



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



GESTÃO INDUSTRIAL: IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA TPM EM UMA INDÚSTRIA DE CAFÉ

INDUSTRIAL MANAGEMENT: IMPLEMENTATION OF THE TPM TOOL IN A COFFEE INDUSTRY

GESTIÓN INDUSTRIAL: IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA TPM EN UNA INDUSTRIA DEL CAFÉ

Polyana Ribeiro de Andrade ¹, Genilson Valotto Patuzzo ², & Flávia Aparecida Reitz Cardoso ^{3*}

^{1 2 3} Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

¹polyanaribeiro@alunos.utfpr.edu.br ²rgenilsonpatuzzo@utfpr.edu.br ^{3*}reitz@utfpr.edu.br

ARTIGO INFO

Recebido: 13.10.2024

Aprovado: 03.02.2025

Disponibilizado: 18.02.2025

PALAVRAS-CHAVE: 5S; TPM; indústria de café; manutenção autônoma.

KEYWORDS: 5S; TPM; coffee industry; autonomous maintenance.

PALABRAS CLAVE: 5S; TPM; industria del café; mantenimiento autónomo.

*Autor Correspondente: Cardoso, F. A. R.

RESUMO

Conduzida em uma indústria alimentícia, a pesquisa teve como meta capacitar a equipe operacional na aplicação da Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total - TPM) para aprimorar as práticas de manutenção. A abordagem adotada envolveu a coleta e análise de dados, destacando desafios como quebras de máquinas e desorganização no ambiente de trabalho. A implementação da TPM priorizou a manutenção autônoma, a padronização e o treinamento, resultando em melhorias significativas. Adicionalmente, a metodologia 5S foi utilizada para organizar o ambiente, aumentar a eficiência e padronizar as tarefas. O comprometimento da liderança foi um aspecto destacado, e a eficácia do processo foi monitorada por meio do indicador Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global do Equipamento - OEE). A manutenção autônoma capacitou os colaboradores a lidar com quebras, falhas e defeitos das máquinas, aprimorando a eficiência operacional de forma visível. Contribuiu ainda para melhorias no processo, incluindo a capacitação dos operadores, a organização e padronização do layout da fábrica, além da redução de desperdícios, como paradas prolongadas de máquinas, falhas repetitivas de equipamentos e a ineficiência no uso dos recursos, resultando em um aumento da produtividade e redução de custos operacionais.

ABSTRACT

Conducted in a food industry, the research aimed to train the operational team in the application of Total Productive Maintenance (TPM) to improve maintenance practices. The approach involved data collection and analysis, highlighting

challenges such as machine breakdowns and disorganization in the work environment. The implementation of TPM prioritized autonomous maintenance, standardization, and training, resulting in significant improvements. Additionally, the 5S methodology was used to organize the environment, increase efficiency, and standardize tasks. Leadership commitment was a key aspect, and the effectiveness of the process was monitored through the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator. Autonomous maintenance empowered employees to handle machine breakdowns, failures, and defects, visibly improving operational efficiency. It also contributed to process improvements, including operator training, organization and standardization of the factory layout, as well as the reduction of waste, such as prolonged machine downtime, repetitive equipment failures, and resource inefficiency, resulting in increased productivity and reduced operational costs.

RESUMEN

Realizada en una industria alimentaria, la investigación tuvo como objetivo capacitar al equipo operativo en la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar las prácticas de mantenimiento. El enfoque adoptado involucró la recopilación y análisis de datos, destacando desafíos como las averías de máquinas y la desorganización en el entorno de trabajo. La implementación del TPM priorizó el mantenimiento autónomo, la estandarización y la capacitación, lo que resultó en mejoras significativas. Además, se utilizó la metodología 5S para organizar el entorno, aumentar la eficiencia y estandarizar las tareas. El compromiso de la dirección fue un aspecto clave, y la eficacia del proceso se monitoreó a través del indicador de Eficiencia Global del Equipo (OEE). El mantenimiento autónomo capacitó a los empleados para manejar averías, fallas y defectos de las máquinas, mejorando visiblemente la eficiencia operativa. También contribuyó a mejoras en el proceso, incluida la capacitación de los operadores, la organización y estandarización del diseño de la fábrica, así como la reducción de desperdicios, como el tiempo de inactividad prolongado de las máquinas, fallas repetitivas de equipos e ineficiencia en el uso de recursos, lo que resultó en un aumento de la productividad y una reducción de los costos operativos.

INTRODUÇÃO

A *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total - TPM) foi criada na década de 1970 pelo japonês Seiichi Nakajima com o objetivo de reduzir erros operacionais e falhas nos processos por meio da manutenção produtiva total. A ideia é ir além da manutenção dos equipamentos e envolver todos os colaboradores da empresa para uma produção de qualidade e com uma linha produtiva com zero paradas imprevistas, acidentes ou defeitos de produção. Para a implementação, entende-se que a empresa necessita de uma mudança comportamental, pois todos os envolvidos precisam abraçar a nova cultura com o objetivo de aproximar funcionários ao processo e equipamento, visando melhores resultados (Leão, 2022).

A realidade das indústrias é a constante busca pela melhoria e eficiência dos processos operacionais. A manutenção produtiva total é uma metodologia centrada em melhoria da produtividade, minimizando erros e gargalos de processo. O objetivo é alcançar “zero defeitos, zero acidentes e zero atrasos” no local de trabalho. A TPM auxilia gestores para terem uma abordagem sistemática de planejamento, implementação e manutenção de equipamentos e máquinas industriais (Adesta et al., 2018).

Manter os equipamentos em pleno funcionamento é vital para o sucesso de qualquer empresa. Por isso é importante adotar práticas que garantam a disponibilidade dos equipamentos, aumentem a qualidade dos produtos e reduzam custos. Com a ferramenta TPM, as empresas podem melhorar significativamente o desempenho de seus equipamentos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade (Adesta et al., 2018).

Procurando reduzir paradas por falhas na produção e objetivando minimizar os índices de quebra das máquinas, nasceu o conceito TPM, uma metodologia japonesa que tem o intuito de aumentar a produtividade e qualidade dos produtos produzidos e minimizar as perdas, reduzindo custos (Poduval et al., 2013). Parte ainda do princípio de trabalho em equipe e melhoria contínua para redução de falhas, buscando práticas de manutenção nos processos produtivos, administrativos e suportes (De Oliveira et al., 2023).

A manutenção é uma atividade de grande importância para o ambiente fabril. Principalmente porque as falhas das máquinas podem levar a efeitos adversos no cronograma da produção, atrasando entregas ou necessitando de horas extras e retrabalhos dos funcionários para compensar as perdas da produção (Habidin et al., 2018; Hooi & Leong, 2017).

Neste contexto, ter processos e equipamentos confiáveis garante níveis mais baixos de estoques (Jiang et al., 2015). Ademais, a entrega de produtos com alta qualidade, tolerâncias rigorosas e baixos níveis de retrabalho depende de equipamentos bem mantidos, o que é possível por meio de atividades de manutenção eficazes (Kaur et al., 2015).

A adaptação da TPM é decidida pela organização que deve envolver os funcionários de todos os departamentos e níveis. Também é necessário desenvolver um plano diretor que englobe a prestação de formação e educação para uma melhoria contínua e orientada (Jain et al., 2014; Piechnicki et al., 2015). Importante destacar que o 5S, uma outra metodologia japonesa composta por cinco atividades específicas de organização do trabalho, também desempenha um papel fundamental em toda a implementação do TPM (Ribeiro et al., 2019).

Com base nestas considerações, verificou-se que uma indústria de café, setor de empacotamento, localizada no interior do Paraná precisava passar por um processo de renovação em seu processo produtivo. Com o incentivo da ferramenta TPM que é responsável pela linha de defesa contra falhas no processo produtivo, a ideia foi incentivar a cultura do trabalho em equipe, manutenção preventiva, qualidade de processos e ambiente seguro. Observou-se que, pela falta da cultura de melhoria contínua, os operadores não executavam as atividades de maneira padronizada, não realizavam manutenções nos equipamentos, havia presença de desordem no ambiente de trabalho, e as paradas de produção por falta de manutenção ocasionavam quebras de equipamentos e perdas de ferramentas.

