

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

POLYANA RIBEIRO

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

CAMPO MOURÃO

2023

POLYANA RIBEIRO

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

Industrial management: implementing TPM in a coffee industry

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Inovações Tecnológicas do Programa de Mestrado em Inovações Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Dra. Flávia Aparecida Reitz Cardoso.
Coorientador: Dr. Genilson Valotto Patuzzo.

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

28/08/2023, 10:23



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão



POLYANA RIBEIRO

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

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Inovações Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Inovações Tecnológicas.

Data de aprovação: 06 de Julho de 2023

Dra. Flavia Aparecida Reitz Cardoso, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Genilson Valotto Patuzzo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marcelo Guelbert, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marcos Junio Ferreira De Jesus, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 28/08/2023.

https://sistemas2.utfpr.edu.br/dpls/sistema/acad03/mpCadDefQualPg.pcTelaAssinaturaDoc?p_pesscodnr=171163&p_cadedoc_pescodnr=229138...

Dedico este trabalho ao Deus onipresente, o qual sempre me fortaleceu para vencer qualquer desafio.

AGRADECIMENTOS

Tenho em meu coração uma imensa gratidão a Deus, pelo Seu cuidado e amor, pois todos os dias me dá mais do que eu mereça e, sem Ele, esta jornada jamais seria cumprida.

Agradeço à minha orientadora Prof^a. Flávia Aparecida Reitz Cardoso e meu coorientador, Prof. Genilson Valotto Patuzzo, pelo apoio e acompanhamento na elaboração dessa dissertação.

Minha gratidão ao meu esposo, que foi fundamental na realização desta dissertação com o incentivo da aplicação em seu ambiente de trabalho e também na vida pessoal, sempre me apoiando e ajudando para que eu dedicasse meu tempo aos estudos.

Gostaria de deixar registrado também o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer este desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Construí amigos, enfrentei derrotas, venci
obstáculos, bati na porta da vida e
disse-lhe: não tenho medo de vivê-la.
(CURY, 2010)

RESUMO

A constante busca por melhoria de processos e eficiência operacional, é a realidade constante das indústrias. E a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) é importante para a entrega de resultados, ou seja, contribui por esta tão almejada melhoria. Com base nestas considerações, este estudo fomenta a aplicação do programa 5S que teve por objetivo eliminar desperdícios, poluição visual e redução de tempo em tarefas operacionais para a facilitação da implementação da metodologia TPM que, por sua vez, teve foco no pilar da Manutenção Autônoma. A Manutenção Autônoma proporcionou a capacitação de pessoas na melhoria visível de quebras, falhas e defeitos de máquinas e equipamentos para aprimorar sua eficiência operacional. Foi utilizado o indicador OEE para eficiência do processo produtivo por meio do monitoramento da máquina. Conclui-se que este estudo trouxe melhoria no processo produtivo, como capacitação dos operadores, organização e padronização do layout da fábrica, eliminação de esforços excessivos e redução de desperdícios, como exemplo parada de máquina por um longo período. Com este estudo, abre-se várias oportunidades para motivar pesquisadores a considerar a aplicação da metodologia 5S e TPM em suas áreas de pesquisa específicas para melhoria de processo produtivo.

Palavras-chave: 5S; TPM; indústria de café; manutenção autônoma.

ABSTRACT

The constant search for process improvement and operational efficiency is the constant reality of industries. And the TPM (Total Productive Maintenance) methodology is important for delivering results, that is, it contributes to this much-desired improvement. Based on these considerations, this study encourages the application of the 5S program that aimed to eliminate waste, and visual pollution and reduce time in operational tasks to facilitate the implementation of the TPM methodology, which in turn, the focus is on the pillar of Autonomous Maintenance, which aimed to train and perform people in the visible improvement of breakdowns, failures and defects in machines and equipment to improve their operational efficiency. The OEE indicator was used for the efficiency of the production process through machine monitoring. It is concluded that this study brought improvement in the production process, such as operator training, organization and standardization of the factory layout, elimination of excessive efforts, and reduction of waste, as an example machine stoppage for a long period. This study opens up several opportunities to motivate researchers to consider the application of the 5S and TPM methodology in their specific research areas to improve the production process.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares TPM.....	16
Figura 2 - Fluxograma das etapas do processamento do café torrado	29
Figura 3 - Imagem do antes e depois da solução do problema.	34
Figura 4 - Antes e após a demarcação para lugar específico dos containers de reprocesso	35
Figura 5 - Organização no espaço de envase de café.	36
Figura 6 - Organização no espaço de armazenagem.	36
Figura 7 - Melhoria de poluição visual	37
Figura 8 - Etapas da implementação da manutenção autônoma	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desenvolvimento da tarefa operacional com a padronização da troca da bobina de embalagem.....	40
Quadro 2 - Desenvolvimento da tarefa operacional com a padronização da regulagem da correia em 5 minutos.....	44
Quadro 3 - Padronização da tarefa operacional na troca de teflon em 5 minutos.	46
Quadro 4 - Regulagem do fardo em até 1 minuto.....	49
Quadro 5 - Limpeza da faca em até 30 minutos.....	52
Quadro 6 - Limpeza do moinho martelo.....	55
Quadro 7 - Controle de trabalho.	55
Quadro 8 - Controle de trabalho.	55
Quadro 9 - Controle de trabalho	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	15
3.1 Manutenção produtiva total.....	15
3.2 Origem da manutenção industrial	16
3.3 Objetivos da tpm	17
3.4 Implementação da manutenção produtiva total	19
3.5 Fatores que tornam a implementação da TPM bem-sucedida	19
3.6 Identificação e categorização de barreiras na implementação da TPM	20
3.7 Medição da eficácia da TPM	21
3.8 Conceito 5S.....	23
3.9 Manutenção autônoma	24
3.10 Mapeando a agroindústria do café	26
3.10 Os principais problemas de fabricação.....	27
4 METODOLOGIA	28
4.1 Coleta de dados e desenvolvimento da implementação	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Implementação do 5S.....	33
5.2 Padronização para eficiência do processo	38
5.2.1 Reabastecimento da embalagem em 8 minutos	39
5.2.2 Regular o corte da correia em 5 minutos.....	43
5.2.3 Teflon da empacotadeira	46
5.2.4 Regular fardo em até 1 minuto	48
5.3 Implementação do pilar manutenção autônoma	49
5.3.1 Limpeza das facas	51
5.3.2 Limpeza do moinho martelo	54
5.4 Resultados do OEE durante a implementação da tpm	55
6 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

A Manutenção Produtiva Total (aqui utilizada TPM do inglês *Total Productive Maintenance*) foi criada na década de 1970 pelo japonês Seiichi Nakajima com o objetivo de reduzir erros 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 quebras, acidentes ou defeitos. Para implementação entende-se que a empresa necessita de uma mudança comportamental, pois todos os envolvidos necessitaram 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 (ABECOM, 2022).

