente, a manutenção na usina enfrenta desafios como a adaptação a tecnologias recentes, a gestão de maquinários de diferentes gerações e a escassez de mão de obra qualificada. Embora sistemas operacionais avançados estejam disponíveis, o conhecimento humano continua sendo indispensável.

A usina investe continuamente em melhorias nos processos produtivos, na modernização de equipamentos e na capacitação de seus colaboradores. Esse enfoque permite aumentar a produção sem comprometer a qualidade, garantindo eficiência e competitividade no setor sucroalcooleiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração deste artigo, torna-se evidente o papel essencial desempenhado pela Manutenção Produtiva Total (TPM) no contexto organizacional da Usina Lins. A constante necessidade de atualizações emerge como o principal foco para o aprimoramento da manutenção, complementada pelo investimento no capital humano por meio de treinamentos e compartilhamento de conhecimentos.

O departamento de manutenção é um dos pilares fundamentais da empresa, assegurando o funcionamento ininterrupto de máquinas que operam 24 horas por dia. A integração entre infraestrutura e colaboração intersetorial é o elo que conecta metas a realizações concretas.

A tecnologia desempenha um papel estratégico em todas as etapas, desde a implementação até o monitoramento e a inspeção. A automação, amplamente utilizada, não só otimiza a manutenção, como também integra toda a organização, fornecendo dados em tempo real que sustentam decisões ágeis e precisas. A aliança entre a aplicação do TPM e o interesse humano em inovar resultou em impactos positivos, promovendo maior eficiência produtiva e fortalecendo a sinergia entre setores.

Indicadores apontam um aumento significativo no desempenho após a adoção do TPM, destacando a importância de um processo contínuo de atualização e monitoramento em tempo real. Recomenda-se reavaliar periodicamente os dados e renovar os conhecimentos aplicados para sustentar esses avanços.

O setor mecânico, responsável pela execução da TPM, carrega uma responsabilidade central, conforme evidenciado pelos 8 pilares já discutidos. Sua atuação vai além da resolução de falhas mecânicas, exigindo atenção constante e informações detalhadas sobre os equipamentos, para prevenir defeitos que possam gerar prejuízos. O plano de contingência adotado pela Usina Lins combina análises organizadas com ações planejadas para resolver problemas de forma ágil, garantindo a continuidade do fluxo produtivo.

Conclui-se, de maneira positiva, que a organização demonstra comprometimento com a integração de procedimentos e ações conjuntas, mantendo a funcionalidade dos processos, fortalecendo as relações interpessoais e adotando estratégias de gestão que impulsionam resultados.