Como a TPM e o 5S dispõem de treinamentos teóricos e práticos para os operadores, capacitando-os a exercer atividades de forma proativa, o objetivo foi implementar um dos pilares da TPM, a manutenção autônoma, em conjunto com o 5S. Esta abordagem visou a identificação de deficiências nos equipamentos do setor de empacotamento, por meio de planos de limpeza e inspeções, organização do ambiente fabril e elaboração de padronização operacional.

A manutenção autônoma é um conceito essencial da TPM, onde os próprios operadores assumem a responsabilidade pela manutenção básica dos equipamentos, como inspeções diárias, limpeza e ajustes simples. Isto não só libera a equipe de manutenção para atividades mais complexas, mas também aumenta o envolvimento dos operadores na manutenção e no processo produtivo. A prática contribui para o aumento da confiabilidade dos equipamentos, pois identifica falhas de forma proativa e evita paradas não planejadas (Ribeiro et al., 2019).

Outro aspecto fundamental da TPM é o uso do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness), que avalia a eficiência global dos equipamentos, fornecendo uma visão abrangente da *performance* operacional. O OEE é composto por três componentes principais: disponibilidade, *performance* e qualidade. Esses componentes permitem monitorar o desempenho dos equipamentos de maneira contínua, ajudando a identificar áreas de melhoria e otimizar a produção. A disponibilidade refere-se ao tempo que o equipamento está efetivamente em operação, enquanto a *performance* avalia a velocidade com que ele opera em comparação com o seu máximo potencial, e a qualidade analisa a proporção de produtos produzidos sem defeitos. Ainda, o OEE é um reflexo direto da eficácia das práticas de manutenção e da implementação da TPM, permitindo medir com precisão o impacto das iniciativas de manutenção na produtividade e destacando as áreas que precisam de ajustes para maximizar a eficiência (Habidin et al., 2018).

As dificuldades encontradas na implementação da ferramenta TPM estão relacionadas à resistência dos colaboradores às mudanças, especialmente entre a alta gerência, que, em alguns casos, tem se preocupado mais com a produtividade do que em capacitar os funcionários para as melhorias propostas. Além disso, houve falta de incentivo aos colaboradores operacionais na implementação das adequações sugeridas pela ferramenta.

METODOLOGIA

A aplicação da pesquisa aconteceu em um ambiente fabril do ramo alimentício, no ano de 2022, com o objetivo de capacitar o time operacional e líderes para a implementação da

metodologia japonesa TPM no intuito de proporcionar uma melhoria contínua nos processos de manutenção.

De forma explicativa, esta pesquisa registrou fatos, analisou-os e os interpretou para identificar suas causas fundamentais, ou seja, as origens dos problemas de manutenção que impactam a produtividade e a eficiência operacional. Esta prática visa ampliar generalizações, estruturar e definir modelos teóricos, relacionar hipóteses de uma visão âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses (Marconi & Lakatos, 2003) com o objetivo de resolvê-la e trazer melhoria. Para a construção do conhecimento e com o propósito de comprovar sua validade e utilidade, a metodologia foi aplicada com procedimentos e técnicas envolvendo a manutenção e 5S, tendo como base estudos realizados e já comprovados na eficiência desta metodologia (Souza et al., 2013).

Coleta de dados e desenvolvimento da implementação

O mercado altamente competitivo impulsiona a indústria de café a buscar constantemente melhorias para se destacar. Neste contexto, a correção de falhas e a eliminação de perdas no processo são objetivos cruciais para aprimorar a eficiência operacional. As perdas decorrentes de diversos fatores afetam negativamente a produção, levando a uma incapacidade de atender plenamente à demanda devido a quebras de máquina, desordem no ambiente de produção e a falta de bobina de embalagem durante o processo. Além disso, a ausência de padrões operacionais dificulta a realização de manutenções e padronizações, impactando negativamente a produtividade e a qualidade. Portanto, a implementação do TPM e do programa 5S é imprescindível para enfrentar esses desafios, promovendo uma produção mais eficiente, organizada e capaz de atender às exigências do mercado de forma consistente e competitiva.

A metodologia TPM fomenta a aplicação da manutenção autônoma, a qual tem por objetivo uma produtividade eficiente, ou seja, uma produção com a menor quantidade de falhas e impactos possíveis. A manutenção sobrepõe a diminuição das falhas e do tempo de resolução, aumentando, conseqüentemente, a produtividade.

Com base nas etapas definidas para a implementação da manutenção autônoma por (Joaquim, 2017), foram identificados alguns eventos críticos, como o entupimento do moinho de café e a quebra da faca da máquina responsável pelo corte das embalagens. Esses eventos fazem parte da etapa reativa da manutenção autônoma. Na sequência, seguindo a etapa proativa da metodologia, foram padronizadas as práticas de limpeza nos equipamentos, resultando em uma mudança significativa na gestão de manutenção das máquinas.

A etapa preventiva da manutenção autônoma compreendeu a realização de treinamentos para os operadores, visando conscientizá-los sobre a importância dessa atividade e o impacto negativo caso não seja realizada corretamente, levando a falhas nas máquinas e perda na qualidade do produto. Os operadores foram apresentados às rotinas de limpeza nos equipamentos e incentivados a implementar a metodologia com disciplina, buscando eliminar falhas nos processos.

Uma vez que os colaboradores foram devidamente conscientizados, a atividade foi colocada em prática nas rotinas operacionais, proporcionando melhorias significativas no desempenho dos equipamentos e na qualidade do produto final.

Vale ressaltar que o ambiente de trabalho apresentava problemas de poluição visual, com desordem de ferramentas e improvisos no local de trabalho para apoio de equipamentos e armazenamento de materiais. Além disso, a verificação do processo produtivo revelou que as tarefas operacionais não eram padronizadas, resultando em diferentes tempos de execução entre os colaboradores.

Diante desse cenário, foi adotada a metodologia 5S, que consiste em avaliar e separar o essencial do não essencial, mantendo apenas o que é realmente necessário para o trabalho. Ademais, os locais de armazenamento foram revisados e padronizados, e os procedimentos foram estabelecidos para serem seguidos de forma autodisciplinar.

Com o objetivo de garantir a qualidade do processo, padronizar as tarefas e motivar os colaboradores, as atividades foram cronometradas para possibilitar a padronização do tempo de execução. Esses tempos foram então descritos em procedimentos operacionais padronizados (POPs), que especificam as etapas detalhadas e os padrões a serem seguidos para cada tarefa, garantindo consistência e qualidade na execução. Os operadores passaram por treinamentos para garantir a execução correta das tarefas conforme os padrões estabelecidos nos POPs.

Essas medidas contribuíram para melhorar significativamente o ambiente de trabalho, aumentando a eficiência das operações, reduzindo desperdícios e garantindo a qualidade dos produtos. Ademais, a padronização das tarefas e o treinamento dos colaboradores trouxeram mais segurança e confiabilidade ao processo produtivo. A implementação do 5S teve início com o primeiro passo, o Seiri, que consistiu na classificação e separação das ferramentas, verificando quais eram realmente necessárias. No segundo passo, Seiton, foram registradas fotos para identificar a má configuração visual da fábrica.

No terceiro passo, Seiso, o foco foi manter o ambiente limpo, uma atividade que já era realizada pelo pessoal da limpeza da fábrica, buscando identificar possíveis falhas nas máquinas, como derramamentos de óleo.

O quarto passo, Seiketsu, garantiu que a cultura do 5S se tornasse parte integrante da fábrica, promovendo a sustentabilidade das práticas implementadas.

Por fim, no quinto passo, Shitsuke, identificou-se que cada operador executava suas atividades de maneira divergente. A padronização das tarefas foi realizada por meio de procedimentos de instrução de trabalho, garantindo que todos os operadores realizassem suas atividades de maneira uniforme e eficiente.

Com a aplicação do 5S, a fábrica alcançou melhorias significativas em termos de organização, limpeza, eficiência operacional e padronização de processos.