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 (ABECOM, 2022).

Procurando reduzir paradas por falhas na produção e objetivando os índices de quebra das máquinas zero, nasceu o conceito TPM, uma metodologia japonesa que tem o intuito de aumentar a produtividade e qualidade dos bens produzidos e minimizar as perdas, reduzindo custos (Poduval; Pramod; Jagathy Raj, 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” (Gregório; Silveira, 2018, p.173).

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 (Hooi; Leong, 2017; Habidin *et al.*, 2018).

No contexto, ter processos e equipamentos confiáveis garante níveis mais baixos de estoques (Jiang *et al.*, 2015). Além disso, a entrega de produtos com alta qualidade e tolerâncias rigorosas com níveis mais baixos de retrabalhos depende de equipamentos bem conservados, fornecendo atividades desenvolvidoras de manutenção dos equipamentos 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 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 peças e perdas de ferramentas.

Como a TPM e o 5S dispõem de treinamentos teóricos e práticos para os operadores, os capacitando para que exerçam proativamente atividades, o intuito foi implementar um dos pilares da TPM, a manutenção autônoma em junção com o 5S, objetivando a identificação de deficiências nos equipamentos no setor de empacotamento, por meio dos planos de limpeza e inspeções, organização no ambiente fabril e elaboração de padronização operacional.

As dificuldades encontradas na implementação desta ferramenta estão relacionadas com a percepção de certa resistência na adaptação dos colaboradores relacionados às mudanças, desde a alta gerência, que, por vezes, ao invés de se preocupar em capacitar seus colaboradores em busca de melhorias, têm se

preocupado apenas com a produtividade, bem como, replicando a falta de incentivo aos colaboradores operacionais para a implementação das adequações propostas por meio desta ferramenta.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor a melhoria contínua no processo produtivo por meio da aplicação de um dos pilares da TPM, a manutenção autônoma, em junção com o 5S no setor de empacotamento de uma indústria de café localizada no interior do Paraná.

2.2 Objetivos específicos

- Implementação do programa 5S objetivando a eliminação dos pontos de poluição visual, bem como gerenciar a organização do chão de fábrica demarcando e identificando a localização dos itens.
- Padronização de tarefas operacionais e treinamento de operadores.
- Implementação da manutenção autônoma.
- Avaliação da eficiência da ferramenta TPM com indicador OEE (Eficiência Global de Equipamentos).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os conceitos empregados sobre a ferramenta da Manutenção Produtiva Total, abordando desde a sua origem até a implementação de sua cultura em empresas dos mais variados segmentos. É apresentado também neste capítulo os objetivos da TPM, bem como as barreiras encontradas na efetivação da ferramenta e conceitos da implantação bem-sucedida, abordando também conceitos da manutenção autônoma e do programa 5S.

3.1 Manutenção Produtiva Total

As indústrias constantemente têm de buscar eficiência no processo de operacional. Com o objetivo da redução de tempos de parada de produção e que o índice de quebras de máquinas tendesse a zero, foi desenvolvido o conceito de Manutenção Produtiva Total. Esta tem princípios de trabalho em equipe e melhoria contínua para a redução de falhas, buscando melhorias tanto nas práticas de manutenção quanto em processos produtivos, administrativos e de suporte. (Gregório; Silveira, 2018).

De acordo com Farah *et al.* (2018), a TPM é definida em um significado mais amplo, sendo as atribuições das letras T, P, e M como:

T: Total, refere-se no sentido da eficiência global, do ciclo total de vida útil dos equipamentos e sistemas de produção e da totalidade da abrangência desta filosofia alcançando todos os níveis da organização.

P: Produtiva, é a busca contínua da máxima eficiência da organização como um todo remetendo à perda zero.

M: Manutenção, conserva os objetivos atingidos de preservação dos equipamentos e processos produtivos, mantendo os sistemas de produção em condições ideais.

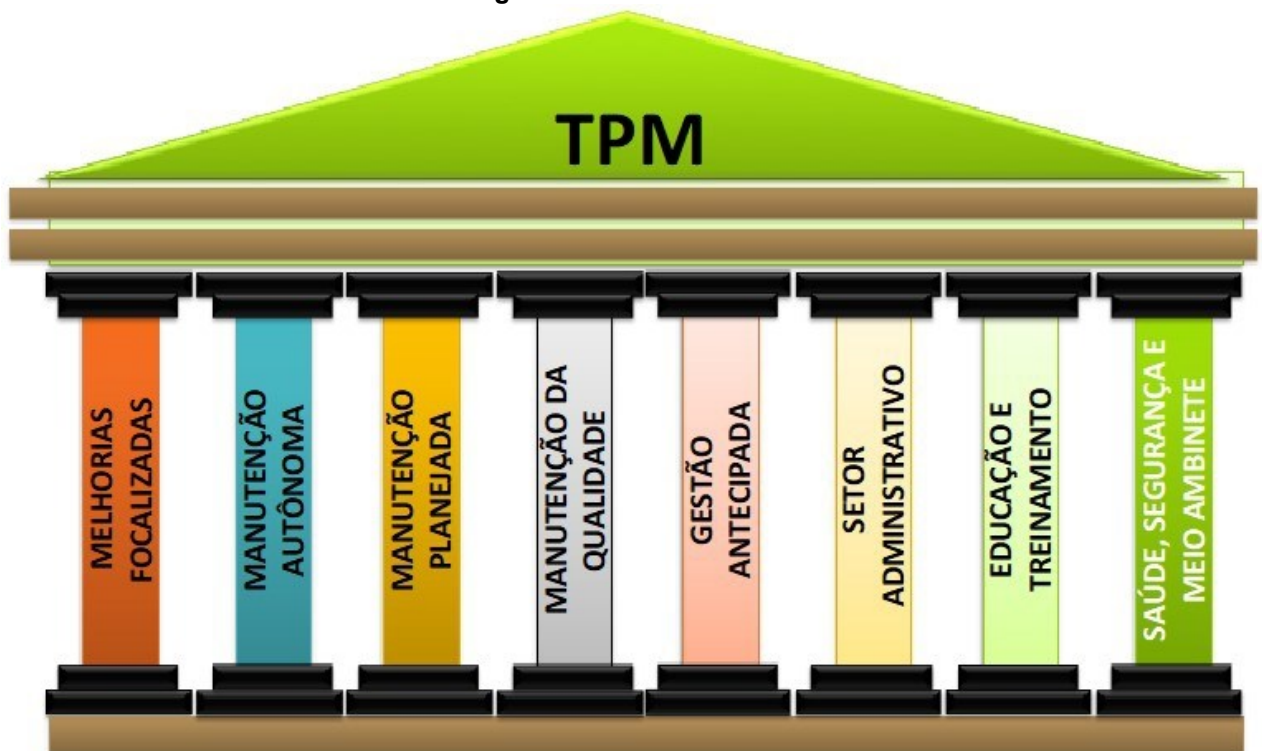
A TPM está estruturada em oito pilares (Jain *et al.*, 2014), ilustrado na Figura 1:

- (i) manutenção autônoma;
- (ii) melhoria focalizada;
- (iii) manutenção planejada;

- (iv) manutenção da qualidade;
- (v) educação e formação;
- (vi) segurança, saúde e ambiente;
- (vii) escritório TPM; e
- (viii) gestão do desenvolvimento.

O número de pilares TPM pode frequentemente variar, embora os pilares (i), (ii), (iii) e (v) são frequentemente referidos como os núcleos.

Figura 1 - Pilares TPM



Fonte: IM&C Internacional (2006).

3.2 Origem da manutenção industrial

Gregório e Silveira (2018) mencionam que a Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão, na década de 1970, chegando ao Brasil por volta de 1986. Segundo Ribeiro (2010), a ferramenta TPM foi evoluída no Japão com objetivo de não interromper processos produtivos. Yamaguchi (2005) detalha que em meados das décadas de 1950 e 1960 havia ferramentas para manutenção preventiva e corretiva, as quais cita: manutenção produtiva em 1951 (PM); supervisão das condições físicas do equipamento, ou seja, manutenção por melhoria para

prevenção de falhas e defeitos nos equipamentos em 1957 (CM); e prevenção contra a manutenção que elabora projetos para evitar a manutenção com a intenção de envolver a participação de todos em 1960 (MP).

Manutenção é uma palavra derivada do latim e tem o significado de manter o que se tem. Já a manutenção industrial teve origem por volta do século XVI e com a Segunda Guerra Mundial (a partir de 1939), tornou-se ainda mais necessária, tornando técnicas, organização e controle de manutenção mais desenvolvidos. (Gregório; Silveira, 2018).

Segundo Gregório e Silveira (2018), a evolução da manutenção que pode ser dividida em cinco gerações:

- Primeira geração: período antes da Segunda Guerra Mundial. Os equipamentos eram simples, não havia prioridade nas produções. Realizavam-se apenas limpeza e lubrificação e reparos após quebra com manutenção corretiva não programada.
- Segunda geração: nesta geração surgiu a manutenção preventiva. Entre os anos 1950 e 1970, houve aumento da mecanização e necessidade de maior disponibilidade, confiabilidade e produtividade.
- Terceira geração: iniciou a partir da década de 1970, quando o sistema *just in time* fazia com que pequenas pausas para manutenção paralisassem a fábrica. A necessidade de monitoramento de condições deu origem à manutenção preditiva, facilitada pelo uso de tecnologias.
- Quarta geração: caracterizada por minimização de manutenções corretivas e preventivas, análise de falhas, preocupação com segurança e meio ambiente, gerenciamento de ativos.
- Quinta geração: ocorreu a partir de 2005, com foco na gestão de ativos que devem produzir em sua capacidade máxima para obter o melhor retorno. A manutenção preditiva ganhou ainda mais atenção com o monitoramento das condições de forma *on* e *off-line*.

3.3 Objetivos da TPM

A Manutenção Produtiva Total busca abordar o tempo de inatividade do equipamento. Tipicamente, ela requer que todos os indivíduos da organização,

desde a alta administração até o pessoal do chão de fábrica, sejam dedicados ao programa TPM (Bataineh *et al.*, 2019). E algumas frentes de trabalho, como a minimização de paradas de máquinas, a maximização da utilização dos equipamentos, a diminuição de despesas operacionais e o uso de novas tecnologias tornam-se essenciais para o sucesso da TPM. Portanto, os operadores passam a executar tarefas mais simples de manutenção, como limpeza, lubrificação, regulagem, trocas de lâmpadas e filtros, entre outros. Além disso, há um relacionamento efetivo do operador com o equipamento, criando um sentimento de “propriedade” (Gregorio; Silveira, 2018).

Para Seleme (2015), existem algumas habilidades que são desejadas em operadores, como: identificar fontes de pequenos defeitos; entender as funções e os mecanismos dos equipamentos; entender a relação entre o equipamento e as características da qualidade do produto, tomar atitudes de emergência e consertar o equipamento e promover a melhoria contínua, prolongando a vida útil do equipamento.

As habilidades, segundo a filosofia TPM, podem ser classificadas em cinco fases, de acordo com o grau de conhecimento e a prática do colaborador, conforme Cyrino (2018):

1. Não sabe: falta de conhecimento ou compreensão adequada.
2. Conhece a teoria: falta de treinamento, conhece os princípios e regras, mas não consegue praticá-los.
3. Conhece até certo ponto: falta de treinamento, age na prática, mas o desempenho não atende às necessidades.
4. Consegue com segurança: tem conhecimento e aprendeu praticando.
5. Consegue ensinar: tem total domínio e é capaz de explicar os porquês e ensinar.

Para os autores Pascal *et al.* (2019), a TPM é uma ferramenta de melhoria contínua, proporciona o aumento da confiança no equipamento e eficiência da gestão, trazendo satisfação e motivação das pessoas envolvidas em todos os níveis de trabalho, integrando atividades de produção, manutenção e engenharia. Não deve ser considerado apenas como uma política de manutenção específica, mas sim como uma cultura, uma filosofia e uma mudança de atitude relativamente à manutenção.