A abordagem global da Manutenção Produtiva Total promove um ambiente operacional eficiente, evidenciado pelo aumento da funcionalidade e durabilidade dos equipamentos. O planejamento estratégico e a organização do setor mecânico, alinhados às normas da empresa e suportados por ferramentas tecnológicas, geram maior lucratividade, redução de custos e melhorias nos setores operacionais, administrativos e no capital humano. Essas ações refletem o empenho da Usina Lins em garantir sua competitividade e excelência.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mntl.pdf>>. Acesso em: 17 Abr,23.
- ANDRADE, J. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 2010.
- ARAÚJO, I. M.; SANTOS, C. K. S. **Manutenção elétrica industrial**. 2004. Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/apostila/cap03.htm>> Acesso em: 17 Abr,23.
- BELMONTE, D. L.; SCANDELARI, L. **Gestão do conhecimento: aplicabilidade prática na gestão da manutenção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/Ebook/ARTIGOS2005/Ebook%202006_artigo%2054.pdf>. Acesso em: 17 Jul,23.
- BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII SEMEAD – Seminário de Estudos de Administração da USP – Universidade de São Paulo – USP. **Anais**[...]. 2003.
- CARDOSO, A. H., 2013. **Engenharia da Manutenção – Bloco1**.
- COSTA, M A. **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade para Melhorar o Resultado Operacional**, Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia de Produção, juiz de Fora, MG, 2013.
- COUTINHO, T. Revista Voitto, 2019. **Você sabe quais são os 8 pilares da TPM (Manutenção Produtiva Total)? Entenda neste artigo**. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/8-pilares-tpm>>. Acesso em: 17 Out, 2023.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção**. Trad. De J.C.B. dos Santos e P.G. Martins. São Paulo: Pioneira, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOULART, V. D. G.; CAMPOS, A. **Logística de transporte: gestão estratégica no transporte de cargas**. São Paulo: Érica, 2018.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs.) **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. P. 15-41.
- EXO CONSULTORIA. **6 grandes perdas**. 2017. Disponível em: <<https://exoconsultoria.com.br/oeo-indicador-alto-desempenho/6-grandes-perdas/>>. Acesso em: 17 Out, 2023.
- KARDEC, A; NACIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: *Qualimark*: Petrobras, 2009.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MARINELLI, I. Revista Manutenção. **Da preventiva à produtiva, a evolução da gestão da manutenção**. 2020. Disponível em: <<https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/entenda-a-evolucao-da-manutencao-preditiva.html>>. Acesso em: 17 Out, 2023.
- MARTINS, A. P. R. A. P.. **A influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE)**. Dissertação (Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção** (Vol.2). São Paulo: Saraiva. 2005.
- MORAES, P. H. A. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**.

- Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Socioprodutivos, Universidade de Taubaté) – Taubaté: UNITAU, 2004.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações** (Vol. 2). São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM-TOTAL Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989, 111 p.
- NASCIMENTO, R. C. **Manutenção Produtiva Total** – Uma abordagem teórica. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora) – Juiz de Fora: UFJF, 2006.
- NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 10.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Trad. Cristina Shumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, C. C.; MARTINS, R. F.; XAVIER, A. A. P. **Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**: estudo de caso em uma Indústria Alimentícia. XVI Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP 2009. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/Ebook%202009/CONGRESSOS/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI_SIMPEP_Art_8_a.pdf>. Acesso em: 19 Abr, 23.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Vol.4, n.2, 2008.
- PALLEROSI, C., **Confiabilidade**: a quarta dimensão da qualidade. Vol. Manutenibilidade e Disponibilidade. BellaSoft Brasil, 2007.
- PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F.G. **Flexibilização organizacional**: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002.
- PINTO, A. K. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. São Paulo, Abraman, 2003.
- REVISTA RPA NEWS. **Produção da safra 2022/23 pode atingir 547 milhões de toneladas, segundo consultoria**. 2022. Disponível em: <<https://www.revistapranews.com.br>>. Acesso em: 17 Out, 2023.
- SANTOS, E. **5 Principais indicadores de manutenção com mtbf e mttr**. Artigo publicado pelo *Field Control*, 2018. Disponível em: <<https://fieldcontrol.com.br/blog/processos/indicadores-de-manutencao/>>. Acesso em: 17 Abr, 2023.
- SHINOTSUKA, S. TPM Encyclopedia. **Material distribuído no curso pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance)**, Cali, CO, 2001.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JHONSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JHONSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2007.
- TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, T. **TPM/MPT Manutenção Produtiva Total**. 1º ed. São Paulo: 1993. SP:IMAN, c1993. Xii, 322 p.
- TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.
- USINA LINS. **Notícias da Usina Lins**. 2022. Disponível em: <<https://usinalins.com.br/usina-lins-obtem-credito-verde/>>. Acesso em: 17, Abr, 2023.
- VERRI, L. A. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial - Aplicação e Prática**. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2012.
- VIANA, H, R, G. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, ed 2002.
- XENOS, H. G. P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.
- WILLMOTT, P. **The TQM Magazine – Total Quality with Teeth**. MCB University, Press, 1994.
- WIREMAN T. **Developing performance indicators in managing maintenance**. New York, NY: Industrial Press Inc., 1998.
- WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total** – Um modelo Adaptado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.