É compreensível que a adoção de novos padrões de atividades possa enfrentar certa resistência por parte dos operadores. Cada indivíduo tem seu próprio ritmo de adaptação a mudanças e a aceitação de novos procedimentos pode variar de pessoa para pessoa. O

comprometimento do esforço em treinar as pessoas várias vezes e o apoio demonstrou a equipe que a dedicação é para obter melhoria na capacitação dos colaboradores, a fim de promover a cultura 5S.

Ademais, o comprometimento da alta gestão é crucial para o sucesso da implementação do 5S. Quando a liderança não cobra o cumprimento dos novos padrões, pode haver dúvidas sobre a importância real da mudança e isso pode desmotivar os colaboradores. Realizou-se inúmeras reuniões para apontar a necessidade de melhoria à chefia da planta, a fim de garantir a implementação do 5S. Resultou na designação de supervisores específicos para acompanhar e cobrar o cumprimento dos novos padrões, mesmo que, as mudanças culturais levam tempo, e o fato de a empresa persistir e trabalhar em conjunto para superar as dificuldades mostra o empenho em alcançar os objetivos propostos.

Após realizar os treinamentos com os operadores, as atividades tornaram-se rotineiras no ambiente fabril, tendo em vista que cada atividade tem sua frequência diferenciada de acordo com a necessidade. De acordo com Radnor et al. (2012), o 5S é uma ferramenta importante para a motivação dos trabalhadores.

Para se obter um controle de eficiência de máquina e garantir que a aplicação da manutenção autônoma e 5S tenha sido eficiente, haverá o monitoramento pelo indicador OEE. Este medirá a eficiência da máquina, onde quaisquer paradas de deverão ser apontadas pelos operadores, descrevendo detalhadamente o motivo e a duração. Com esses dados consegue-se mensurar a eficiência da máquina e identificar melhorias a serem realizadas. Para calcular o OEE, utiliza-se a Equação (1):

$$OEE = \frac{\text{Tempo que o equipamento agregou valor}}{\text{Tempo disponível para produção}} \times 100 \quad (1)$$

RESULTADOS

Ao chegar na indústria, o café passa pela torra e é degustado por provadores treinados. Este processo determina a qualidade da bebida. Após a avaliação, esses cafés vão para armazéns para compor *blends* e, adiante, entram para o processo produtivo da torrefação e envase, com pacotes a vácuo e almofada.

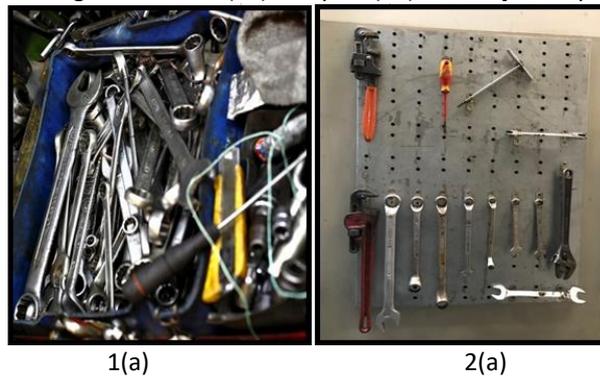
Com o intuito de aprimorar o processo produtivo, a indústria de café percebeu a necessidade de adotar a ferramenta TPM buscando uma cultura de melhoria contínua. Inicialmente, foi implementada a metodologia 5S, que trouxe consigo os princípios de organização e gestão visual. Com um ambiente de trabalho bem estruturado e organizado, as atividades passaram a ser executadas com maior agilidade, o que proporcionou a identificação de oportunidades para otimização do processo produtivo. De acordo com Silva Júnior et al. (2019), um ambiente organizado facilita a execução das várias tarefas, potenciando a eliminação de erros e evidenciando qualquer desvio imposto relativamente à uniformização de processos, arrumação e limpeza.

Após efetivação da ferramenta 5S, levantou-se índices de apontamento de parada de máquina para identificar a causa raiz e elaborar um plano de ação para tratar as falhas encontradas durante o processo definindo, portanto, a implantação do pilar de manutenção autônoma. Para verificação da eficácia, foi empregado o indicador de OEE.

Implementação do 5S

A indústria implementou padrões de organização do local de trabalho, como manter o quadro de ferramentas de regulagem do moinho sempre organizada, cada ferramenta em seu gancho (Figura 1). A falta de organização levava os operadores a desperdiçar tempo para procurar suas ferramentas quando era necessário utilizá-las. De acordo com Coutinho e Aquino (2015), as empresas buscam aplicar os 5S em seus setores por trazerem mudanças nos hábitos de trabalho, gerando melhorias no sistema de gestão, criando ambientes agradáveis e servindo de base para aplicação de outras ferramentas. Ademais, tem ainda como consequência a melhoria de produtividade, tanto na linha de produção como nas áreas de vendas, proporcionando uma melhor qualidade de vida aos colaboradores em seu local de trabalho e em sua vida pessoal.

Figura 1. Imagem do antes (1a) e depois (2a) da solução do problema

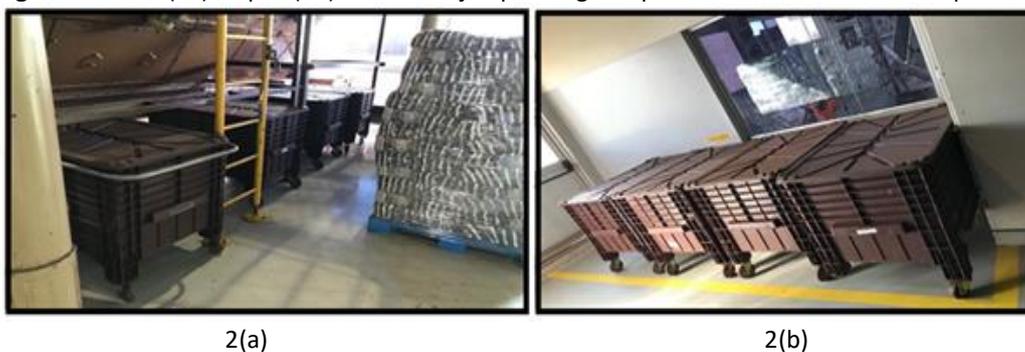


Fonte: Autores (2023).

É notável que, além da implementação da metodologia 5S, foram realizadas outras melhorias significativas no ambiente de trabalho. Dentre elas, destaca-se a demarcação de áreas específicas para os *containers* de reprocesso, que anteriormente não possuíam um local adequado, sendo dispostos de forma desorganizada sob o silo ou na área de produção.

Com a demarcação adequada, os *containers* agora ocupam um espaço delimitado e identificado por faixas amarelas, proporcionando uma maior organização no ambiente de trabalho. A Figura 2 retrata claramente os resultados positivos alcançados com esta iniciativa. Essas mudanças têm impactos notáveis no fluxo de trabalho e na eficiência geral da indústria de café, refletindo em um ambiente mais seguro, produtivo e com menos desperdícios. A busca constante por melhorias e a adoção de práticas eficientes evidenciam o comprometimento da empresa em aprimorar continuamente seus processos produtivos.

Figura 2. Antes (2a) e após (2b) a demarcação para lugar específico dos containers de reprocesso



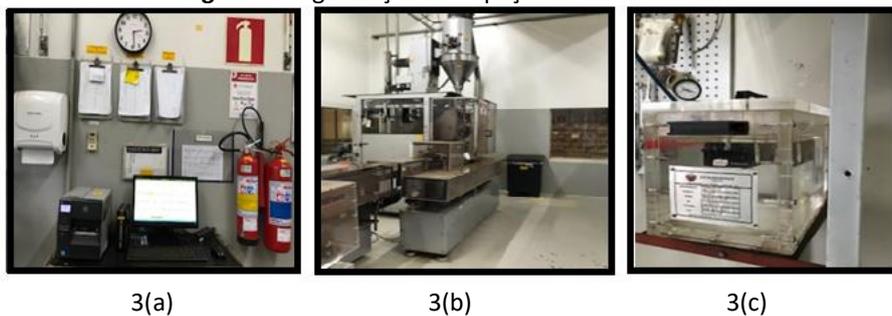
Fonte: Autores (2023).

Outras implementações a partir do 5S também foram realizadas, como a organização das planilhas de controle após o uso, pendurando-as em seus respectivos lugares de identificação. Essa ação promove a padronização dos processos, facilita o acesso rápido às informações e evita a perda de tempo em busca de documentos, otimizando a produtividade.