3.4 Implementação da manutenção produtiva total

A TPM se inicia com a implementação do 5S. Segundo Cirjaliu e Draghici (2016), o conceito dos 5S enfatiza a simplificação do trabalho ambiente, gestão de locais de trabalho produtivos, e redução de resíduos enquanto promove a saúde e a segurança. Os 5S referem-se a cinco palavras japonesas: Seiri (Organize), Seiton (Fix), Seiso (Clean), Seiketsu (Normalizar), Shitsuke (Disciplina).

A implementação do processo requer tempo e perícia, uma vez que a sua duração varia em função das dimensões de cada unidade industrial. A realização destas implementações requer investimento e esforço, mas produzem resultados promissores ao longo do tempo, tais como o aumento da satisfação dos empregados da unidade industrial a todos os níveis e atingir objetivos de produtividade mais elevados (Guariente *et al.*, 2017)

A correta implementação da TPM está orientada para organizações e baseia-se, entre outros fundamentos, na implementação de manutenção autônoma, que pode ser realizada pelos próprios operadores de produção (Díaz-Reza, 2017). Ao implementar a TPM é possível identificar seis fontes de perdas que diminuem a eficiência ao interferir com a produção (Ahmad *et al.*, 2018). Estas perdas são defeitos no processo, velocidade de operação reduzida, perdas de tempo, ajuste e configuração de máquinas ou paragens, pequenas perdas por paragem e falhas de equipamento. Assim, a TPM pode trazer vários benefícios para uma unidade industrial, tais como um maior controle sobre ferramentas e equipamento, uma redução do tempo de falha do equipamento, melhorando o tempo de resposta e reforçando a coordenação entre a produção e a manutenção (Amorim *et al.*, 2019)

3.5 Fatores que tornam a implementação da TPM bem-sucedida

A manutenção preditiva e a TPM como um todo estão a tornar-se cada vez mais importantes no setor fabril (Lee *et al.*, 2015). Na aplicação da TPM é crucial assegurar que os empregados estejam cientes da importância relevante e a forma como apoiam a operação e manutenção das atividades (Sivaram *et al.*, 2014).

Para a implementação eficaz da metodologia TPM, segundo Parikh e Mahamuni (2015), é necessário que os funcionários estejam bem treinados e

comprometidos com a empresa, essencial para o desenvolvimento do plano mestre. Do mesmo modo, o sucesso da implementação da TPM depende em grande medida da participação dos trabalhadores (Altomonte *et al.*, 2019; Poduval *et al.*, 2015).

3.6 Identificação e categorização de barreiras na implementação da TPM

Devido à complexidade da TPM, muitas organizações em todo o mundo enfrentam dificuldades na sua implementação com sucesso (Wickramasinghe; Perera, 2016).

Por conseguinte, existe uma interessante lacuna de investigação: compreender melhor as dificuldades associadas ao planeamento e implementação do programa TPM por meio da modelação de equações estruturais, embora os resultados sejam principalmente de natureza exploratória.

Em um estudo realizado na Índia as barreiras têm sido divididas em comportamentais, organizacional, cultural, tecnológico, departamental, barreiras operacionais, e financeiras (Sharma, 2016).

Para Sharma (2016) existem algumas barreiras que impedem o sucesso da implementação da TPM, sendo elas:

- Barreiras organizacionais: que engloba a falta de compromisso da alta gestão, ou seja, falta de organização e incentivo ao empregado a executar a metodologia TPM e também a falta de recompensas e promoções ao funcionário.
- Barreiras culturais: que resumidamente é a resistência do empregado a atribuir a nova cultura TPM em relação a adaptação as abordagens e práticas.
- Barreiras comportamentais: relacionadas aos empregados e as motivações no ambiente de trabalho ao aderir aprendizagem na produção e manutenção, ou seja, a preferência dos funcionários pelas práticas tradicionais.
- Barreiras tecnológicas: relacionadas à falta de um sistema adequado englobando os serviços de manutenção não eficientes e a falta da consciência da incompetência das perdas que ocorrem no sistema de

plataformas de produção e retrabalho que afetam desenvolvimento do fabrico.

- Barreiras operacionais, relacionadas à falta de capacitação dos trabalhadores na tomada de decisões e, conseqüentemente, atingindo equipamentos da organização e maquinarias, pois ao invés de se preocupar com as melhorias contínuas no processo e a implementação de trabalho seguro, concentram-se apenas nos objetivos de produção de rotina.
- Barreiras financeiras: a falta de um sistema adequado para avaliar a execução da TPM na fase inicial promove, conseqüentemente, a falha no sistema adequado de recompensa, incentivo e crédito para a motivar os seus empregados.
- Barreiras departamentais: que implicam na falta de coordenação entre os vários departamentos na empresa, indisponibilidade dos trabalhadores de manutenção para adotar um programa de manutenção autónoma como rotina função.

3.7 Medição da eficácia da TPM

Reconhece-se que a produtividade pode ser melhorada por meio do aumento da eficácia do equipamento. A TPM, quando implementada, mensura a eficácia por meio de indicadores, que são capazes de acompanhar o processo de produção enfatizando a melhoria contínua. Muitas empresas de manufatura, as máquinas não oferecem todo o seu potencial. Existe uma diferença entre a produtividade real alcançada e a máxima produtividade teórica (Nuber; Steckel, 2021).

A produtividade real é mensurada efetivamente através dos impactos descontados durante a produção como, restrições locais, falta de demanda, perda inerente e perda por falha funcional. Já a produtividade teórica é determinada pelo tempo disponível de produção sem os impactos. Como o mercado é competitivo, a produtividade real deve ser levada ao máximo possível, por isso é importante ter medidas que reflitam a produtividade (Nuber; Steckel, 2021).

O OEE (Overall Equipment Effectiveness - Eficiência Global de Equipamentos) é um indicador de desempenho dos equipamentos do processo

produtivo que considera todos os impactos causados na operação derivados da indisponibilidade de seus recursos físicos (Corrêa; Corrêa, 2017). Este combina informação sobre a utilização do equipamento, rendimento do processo e qualidade do produto (Engelmann *et al.*, 2020)

De acordo com Gregório e Silveira (2018), a TPM busca a eficácia da empresa por meio da maior qualificação dos profissionais e da introdução de melhorias nos equipamentos. Neste sentido, o OEE pode auxiliar no controle e na avaliação do alcance deste objetivo. Funde a informação sobre a utilização do equipamento, rendimento do processo e qualidade do produto, também traz o conceito de produção enxuta que foi introduzida pela Total Manutenção Produtiva (TPM). É uma ferramenta utilizável para monitorizar a produtividade da produção, mas pode também ser utilizada como um indicador para atividades de melhoria de processos num contexto de produção (Andersson; Bellgran, 2015; Engelmann *et al.*, 2020).