Ademais, o compromisso em manter o chão e as máquinas sempre limpos e desobstruídos é fundamental para garantir a segurança dos colaboradores e o bom funcionamento dos equipamentos. Um ambiente de trabalho limpo e organizado também reflete a preocupação com a qualidade e o bem-estar dos funcionários.

As práticas complementares ao 5S demonstram o empenho da empresa em criar uma cultura de melhoria contínua. Cada detalhe é cuidadosamente analisado para promover eficiência, segurança e excelência operacional (Figura 3a). A colaboração e o engajamento de toda a equipe são fundamentais para o sucesso desse processo de aprimoramento constante. Senthil Kumar et al. (2022) destacam que o ambiente da fábrica deve estar limpo e organizado, o que motiva os funcionários a aumentarem a produtividade. Esse processo de limpeza deve ser realizado de forma regular e verificado periodicamente quanto à sua eficácia. Além disso, a água da caixa de teste de vácuo (Figura 3c) deve ser trocada diariamente, evitando o acúmulo de sujeiras e contaminantes.

Figura 3. Organização no espaço de envase de café



Fonte: Autores (2023).

O armazém apresentava uma desordem preocupante com o acúmulo de sacos de *bags*, causando contato direto com o chão e resultando em uma aparência desagradável. Conscientes da necessidade de mudança, procuramos o setor responsável para buscar uma solução eficiente.

Felizmente, após o contato com o setor de envase de óleo na indústria de café, eles gentilmente forneceram algumas caixas que se mostraram ideais para a armazenagem dos *bags*. Essa medida simples, porém, eficaz, trouxe inúmeras melhorias para o ambiente de trabalho.

Com as caixas disponíveis, todos os *bags* foram cuidadosamente dobrados e armazenados dentro delas, o que proporcionou uma organização exemplar. Agora, o armazém se apresenta de forma mais organizada e limpa, transmitindo uma imagem mais profissional e agradável (Figura 4).

Figura 4. Organização no espaço de armazenagem

4(a) antes da organização

4(b) após a organização

Fonte: Autores (2023).

Identificou-se outra situação de poluição visual no ambiente de trabalho, relacionada à balança e seus acessórios. Os equipamentos eletrônicos e seus componentes eram deixados sobre uma cadeira quebrada ao lado da balança, criando um cenário desorganizado e pouco seguro.

Com o objetivo de solucionar esse problema, foi providenciado a instalação de um suporte apropriado para acondicionar a parte eletrônica e seus componentes, como pode ser visto na Figura 5. Essa mudança foi fundamental para eliminar a poluição visual e trazer mais ordem e eficiência ao local. Agora, a balança e seus acessórios estão adequadamente posicionados no suporte, o que garante maior segurança e facilidade de acesso durante o uso.

Figura 5. Melhoria de poluição visual

5(a) antes da organização

5(b) após a organização

Fonte: Autores (2023).

Segundo Heidrich et al. (2019), a aplicação do 5S traz diversos resultados positivos, tanto para a organização quanto para os colaboradores. Entre os benefícios estão a eliminação de desperdícios, otimização do espaço, melhoria nas relações humanas, prevenção de quebras, autodisciplina, incremento da eficiência, aumento da produtividade, facilidade na tomada de decisões, melhoria da qualidade, padronização, aumento da segurança e racionalização do tempo. Esses efeitos demonstram o impacto positivo do 5S nas operações, sendo uma prática essencial para a melhoria contínua. Um estudo realizado por Senthil Kumar et al. (2022) sobre a implementação do 5S em uma indústria revela que, ao reduzir o tempo de busca e aumentar a produtividade, a segurança e a capacidade de armazenamento também foram aprimoradas. Os trabalhadores passaram a perceber a empresa como um local de trabalho mais organizado e seguro. Além de que a normalização da área de trabalho facilitou as atividades diárias, pois reduziu o tempo gasto na busca por ferramentas e materiais.

Em outro estudo, Ribeiro et al. (2019) observam que a implementação do 5S trouxe melhorias significativas na organização do local de trabalho, como evidenciado na organização do armário de peças de vestuário. Antes da aplicação do 5S, o armário era desorganizado, com peças frequentemente deslocadas ou armazenadas em locais inadequados, o que resultava em longos períodos de busca. Após a implementação do 5S e da gestão visual, os colaboradores passaram a localizar as peças com mais rapidez, economizando tempo e reduzindo o desperdício de esforços. A identificação das peças e a aplicação de cores por operação facilitaram ainda mais a localização, tornando o ambiente de trabalho mais eficiente e organizado.

Em um estudo de caso realizado por Gupta e Jain (2015) em uma indústria de fabricação de equipamentos científicos, a implementação do 5S trouxe benefícios notáveis, como a redução do tempo de busca e o aumento da segurança no local de trabalho.

Sangani e Kottur (2019) realizaram um estudo de tempo e movimento em várias tarefas da linha de montagem para analisar as operações de valor agregado e de valor não agregado. A implementação do 5S iniciou com a identificação dos itens de lixo no processo, buscando eliminar atividades que não agregavam valor e otimizar o fluxo de trabalho.

Padronização para eficiência do processo

De acordo com o princípio da autodisciplina (Shitketsu) do 5S, a indústria de café reconheceu a importância da padronização dos procedimentos e desenvolvimento de hábitos que devem ser seguidos diariamente e controlados por todos os colaboradores. Com base nessa filosofia, foram realizadas algumas padronizações essenciais, especialmente no que diz respeito ao apontamento de justificativas para as paradas de processo.

Com a aplicação do 5S, procedimentos que anteriormente eram executados de maneira diversa por cada colaborador foram devidamente roteirizados, detalhando a forma de execução e o tempo de duração de cada atividade. Essa abordagem permitiu a manutenção de um padrão consistente de execução entre todos os operadores.

Essa padronização não apenas resultou em uma maior eficiência nas operações, mas também possibilitou uma melhor análise das paradas de processo e suas respectivas justificativas como apontamento de paradas na produção. Com procedimentos uniformizados, tornou-se mais fácil identificar e solucionar possíveis problemas, além de contribuir para a melhoria contínua dos processos produtivos.

Utilizou-se a abordagem de estudar e analisar cada processo visando melhorias no desenvolvimento das atividades. Ao cronometrar antes e depois das padronizações, a empresa pôde identificar de forma objetiva o impacto positivo das mudanças implementadas.

Reabastecimento da embalagem em 8 min

Na troca de bobina de embalagem, devido ao peso da bobina e à distância de aproximadamente 20 m até a máquina, o operador realizava a tarefa manualmente, o que levava cerca de 20 a 25 min para ser concluído. Para otimizar essa função e evitar o esforço excessivo dos colaboradores, a equipe de manutenção da indústria desenvolveu um carrinho com sistema de elevação, facilitando o manuseio e a troca da bobina de forma mais rápida e ergonômica.

Antes da implementação do 5S, os operadores não possuíam um senso claro de reposição no estoque interno, frequentemente utilizando a última bobina sem repor as novas, o que gerava desorganização e atraso nas operações. Com a introdução do 5S, os operadores foram treinados e conscientizados sobre a importância de manter o estoque organizado e sempre repostos, garantindo uma operação mais fluida.

Ademais, cada operador realizava a troca da bobina de maneira diferente, sem um procedimento padronizado. Antes da padronização, o tempo de *setup* para essa troca era de aproximadamente 1 h. Após a implementação da padronização, que incluiu a troca de bobina e ajustes em outras funções não mencionadas, o tempo de *setup* foi reduzido para 20 min. Essa melhoria trouxe um ganho significativo, visto que, a cada 1 min de produção, são gerados 50 pacotes de café, resultando em um aumento de 2 mil pacotes de café por dia devido à redução do tempo de *setup*. Para tanto, foi elaborado um procedimento operacional padronizado (Quadro 1).

Quadro 1. Desenvolvimento da tarefa operacional com a padronização da troca da bobina de embalagem

Passo	Tarefa operacional	Referência visual	Duração da tarefa
1	Com o auxílio do carrinho buscar a bobina no estoque, referente ao produto que será envasado.		00:00:05
2	Ir até o estoque de bobinas e retirar a referente à almofada que vai ser usada conforme programação.		00:00:20
3	Levar a bobina até a empacotadeira.		00:00:10
4	Pegar o eixo e inserir na bobina nova.		00:00:20
5	Com o eixo posicionada travar a rosca na bobina nova.		00:00:20
6	Levantar o carrinho com a bobina, até altura do encaixo do mesmo na máquina.		00:00:30
7	Abrir a porta traseira da empacotadeira RAUMAK.		00:00:10

8	Retirar o desbobinado de cima da bobina, enroscar a trava de segurança no local apropriado para o apoio.		00:00:10
9	Retirar o tubo da bobina já usada desrosqueando a trava até ela se soltar do tubo.		00:00:30
10	Posicionar o carrinho com a bobina na frente dos rolamentos e encaixar o eixo da bobina.		00:00:10
11	Abaixar o carrinho com a bobina para que o eixo se encaixe no rolamento da máquina.		00:00:10
12	Pegar a embalagem anterior posicionar em cima da nova, usar a marca da célula como referência para a nova emenda.		00:00:30
13	Com a embalagem já em posição passar uma fita para segurar uma na outra.		00:00:20
14	Retirar um pedaço de fita que passe de um lado para o outro da bobina para emendar uma na outra, após passar a tesoura em cima da fita para uma melhor fixação.		00:00:30
15	Após realizar a emenda cortar a fita que segura uma embalagem na outra.		00:00:20
16	Cortar a sobras de fita laterais.		00:00:20
17	Cortar a sobra da embalagem.		00:00:30

18	Posicionar a bobina novamente dar uma volta na bobina para livrar o sensor.		00:00:20
19	Com a bobina em posição soltar o apoio de segurança e colocar o desbobinador em cima da bobina.		00:00:10
20	Fechar a porta traseira da empacotadeira RAUMAK		00:00:10
21	Apertar o botão azul RESET, até retirar a falha.		00:00:20
22	Ligar a máquina apertando START até passar a emenda.		00:00:10
23	Retirar a EMENDA e descartar.		00:01:00

Fonte: Autores (2023).

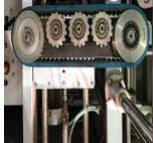
Após a conclusão da padronização da tarefa de reabastecimento da bobina de embalagem, foi desenvolvida uma nova atividade operacional que se refere à regulagem do corte da correia, conforme detalhado na próxima seção.

Regular o corte da correia em 5 min

Durante o processamento, cada unidade produzida é embalada em uma embalagem específica. No entanto, se as correias não estiverem corretamente ajustadas, elas não conseguem puxar as embalagens adequadamente, o que pode causar sobrecarga no processo de produção. Antes da implementação da padronização, a falta de experiência dos operadores fazia com que o processo fosse interrompido com base em suposições, até que o problema fosse identificado, o que causava longos períodos de inatividade. Quando a embalagem ou a correia estavam desajustadas, os operadores realizavam a correção de forma aleatória, levando de 20 a 30 min para resolver a falha. Como a cada 1 min são produzidos 50 pacotes de café, esse atraso resultava na perda de 1.250 pacotes de café.

Com a padronização do processo, agora os operadores sabem que, ao identificar que a embalagem está desalinhada, devem interromper o processo imediatamente para ajustar a correia, evitando assim perdas e retrabalhos. Esse ajuste agora é feito de forma rápida e eficiente, garantindo um processo mais contínuo e produtivo (Quadro 2).

Quadro 2. Desenvolvimento da tarefa operacional com a padronização da regulagem da correia em 5 min

Passo	Tarefa operacional	Referência visual	Duração da tarefa
1	Abrir as correias da empacotadeira conforme o procedimento de segurança.		00:00:40
2	Apertar o botão de emergência.		00:00:05
3	Desligar o registro de alimentação de ar.		00:00:30
4	Abrir a porta da empacotadeira.		00:00:15
5	Iniciar soltando o parafuso da lateral esquerda.		00:00:20
6	Iniciar soltando o parafuso allen lateral direito.		00:00:20
7	Deixar a correia esquerda bem alinhada.		00:00:15
8	Deixar a correia direita bem alinhada.		00:00:15
9	Após alinhamento apertar o parafuso lateral esquerdo.		00:00:20
10	Apertar o parafuso do lateral direito.		00:00:20
11	Fechar a porta da empacotadeira.		00:00:10
12	Abrir o registro de ar.		00:00:20

13	Fechar as correias da empacotadeira conforme procedimento de segurança.		00:00:40
14	Desacionar o botão de emergência.		00:00:10

Fonte: Autores (2023).

Após a padronização da regulagem do corte das correias de transporte, que tem como objetivo garantir que a correia corte e ajuste corretamente os materiais durante o processo de embalagem, foi desenvolvida uma nova tarefa operacional. Esta tarefa teve como foco assegurar a dosagem precisa e o tamanho exato das embalagens, essencial para a precisão do processo, e conhecida como troca do *teflon* da empacotadeira.

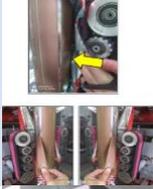
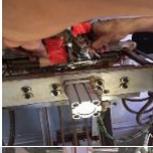
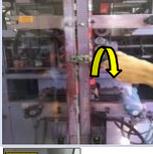
Teflon da empacotadeira

Na máquina empacotadeira, durante a etapa de preenchimento do café moído nas embalagens, quando as correias são de borracha, é necessário utilizar uma fita de *teflon* para garantir a aderência entre a correia e o tubo dosador de café. A troca regular do *teflon* é uma tarefa crítica, pois, com o desgaste da fita, ocorre uma falha no processo: a correia perde a capacidade de puxar a embalagem com precisão, o que pode resultar em pacotes cortados de forma irregular ou até no corte do pacote pelo meio. Essa falha compromete o pacote de café dosado, que pode se romper dentro da máquina, causando uma parada no processo de até 20 min para realizar a limpeza e a troca do *teflon*.

Com a padronização do procedimento, a troca do *teflon* passou a ser realizada no início de cada ciclo de produção, evitando a ocorrência desses problemas. Como resultado, o processo tornou-se mais eficiente, economizando 15 min de produção a cada ciclo, o que se traduz em um aumento de 750 pacotes de café produzidos (Quadro 3).

Quadro 3. Padronização da tarefa operacional na troca de teflon em 5 min

Passo	Tarefa operacional com referência visual	Referência visual	Duração da tarefa
1	Pegar no painel de ferramentas, a tesoura e a fita teflon.		00:00:30
2	Apertar o botão de emergência.		00:00:05
3	Desligar o registro de alimentação de ar girando sentido horário.		00:00:30
4	Abrir a porta da empacotadeira soltando primeiro a trava superior.		00:00:15

5	Soltar a trava da barra quente da vertical.		00:00:20
6	Com o auxílio da tesoura, cortar a embalagem na parte inferior e liberar os dois lados do tubo.		00:00:07
7	Ao constatar o desgaste do teflon, tirar a fita desgastada.		00:01:00
8	Cortar a fita teflon em 4 pedaços no tamanho de 30 centímetros cada.		00:03:00
9	Após retirar a fita teflon desgastada, colocar a fita teflon nova.		00:04:00
10	Abaixe a embalagem até ela ficar alinhada.		00:00:05
11	Fechar a porta da empacotadeira.		00:00:10
12	Abrir o registro de ar.		00:00:30
13	Desapertar o botão de emergência e iniciar o processo novamente.		00:00:05

Fonte: Autores (2023).

Em seguida, foi criada mais uma tarefa operacional com o propósito de garantir a regulação coerente dos fardos, eliminando desperdícios e capacitando os colaboradores para executar esta atividade, conforme descrito na próxima seção de forma igualmente eficiente.

Regular fardo em até 1 min

Na regulação dos fardos, que se refere ao ajuste da máquina para garantir o tamanho adequado de cada fardo de café, não existia um padrão definido a ser seguido. Desta forma, cada operador realizava a tarefa de acordo com seu próprio julgamento, o que resultava em inconsistências no tamanho dos fardos. Em alguns casos, isto levava à produção de fardos maiores do que o necessário, gerando um aumento nos custos devido ao desperdício de

matéria-prima e tempo. Com a padronização do processo, o operador passou a ser treinado para seguir um procedimento específico e detalhado (Quadro 4), garantindo que a tarefa fosse executada de maneira correta e eficiente, eliminando assim o desperdício e os custos extras.