O OEE estima a eficiência do equipamento por meio da análise de 6 perdas (Nakajima, 1989 apud Piran *et al.*, 2015): perdas por quebras; perdas por ociosidade; perdas por pequenas paradas; perdas por redução de velocidade; perdas por problemas de qualidade; e perdas por redução de rendimento.

Conforme Gregório e Silveira (2018) mencionam, o desempenho do equipamento depende do alcance de altos níveis de performance nos três índices supracitados, ou seja, depende da melhoria na taxa de atravessamento do equipamento, da qualidade do produto e do aumento do tempo disponível para operar. Os três índices do OEE (disponibilidade, performance e qualidade) baseiam-se no tempo de ciclo, que está relacionado à velocidade ou à taxa de atravessamento do equipamento; qualidade do produto ou serviço ofertado pela organização; e tempo em que o equipamento se encontra disponível para operar (Slack; Chambers; Johnston, 2002).

Gregório e Silveira (2018) relatam ainda que o indicador OEE considera a existência das seguintes perdas relacionadas ao ativo: quebra de equipamento, *setups*, ajustes, paradas programadas, redução de velocidade, refugo e retrabalho.

A disponibilidade está relacionada ao percentual de tempo que o equipamento esteve disponível para utilização; a performance à rapidez associada à produção do item; e a qualidade está relacionada ao percentual de produtos bons produzidos em determinado período (Gregório; Silveira, 2018).

3.8 Conceito 5S

Conforme mencionado na sessão 3.4, o método 5S é composto por cinco atividades específicas de organização do trabalho: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke (em japonês) significando, respectivamente, Utilização, Organização, Limpeza, Padronizar e Disciplina (Viana *et al.*, 2018).

O 5S desenvolveu-se em 1950, por Takashi Osada, para auxiliar na qualidade e produtividade nas empresas japonesas após a Segunda Guerra Mundial. No Brasil, foi implementada em várias empresas como uma ferramenta administrativa, capacitando e educando gestores e colaboradores na prática de hábitos administrativos (Heidrich; Inácio; Walter; 2019).

SEIRI (senso de utilização): cada colaborador deve diferenciar o essencial do não essencial, pois apenas o que tem uso deve permanecer no local. É uma classificação dos itens que estão no ambiente, separando e definindo o que permanece e o que vai embora, usando recursos conforme a necessidade e adequação e evitando excessos, má utilização e desperdício (Heidrich; Inácio; Walter, 2019).

SEITON (senso de arrumação): é preciso definir locais para armazenamento dos itens, partindo do princípio do nível de uso, onde os itens mais usados estejam em fácil acesso, identificados e sinalizados, ou caso os materiais terminem, para que sejam repostos (Heidrich; Inácio; Walter, 2019).

SEISOU (senso de limpeza): é preciso limpar a área e descobrir quais as rotinas ou trabalhos que geram sujeiras, modificando-as quando preciso for (Heidrich; Inácio; Walter, 2019).

SEIKETSU (senso de padronização/asseio): busca padronizar e manter os três primeiros passos todos os dias, tornando saudável o âmbito de trabalho, tanto para os colaboradores, quanto para os clientes. É necessário avaliar e administrar os resultados obtidos e verificar o que podem ser aperfeiçoados (Heidrich; Inácio; Walter, 2019).

SHITSUKE (senso de autodisciplina): relacionada a padronização da melhoria obtida, tendo em vista obedecer a rotina em contínuo desenvolvimento na educação do ser humano. Esse sentido desenvolve o hábito de observar e seguir regras, normas, procedimentos, informais ou escritos (Heidrich; Inácio; Walter, 2019). A padronização tem por função saber como executar uma tarefa durante o

processo por meio de um procedimento por escrito mostrando claramente como seguir o passo a passo. Para Guelbert (2012), os procedimentos são necessários sempre que uma atividade é crítica para a qualidade, seja ela qual for. Uma vez identificada a atividade, esta é padronizada na forma de procedimento escrito ou de um fluxograma de processo, e seu andamento é periodicamente auditado, para se ter certeza de que a atividade crítica será sempre efetuada na forma como foi planejada.

O conceito 5S enfatiza a simplificação do ambiente de trabalho, o gerenciamento de locais de trabalho produtivos e a redução do desperdício, ao mesmo tempo em que promove a saúde e a segurança (Cirjaliu; Draghici, 2016). Também busca criar uma melhor cultura de gestão e pessoal que possa manter boas práticas. Portanto, o 5S não se trata apenas de limpeza, é um método que provou sua importância no mapeamento de armazéns (Oey; Nofrimurti, 2018) e controle de custos de estoques (Randhawa; Ahuja, 2017a), nas configurações da sala operacional (Nazarali *et al.*, 2017) e no aumento da qualidade e eficiência do processo (Sharma; Lata, 2018), além de ser é uma ferramenta importante para a motivação dos trabalhadores (Radnor *et al.*, 2012).

3.9 Manutenção autônoma

Anterior ao período da Revolução Industrial as produções eram manuais. Os equipamentos usados não eram compostos por muitas peças e componentes mecânicos e a manutenção consistia em lubrificação, reparo e limpeza. Era realizada pelos próprios operadores em um processo parecido com a manutenção autônoma. Haja visto, como consequência do processo de revolução e globalização, nasceu uma automatização da produção e a procura constante por lucro, o que até então não ocorria naquela época de forma tão exuberante. Esta mecanização trouxe uma era industrial onde a utilização de equipamentos e maquinários na produção, colocou em sobreposição a manufatura e a maquinofatura. A globalização trouxe consigo grandes demandas de produção em acentuados volumes, gerou empregos, aumentou a padronização, gerou uma homogeneização cultural, e comércio entre países. Porém também se aumentou exorbitantemente o número de maquinário nas indústrias e, conseqüentemente, a necessidade de manutenção nos mesmos,

aumentando paralelamente e juntamente a produção e as falhas, gerando perdas em todos os setores corporativos (Silveira, 2018).

Face a estas considerações, Ribeiro (2016) destaca que o pilar manutenção da TPM consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase incipiente, e até realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens.