Quadro 4. Regulagem do fardo em até 1 min

Passo	Tarefa operacional	Referência visual	Duração da tarefa (min)
1	Para aumentar o fardo girar a manopla anti-horário para diminuir sentido horário.		00:00:45
2	Ao girar a manopla é necessário observar a movimentação do pistão: se for para cima está aumentando o fardo, se for para baixo está diminuindo o fardo.		00:00:05

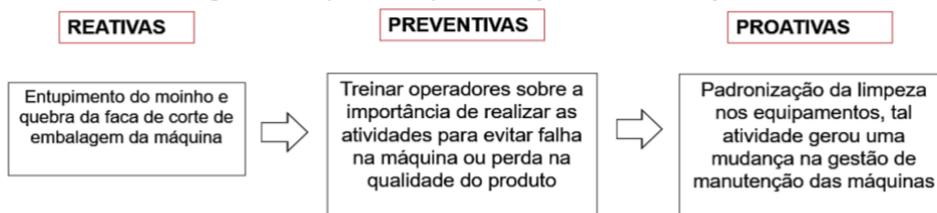
Fonte: Autores (2023).

Após a conclusão da padronização das tarefas operacionais, foram identificadas duas atividades que se enquadram no quesito de manutenção autônoma. Na próxima seção descreve-se a implementação desta importante abordagem e alguns estudos realizados para comprovar sua eficácia.

Implementação do pilar manutenção autônoma

Na incansável busca de melhoria de processo e criar acesso de manutenção para os operadores, a pesquisa realizou duas implementações de manutenção autônoma como forma de melhoria de processo para redução de parada de máquinas (Figura 6).

Figura 6. Etapas da implementação da manutenção autônoma



Fonte: Autores (2023).

Grecco (2021) conduziu um estudo sobre a redução de paradas de máquina utilizando a ferramenta TPM. Por meio de treinamentos e capacitação da equipe, a cultura do TPM foi disseminada, incentivando a realização de limpezas e inspeções para prevenir falhas e melhorar a qualidade do produto.

Outras pesquisas também comprovaram a eficácia do uso conjunto do TPM e 5S. Singh et al. (2013) aplicaram a manutenção autônoma e o 5S em uma oficina mecânica, resultando em uma melhoria significativa do indicador de desempenho OEE, de 63% para 79%. Guariente et al. (2017) focaram na implementação da manutenção autônoma em uma linha de fabricação de tubos de ar-condicionado no setor automotivo, o que resultou em redução de pausas na produção, aumento de 10% na taxa mensal de disponibilidade da máquina e 8% de melhoria em OEE.

Em outro estudo conduzido por Suryaprakash et al. (2019), a aplicação da TPM em uma empresa de usinagem levou ao aumento da taxa de desempenho de uma máquina específica, indo de 54,09% para 60,15%. Essas pesquisas evidenciam que a correta aplicação das metodologias TPM e 5S pode trazer melhorias significativas no desempenho operacional, aumento da disponibilidade das máquinas e, conseqüentemente, na eficiência e qualidade da

produção. Os resultados obtidos por essas pesquisas reforçam a importância de implementar as metodologias de forma estruturada e contínua para alcançar os benefícios esperados.

Com base nestas considerações, a manutenção autônoma foi aplicada na indústria de café, setor de empacotamento por meio do treinamento de colaboradores no intuito de aumentar a taxa de qualidade do OEE. Para tanto, dois Padrões Operacionais de manutenção autônoma foram implementados: limpeza de facas e limpeza do moinho martelo.

Limpeza das facas

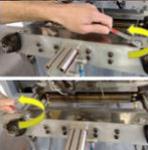
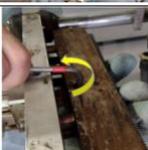
A implementação da tarefa operacional autônoma de limpeza mensal das facas utilizadas no processamento do café demonstrou ser uma medida estratégica e eficaz para reduzir os problemas recorrentes de falhas e interrupções no processo. As facas desempenham um papel crucial no corte e selagem das embalagens dos pacotes de café, e devido ao trabalho em temperaturas entre 140° C e 150° C, acumulam resíduos que, ao longo do tempo, comprometem seu desempenho. Esses resíduos, se não removidos, causam o desgaste das facas, resultando em quebras a cada três meses. Essas quebras geralmente ocorriam por acúmulo de resíduos, o que acarretava paradas de até 1 h, com perdas estimadas de 3 mil pacotes de café por ocorrência. Caso não houvesse estoque de facas sobressalentes, a parada se prolongaria até 1 dia, ocasionando perdas de até 24 mil pacotes de café.

A padronização da tarefa de limpeza das facas, utilizando uma escova de aço mensalmente, garantiu a realização de uma manutenção preventiva, evitando o acúmulo de resíduos e aumentando a vida útil das facas. Mesmo antes da introdução desta prática, as facas já foram projetadas para uma durabilidade superior a 1 ano, mas com a atividade de limpeza regular, esse tempo foi ampliado significativamente, evitando quebras e paradas desnecessárias no processo. A manutenção preventiva, agora sistematizada, garante que as facas continuem a funcionar de maneira eficiente, o que resulta em um processo de produção mais estável e com menos perdas.

Esta abordagem exemplifica como a manutenção autônoma pode ser um fator chave na otimização dos processos industriais, prevenindo falhas e aumentando a disponibilidade das máquinas. Ao responsabilizar os operadores pela execução desta tarefa, a indústria de café reforça a cultura de melhoria contínua, incentivando a participação ativa dos colaboradores na busca por soluções eficazes e inovadoras. A implementação demonstra o compromisso da indústria em assegurar a qualidade e a produtividade, minimizando perdas e tornando-se mais competitiva no mercado (Quadro 5).

Quadro 5. Limpeza da faca em até 30 min

Passo	Tarefa operacional	Referência visual	Duração da tarefa
1	Pegar a luva de raspa para a proteção da mão que apoiará o mordente e retirada da faca.		00:00:30
2	Apertar o botão de emergência.		00:00:20

3	Desligar o registro de alimentação de ar comprimido.		00:00:20
4	Abrir a porta da empacotadeira.		00:00:20
5	Iniciar soltando os parafusos de fixação da chapa de proteção do mordente.		00:03:00
6	Soltar o parafuso de fixação da faca no sentido anti-horário.		00:04:00
7	Retirar a faca de dentro do mordente		00:10:00
8	Fazer a limpeza da faca utilizando a escova de aço.		00:10:00
9	Colocar a faca dentro do mordente.		00:04:00
10	Apertar o parafuso de fixação da faca no sentido horário.		00:04:00
11	Colocar a chapa de proteção do mordente e apertar os parafusos de fixação.		00:03:00
12	Fechar a empacotadeira.		00:00:20
13	Abrir o registro de ar comprimido.		00:00:20
14	Soltar o botão de emergência girando no sentido horário.		00:00:20

15	Guardar a luva de rapas no local identificado.		00:00:30
----	--	--	----------

Fonte: Autores (2023).

Após a primeira implementação da manutenção autônoma, foi observado que o moinho martelo também necessitava de padronização para eliminar falhas no processo produtivo.

Limpeza do moinho martelo

A implementação da tarefa operacional autônoma de girar os volantes do moinho, tanto no sentido horário quanto anti-horário, mensalmente, mostrou-se uma solução eficiente para eliminar os problemas recorrentes de entupimento no moinho martelo na indústria de café. Antes desta prática, a limpeza do moinho era realizada apenas quando os filtros já estavam entupidos, o que resultava em paradas prolongadas do processo e sérias falhas mecânicas, exigindo intervenção externa para reparos. Essa situação gerava perdas significativas, variando de 3 mil a 24 mil pacotes de café a cada dois meses.