A manutenção autônoma incentiva o operador a tratar manutenções preventivas realizáveis no ambiente fabril, trazida do conceito de 5S, sobretudo do elemento SEISU (limpe e inspecione a área de trabalho). Isso promove no operador um senso de “posse” da máquina e aumenta o cuidado com ela (ABECOM, 2023). E de acordo com Pinto *et al.* (2020), uma implementação somente se torna eficiente quando há a realização de inspeções básicas dos equipamentos; normalização das atividades de manutenção, como limpeza e inspeções; realização das atividades de manutenção do equipamento de forma independente e continuamente, garantindo assim a qualidade do processo.

Além disso, aumenta o conhecimento dos funcionários. Com maior conhecimento sobre o funcionamento dos equipamentos sendo possível garantir que estejam sempre limpos e bem lubrificados (ABECOM, 2023).

De acordo com Joaquim (2017) e Abecom (2023), a implementação da manutenção autônoma conta com três etapas: reativas, preventivas e proativas, apresentando os mesmos conceitos respectivamente, como: identificação dos problemas, eliminação de defeitos e prevenção de falhas. Na identificação de problema, é estar atento a qualquer sinal de falha ou anomalia nos equipamentos; na eliminação de defeitos envolve a correção de falhas ou anomalias nos equipamentos e na prevenção de falhas adotar medidas que visem evitar falhas ou anomalias nos equipamentos em ações de manutenção proativa (ABECOM, 2023).

Entretanto, ao adotar a manutenção autônoma, é preciso seguir alguns passos bem definidos e ordenados, como por exemplo (ABECOM, 2023):

- Identificação de problemas: os operadores devem ser incentivados a identificar problemas nos equipamentos durante suas atividades diárias, como ruídos estranhos ou desgastes anormais.
- Limpeza e inspeção: o equipamento deve ser limpo e inspecionado regularmente para evitar acúmulo de sujeira e identificar possíveis falhas.

- Padronização da manutenção: é importante estabelecer padrões de limpeza e inspeção para garantir a eficiência da manutenção.
- Inspeção geral: realizar uma inspeção mais detalhada no equipamento, verificando peças e componentes específicos.
- Inspeção autônoma: realização de inspeções rotineiras pelos próprios operadores para identificar e corrigir problemas menores antes que se tornem grandes problemas.
- Sistematização da manutenção autônoma: todos os procedimentos devem ser documentados e compartilhados com a equipe para garantir a sua padronização.
- Gestão autônoma: os operadores devem ser responsáveis pela gestão e organização das atividades de manutenção autônoma, definindo prioridades e prazos para execução das tarefas.

A manutenção autônoma remete algumas vantagens, como: redução de custos; aumento da vida útil dos equipamentos; melhoria da eficiência; maior segurança no ambiente de trabalho e melhoria da cultura de manutenção (ABECOM, 2023).

3.10 Mapeando a agroindústria do café

O café é uma das bebidas mais populares do mundo, sendo responsável por mais de 55 milhões de sacas de 60 kg consumidas anualmente. Utiliza muitos recursos, considerados altamente relevantes para uma produção mais sustentável e economia circular (Avraamidou *et al.*, 2020).

O Brasil é considerado uma potência mundial na indústria agroalimentar, com muitos desafios de sustentabilidade em diversas cadeias produtivas (Pohlmann *et al.*, 2020), como o café (Nab; Maslin, 2020). O país é o maior exportador mundial de café e ocupa a segunda posição entre os países que o consomem. O Brasil também responde por um terço da produção mundial de café, tornando-se o maior produtor mundial, como tem sido há mais de 150 anos (Associação Brasileira da Indústria do Café, 2021).

Além disso, o café brasileiro é uma das produções mundiais mais exigentes em termos sociais e ambientais, com crescente preocupação com a produção

sustentável de café e legislação trabalhista e ambiental rigorosa, considerada a mais rigorosa entre os países produtores de café (Associação Brasileira da Indústria do Café, 2021).

3.10 Os principais problemas de fabricação

O mercado está sempre em busca de melhoria, tornando-o cada vez mais competitivo. A indústria de café por sua vez, busca corrigir falhas, eliminando perdas no processo como redução do tempo em tarefas operacionais.

A perda no processo por inúmeros fatores influencia na diminuição da produção, a qual não se atende a demanda por quebra de máquina, desordem no ambiente de produção caracterizado por falta de organização e limpeza, falta de bobina de embalagem para repor durante o processo e a não existência de padrões operacionais para que o operador já se familiarize e consiga realizar manutenções.

4 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.