Com a simples tarefa delegada ao operador de girar os volantes do moinho regularmente, apenas o ato de girar os volantes é suficiente para evitar o acúmulo de resíduos e, conseqüentemente, o entupimento do moinho. A limpeza passou a ser realizada de forma preventiva, sem a necessidade de desmontar o equipamento ou realizar intervenções mais complexas. A atividade, que ocorre uma vez por mês, assegura que o processo se mantenha eficiente, eliminando a ocorrência de entupimentos e, assim, reduzindo significativamente as paradas inesperadas e as perdas na produção.

Esta abordagem ressalta o impacto da manutenção autônoma na otimização dos processos produtivos, prevenindo problemas recorrentes e aumentando a disponibilidade das máquinas. Além disso, valoriza o conhecimento e a participação ativa do operador, que se torna um agente essencial na prevenção de falhas e na busca por eficiência operacional. A adoção dessa prática demonstra o compromisso da indústria de café em encontrar soluções inovadoras e eficazes para melhorar tanto a qualidade quanto a produtividade, tornando-a mais competitiva e preparada para enfrentar os desafios do mercado.

Para a realização desta tarefa, foi padronizado um procedimento (Quadro 6), detalhando a etapa da atividade. Vale ressaltar que, embora este seja um procedimento eficaz, a descrição deveria estar na introdução, em vez de ser apresentada na metodologia, pois ilustra uma prática de melhoria contínua já aplicada na operação.

Quadro 6. Limpeza do moinho martelo

Passo	Tarefa operacional	Referência visual	Duração da tarefa
1	Girar os volantes do moinho martelo 10 vezes no sentido horário e anti-horário.		00:00:30

Fonte: Autores (2023).

Após a implementação das metodologias TPM e 5S, torna-se essencial avaliar o desempenho do processo produtivo para mensurar o impacto das melhorias realizadas. No próximo tópico é apresentado o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que mede o percentual de eficiência da produção.

Resultados do OEE durante a implementação da TPM

As implementações do 5S iniciou-se no início do ano de 2021 e, respectivamente, foi-se aprimorando e trazendo melhorias para o processo produtivo na indústria de café através da identificação de paradas de máquina iniciou-se as atividades de manutenção autônoma para a implantação do TPM entre março e abril 2022.

A partir de abril de 2022, iniciou-se a contabilização do cálculo usado para medir a eficiência global do equipamento OEE em função da estabilidade da máquina.

Para a obtenção das informações sobre as paradas de máquina, treinou-se operadores para registrar motivos e horas de máquina parada.

Realizou-se o cálculo do OEE no mês de abril de 2022, o qual obteve 76.16% de eficiência da máquina, com paradas que resultou em um total de 48.9 h onde no mesmo mês houve a parada de máquina por quebra da faca que corta os pacotes da embalagem e o entupimento do moinho martelo. Também houve parada para o reabastecimento de bobina de embalagem 5,33 h, limpezas 0,10 h e *setup* 0,67 h, totalizando 17,68 h.

Dentro das 720 h no mês, foi registrado a falta de demanda de 305,43 h paradas no mês, onde o processo atende a demanda solicitada pelo Planejamento de Controle de Produção de 8 h trabalhadas e restrições locais com apontamento de 203,33 h por paradas de finais de semana, feriados e eventualidades (Quadro 7).

Quadro 7. Controle de trabalho

Tempo em horas no mês	720 h
Falta de demanda	305,43 h
Restrições locais	203,33 h
Perda inerente	6,1 h
Tempo disponível da produção	205,14 h
Perda por falha funcional	48,9 h
Tempo que a máquina agregou valor	156,24 h

Fonte: Autores (2023).

Cálculo para a obtenção da eficiência da máquina foi realizado de acordo com a Equação 1:

$$OEE = \frac{156,24}{205,14} \times 100 = 76,16\%$$

No mês de setembro de 2022, observou-se um percentual de 94,45% de eficiência da máquina. Durante o processo resultou em 19,33 h de parada de máquina, dentro das quais houve realização do *setup* que durou 0,67 h e processo parado por esquentar resistência da máquina porque precisou ligá-la 3,33 h. Também por teste de embalagem o processo ficou parado por 6 h, 0,10 h por limpeza da máquina, 0,33 h por troca de *teflon* e 8.90 h por reabastecimento de bobina de embalagem e fita datadora e a parada de máquina por quebra de 6.73 h. Dentro de horas trabalhadas no mês, foi registrado a falta de demanda de 401,45 h paradas, onde o processo atende à demanda solicitada pelo Planejamento de Controle de Produção em 8 h e restrições locais com apontamento de 170,17 h paradas por finais de semana, feriados e eventualidades. Para a obtenção do tempo disponível da máquina é calculado falta de demanda, restrições locais e perdas inerentes (Quadro 8).

Quadro 8. Controle de trabalho

Tempo do Calendário	720 h
Falta de demanda	401,45 h
Restrições locais	170,17 h
Perda inerente	19,33 h
Tempo disponível da produção	129,05 h
Perda por falha funcional	6,73 h
Tempo que a máquina agregou valor	122,32 h

Fonte: Autores (2023).

Cálculo para a obtenção da eficiência da máquina:

$$OEE = \frac{122,32}{129,05} \times 100 = 94,45\%$$

No mês de dezembro de 2022, obteve-se eficiência da máquina de 98,36%. As paradas durante esse mês foram de 0,67 h de *setup*, perda por esquentar a resistência da máquina ao ligar para produção de 1,57 h e troca do teflon 0,08 h. Reabastecimento por troca de bobina de embalagem e troca da fita datadora foi de 5,22 h, totalizando 7,63 h de perda inerente que são necessárias durante o processo. Porém, durante o mês de dezembro obteve-se uma perda de 1,52 h por falha de máquina. Dentro de horas trabalhadas no mês, foi registrado a falta de demanda de 247,10 h paradas, onde o processo atende à demanda solicitada pelo Planejamento de Controle de Produção em 8 h e restrições locais, como paradas por finais de semana, feriados e eventualidades, com apontamento de 396,10 h.

Para a obtenção do tempo disponível da máquina é calculado falta de demanda, restrições locais e perdas inerentes (Quadro 9).

Quadro 9. Controle de trabalho

Tempo do Calendário	744 h
Falta de demanda	247,10 h
Restrições locais	396,10 h
Perda inerente	7,63 h
Tempo disponível da produção	93,17 h
Perda por falha funcional	1,52 h
Tempo que a máquina agregou valor	91,65 h

Fonte: Autores (2023).

Cálculo para a obtenção da eficiência da máquina:

$$OEE = \frac{91,65}{93,17} \times 100 = 98,36\%$$

Nota-se que nos meses de setembro e dezembro não houve processo parado por falha funcional, ou seja, por quebra ou falha de equipamento e, assim, atingindo uma eficiência da máquina acima de 95%. Também, para a eficiência do processo, as padronizações de tarefa operacional trouxeram otimização de tempo para execução das atividades, como por exemplo *setup* e entre outros que entram como perda inerente. Vale ressaltar que o ambiente organizado e limpo auxiliou os operadores a encontrarem suas ferramentas com facilidade. E para concluir o processo de implementação, com as manutenções preventivas que se enquadra no pilar Manutenção Autônoma da TPM, trouxe melhoria contínua no processo produtivo apresentando a estabilidade ainda maior. Com isso, para se ter uma eficiência de máquina é necessário zelá-la e manter suas inspeções em dia.

Observando as porcentagens das produções mensais, o mês de abril obteve OEE de aproximadamente 80% e o mês de setembro e dezembro de 2022 que não apresentou mais a quebra da faca por conta da manutenção autônoma de limpeza das facas obtiveram um OEE acima de 90%. Analisando-se esses valores, de acordo com Nakajima (1988), o valor ideal é 85% para OEE. Para Kunio Hirose (1997), 100% da pontuação OEE reflete a produção perfeita, 85% OEE denota a classe mundial para fabricantes, 60% OEE é típico para fabricantes, mas mostra que ainda há alguma margem para melhorias e 40% da pontuação do OEE não é improvável para novas organizações que estão apenas começando a melhorar os seus desempenhos. É uma pontuação baixa e deve ser prontamente melhorada. Já Hansen (2006) destaca que valores menores de 65% são considerados inaceitáveis, ou seja, o dinheiro da empresa está sendo desperdiçado.

Com base na pesquisa, verifica-se que, com a implementação do TPM e 5S, o processo produtivo pode melhorar para que não haja quebra ou falha de máquina por período prolongado. Contribuiu para o processo de crescimento e melhoria contínua buscado pela organização e estão atendendo a meta estabelecida na matriz de desdobramento de diretrizes estratégicas da organização que visa quantificar e elevar o OEE.

Um estudo realizado pelos autores Cheong et al. (2022) fomenta a aplicação do TPM em edifícios verdes com incentivo dos funcionários a participarem das atividades de operação e manutenção. Ressalta que existe três categorizações da TPM como conhecimento, conscientização e comunicação. Assim, comprovou-se que esses três fatores desempenham um papel crucial para o desempenho dos funcionários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, observou-se que os bons resultados dependem do grau de interação dos colaboradores, e isso é a base do sucesso na implementação do 5S e TPM. Com base no 5S, resultados promissores foram encontrados no tocante ao bem-estar do colaborador, praticidade e facilidade na procura das ferramentas, ambiente limpo e organizado, eliminação de poluição visual e o mais importante, a padronização das tarefas operacionais no desenvolvimento dos operadores a executarem suas atividades de rotina corretamente com segurança e no tempo ajustado para todos, além de trazer ganho na produção do envase dos pacotes de cafés.

Durante a implementação houve algumas barreiras nas quais foram sendo quebradas com treinamentos e conscientização. Dentre elas, destaca-se a falta de interesse e envolvimento da alta gestão, logo, não exige dos trabalhadores a aplicação desta cultura. Outra barreira partindo diretamente do chão de fábrica, alguns operadores acostumados com a antiga cultura, apresentaram resistência a adaptação por se tratar de tecnologia.

Partindo do pilar da manutenção autônoma, foi possível ainda verificar que apesar do tempo para a implementação ser maior e, por mais simples que seja a tarefa operacional, o resultado é promissor e traz muitos benefícios para a empresa, principalmente na eliminação de desperdícios. Entretanto, elaborou-se duas implementações da manutenção autônoma pilar do TPM, sendo elas, limpeza do moinho martelo que se interrompia o processo a cada 2 meses, na qual não houve mais parada e com isso ganhou-se na produção de 3 mil a 24 mil pacotes de café, contabilizado em um único mês de parada, no cenário de 1 ano, considera-se 6 paradas, na qual ganhou-se na produção de 18 mil a 144 mil pacotes. Já na implementação da manutenção autônoma da limpeza das facas, que são responsáveis pela selagem das

embalagens de café, ocorria a quebra a cada 3 meses interrompendo o processo de 1 h a 1 dia de produção. Nesse cenário, após implementação da limpeza, ganhou-se no processo produtivo cerca de 3 mil a 24 mil pacotes de café contabilizados em uma única parada, levando em conta durante o ano, seriam 4 paradas, na qual ganhou-se cerca de 12 mil a 96 mil pacotes de cafés. Portanto, com essas implementações, bons resultados foram obtidos, como redução da quantidade de falhas nos equipamentos, maior estabilidade nos processos, qualidade nos produtos acabados e redução de parada de máquina e eliminação de desperdícios.

As implementações, contando com o auxílio do 5S e manutenção autônoma, foram mensurados pelo OEE, na qual antes da implementação da manutenção autônoma no moinho martelo e na limpeza das facas, obteve-se um índice de 76.16%, em abril de 2022, e, respectivamente, após o treinamento das atividades para com os operadores, o mês de setembro obteve 94.45% e o mês de dezembro 98.36%, provando que a metodologia é eficaz. Importante destacar que, para melhoria do processo, a organização criou um departamento próprio como suporte de capacitação e treinamento, contribuindo para o fortalecimento do processo de implementação das ferramentas da TPM.

Portanto, entende-se que este estudo serviu de base para pesquisas futuras na área de melhoria contínua, busca da maximização da capacidade instalada, eliminação ou redução de perdas, aumento do processo de capacitação profissionalizante dos colaboradores e a otimização de recursos. O estudo apresentado também fica disponível para ser utilizado para fins de aplicação da metodologia TPM sendo então adaptado e replicado a um novo ambiente organizacional.

REFERÊNCIAS

- Adesta, E. Y. T., Prabowo, H. A., & Agusman, D. (2018). Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 290(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>
- Coutinho, F. M. J. & Aquino, J. T. de. (2015). Os 5S Como Diferencial Competitivo Para O Sistema De Gestão Da Qualidade: Estudo de caso de uma empresa de aços longos. *Gestão.Org: Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 13(2), 176-186.
- De Oliveira, A. S., Viana, B. C., Roberto, J. C. A., & Souto, S. P. (2023). Aplicação da metodologia lean manufacturing a gestão da manutenção industrial. *Revista de Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(6), 8997-9018. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i6.2277>
- Grecco, C. P. (2021). *Implementação da manutenção autônoma em uma linha de produção de uma indústria tabagista*. Universidade Federal de Uberlândia.
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128-1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- Habidin, N. F., Hashim, S., Fuzi, N. M., & Salleh, M. I. (2018). Total productive maintenance, kaizen event, and performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(9), 1853-1867. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>
- Hansen, R. C. (2006). Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. *Bookman* Porto, Alegre.
- Heidrich, T. R. S., Nicácio, J. A., & Walter, S. A. (2019). Aplicação do programa 5S no

- supermercado Beira Lago, em entre Rios do Oeste. *Revista Brasileira de Administração Científica*, 10(4), 1-15. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-684x.2019.004.0001>
- Hooi, L. W. & Leong, T. Y. (2017). Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(1), 2-21. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2015-0033>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293-323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Jiang, Y., Chen, M., & Zhou, D. (2015). Joint optimization of preventive maintenance and inventory policies for multi-unit systems subject to deteriorating spare part inventory. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 191-205. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2015.01.002>
- Joaquim, A. L. V. (2017). *Estudo de caso sobre a implementação do pilar de manutenção autônoma da metodologia World Class Manufacturing (WCM) em uma multinacional do setor de bens de consumo*. Universidade de São Paulo.
- Kaur, M., Singh, K., Ahuja, I. S., & Singh, P. (2015). Justification of synergistic implementation of TQM-TPM paradigms using analytical hierarchy process. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2015.066028>
- Kunio S. (1997). TPM Total Productive Maintenance New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. *JIPM-Solutions*.
- Marconi, M. & Lakatos, E. (2003). Fundamentos de metodologia científica. *Editora Atlas S. A.*, 310. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022003000100005>
- Piechnicki, A. S., Sola, A. V. H., & Trojan, F. (2015). Decision-making towards achieving world-class total productive maintenance. *International Journal of Operations and Production Management*, 35(12), 1594-1621. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2013-0479>
- Poduval, P. S., Pramod, V. R., & P, J. R. V. (2013). Barriers In TPM Implementation In Industries. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(4), 28-31.
- Radnor, Z. J., Holweg, M., & Waring, J. (2012). Lean in healthcare: The unfilled promise? *Social Science and Medicine*, 74(3), 364-371. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.02.011>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Ribeiro, P. (2023). *Gestão industrial: implementação da ferramenta TPM em uma indústria de café*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná.
- S. Nakajima. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. *Productivity Press, Cambridge, MA*. https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.sht

ml

Sangani, R. & Kottur, V. K. N. (2019). Enhancement in productivity by integration of 5S methodology and time and motion study. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 541-550. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2490-1_50

Senthil Kumar, K. M., Akila, K., Arun, K. K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2022). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1913-1916. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.402>

Silva Júnior, F. J. C. da, Vidal, T. R., & Yamada, N. (2019). *Os ganhos na indústria com a manutenção autônoma - pilar do tpm*. *CIMATech*, 1(6), 338-349. [https://doi.org/10.37619/issn2447-](https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.234.338-349)

5378.v1i6.234.338-349

Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. *Procedia Engineering*, 51, 592-599. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2013.01.084>

Souza, G. S., et al. (2013). *Metodologia da pesquisa científica: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizado* (Editora An).

Suryaprakash, M., Gomathi Prabha, M., Yuvaraja, M., & Rishi, R., R. V. (2019). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9348-9353. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>