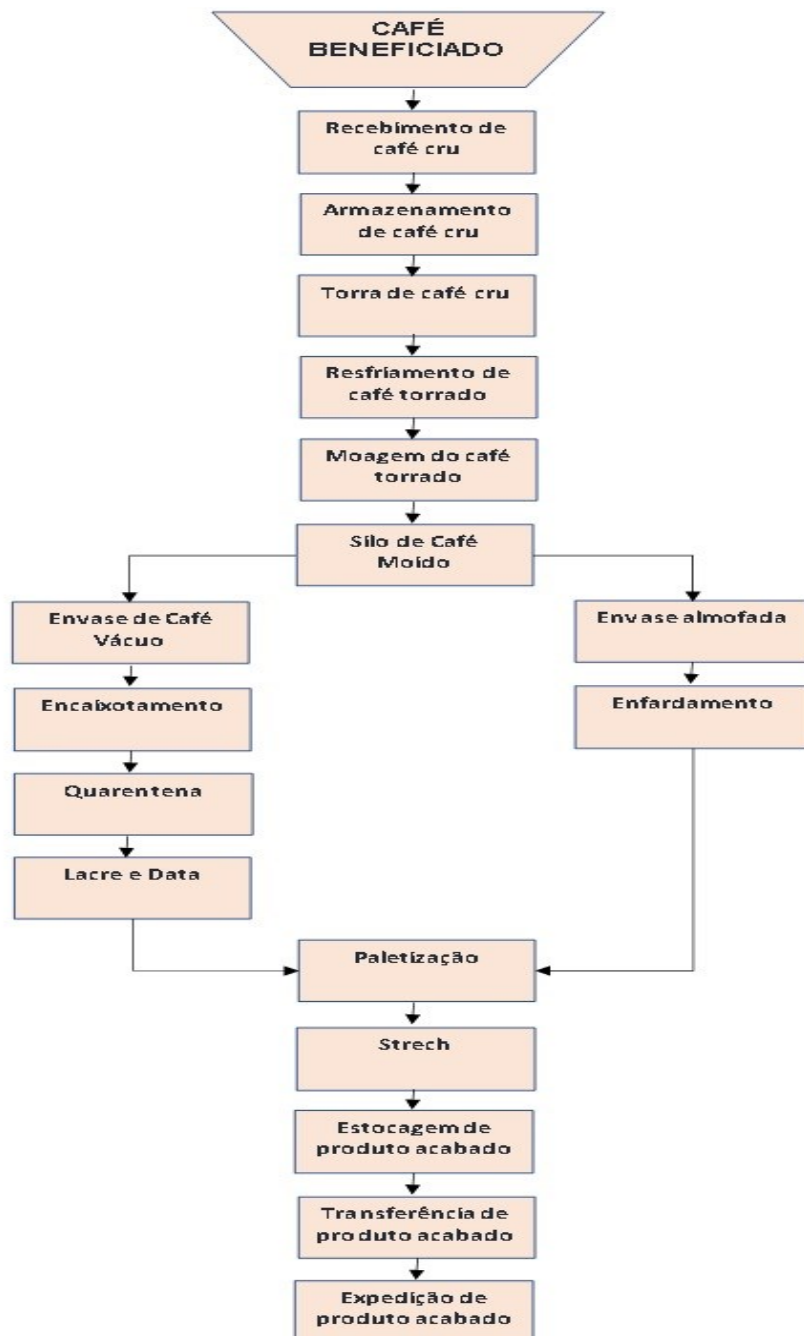
De forma explicativa, esta pesquisa registrou fatos, analisou-os e os interpretou para que pudesse ser identificada suas causas. Esta prática visa ampliar generalizações, estruturar e definir modelos teóricos, relacionar hipóteses de uma visão âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses (Lakatos; Marconi, 2017) 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).

4.1 Coleta de dados e desenvolvimento da implementação

O mercado altamente competitivo impulsiona a indústria de café a buscar constantemente melhorias para se destacar. Nesse 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 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.

Na Figura 2 tem-se o fluxograma de como funciona o processamento de café na indústria em pesquisa.

Figura 2 - Fluxograma das etapas do processamento do café torrado



Fonte: Autoria própria (2023).

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. Estes 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 deste 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. Além disso, 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 detalhados, e os operadores passaram por treinamentos para garantir a execução correta das tarefas.

Estas medidas contribuíram para melhorar significativamente o ambiente de trabalho, aumentando a eficiência das operações, reduzindo desperdícios e

garantindo a qualidade dos produtos. Além disso, 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.

Além disso, 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 estes dados consegue-se mensurar a eficiência da máquina e identificar melhorias a serem realizadas.

Para calcular o OEE, utiliza-se a Equação (1):

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

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das operações realizadas pela empresa, distingue-se que o bom produto se inicia no campo, desde o manejo que determinara a qualidade do café, muita técnica e capricho no cultivo, tratos culturais na colheita e no terreiro para finalizar o grão para a entrega.

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, estes cafés vão para armazéns para compor *blends* e, adiante, entra para o processo produtivo da torrefação e envase, com pacotes à 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. Através de 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 Junior *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.

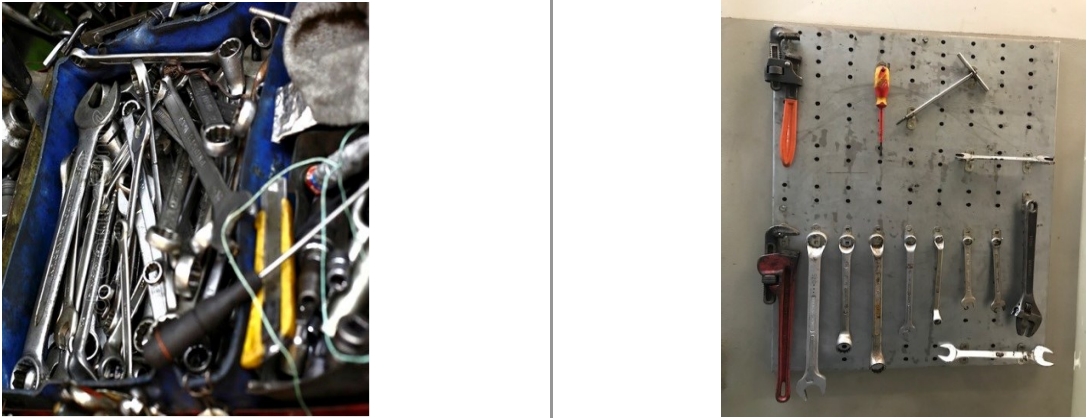
Após efetivação da ferramenta 5S, levantou-se índices de apontamento de parada de máquina para identificar a causa raiz e elaborar um plano de ação para tratar as falhas encontradas durante o processo definindo, portanto, a implantação do pilar de manutenção autônoma. Para verificação da eficácia, foi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

5.1 Implementação do 5S

A indústria implementou padrões de organização do local de trabalho, como manter o quadro de chaves de regulagem do moinho sempre organizada, cada chave em seu gancho (Figura 3). 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 (2016), 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. Além disso, 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 3 - Imagem do antes e depois da solução do problema



Fonte: Autoria própria (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 4 retrata claramente os resultados positivos alcançados com essa iniciativa.

Estas 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 4 - Antes e após a demarcação para lugar específico dos containers de reprocesso



Fonte: Autoria própria (2023).

Outras implementações a partir do 5S também foram realizadas, como a organização das planilhas após o uso, pendurando-as em seus respectivos lugares de identificação. Esta 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.

Além disso, 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 considerado para promover a eficiência, a segurança e a excelência operacional. A colaboração e o engajamento de toda a equipe são essenciais para alcançar o sucesso nesse processo de aprimoramento constante. Kumar *et al.* (2022) relatam que o ambiente da fábrica deve estar limpo e arrumado, o que motivará o funcionário a aumentar a produtividade da indústria. Este processo de limpeza deve ser regularizado e verificado periodicamente quanto à sua eficácia. E a água da caixa de teste de vácuo tem que ser trocada diariamente evitando o acúmulo de sujidades, como se observa na Figura 5.

Figura 5 - Organização no espaço de envase de café



Fonte: Autoria própria (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, 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 6).

Figura 6 - Organização no espaço de armazenagem



Fonte: Autoria própria (2023).

Identificou-se outra situação de poluição visual no ambiente de trabalho, relacionada à balança e seus acessórios. A parte eletrônica 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 7.

Esta 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 7 - Melhoria de poluição visual



Fonte: Autoria própria (2023).

Segundo Heidrich, Inácio e Walter (2019), o uso do 5S oferece vários resultados positivos, tanto para a organização da empresa, quanto para os colaboradores. Dentre as vantagens estão: eliminação do desperdício, otimização do espaço, melhoria nas relações humanas, prevenção de quebras, autodisciplina, incremento da eficiência, aumento produtivo, facilidade na tomada de decisões, melhoria da qualidade, padronização, aumento da segurança, racionalização do tempo.

Um estudo realizado sobre a implementação do 5S em uma indústria pelos autores Kumar *et al.* (2022) relata que com a taxa de produtividade e consumo de tempo reduzido, a capacidade de segurança e de armazenamento é aumentada, e devido à implementação de 5S, os trabalhadores em a indústria encontram nela um local de trabalho melhor e mais seguro. A normalização da área de trabalho torna muito fácil o trabalho e reduz tempo para procurar as ferramentas.

Ribeiro *et al.* (2019) relatam em sua pesquisa a implementação do 5S. O estudo trouxe benefícios na organização, sendo perceptíveis no armário das peças de vestuário uma vez que este é constituído por inúmeras peças que resultam num

elevado tempo de procura, contudo, com a aplicação dos 5S e a gestão visual, os colaboradores passaram a demorar menos tempo para encontrar uma determinada peça. Anteriormente, os colaboradores não tinham como saber onde estava a peça que procuravam, pois mesmo com a experiência de alguns, muitas vezes as peças eram deslocadas e colocadas onde havia uma caixa vazia. A identificação das peças e a colocação das cores por operação fez com que os operadores saibam mais facilmente onde está a peça que procuram, economizando tempo em algo que não agrega valor.

Em um estudo de caso realizado na indústria de fabricação de equipamentos científicos, Gupta e Jain (2015) descobriram que a implementação da ferramenta 5S resultou em benefícios gerais no local de trabalho, como redução do tempo de busca e aumento da segurança.

Sangani e Kotur (2019) realizaram um estudo de tempo e movimento para várias tarefas da linha de montagem para determinar o tempo e as operações de valor agregado e sem valor agregado. O processo de implementação do 5S começou com a identificação dos itens de lixo no processo.

5.2 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 nesta 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.

Esta 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.

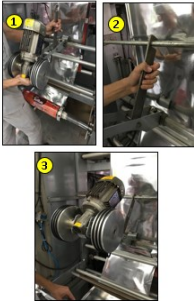




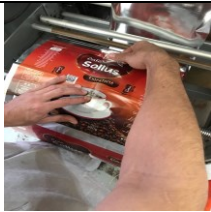

5.2.1 Reabastecimento da embalagem em 8 minutos




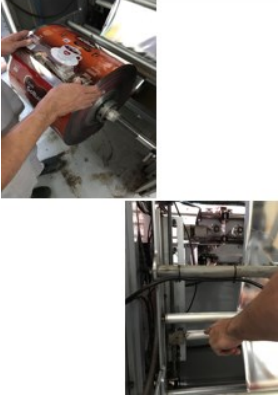


Na troca de bobina de embalagem, por ser pesada e o deslocamento até a máquina é de 20 metros do estoque interno, o operador executava esta função carregando a bobina nas mãos e levava cerca de 20 a 25 minutos para realizar a troca. Por conta deste cenário, a manutenção da indústria elaborou um carrinho com elevação para facilitar o desempenho desta função sem requerer esforço dos colaboradores e com rapidez para a execução da atividade. Vale ressaltar que, na implementação do 5S, no ponto de vista de melhoria, no estoque interno os operadores não tinham o senso de reposição, usavam a última embalagem e não faziam a reposição dos estoques. Com a implementação os operadores foram treinados e conscientizados a manter o estoque interno em dia. Também, cada operador executava a função de um jeito diferente, sem um padrão determinado.

É válido ressaltar que, antes da padronização, o *setup* levava em torno de 1 hora para realização e com a padronização da troca de bobina de embalagem e ajuste de outras funções não mencionadas, o *setup* passou a ser executado em 20 minutos. É importante trazer o conhecimento de que a cada 1 minuto são produzidos 50 pacotes de café, ou seja, ganhou-se 2.000 pacotes de café ao realizar o *setup* após a padronização. Para isto foi determinado um padrão operacional a partir dos seguintes passo a passo no 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 a mesma 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: Autoria própria (2023).

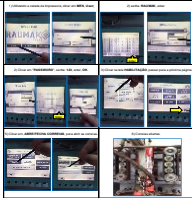




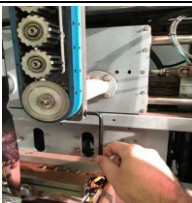
Após a conclusão da padronização da tarefa de reabastecimento da bobina de embalagem, foi desenvolvida uma nova atividade operacional que se refere à regulagem do corte da correia, conforme detalhado no tópico 5.2.2, que se segue.

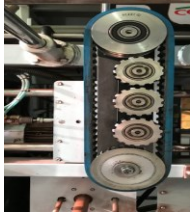
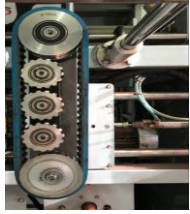

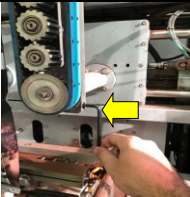

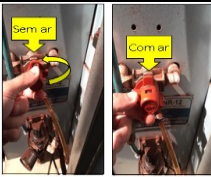
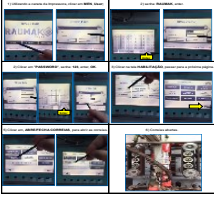

5.2.2 Regular o corte da correia em 5 minutos

Durante o processamento, cada unidade produzida tem uma embalagem específica. Desta forma, se as correias não forem bem ajustadas, não puxam as embalagens para o processo por sobrecarga na produção. A importância desta padronização refere-se à atividade para os operadores executarem a função em apenas 5 minutos, pois, com a falta de experiência, a produção era pausada pelo “achismo” até a identificação do problema. Ao identificar que o problema é a embalagem desregulada, os operadores de forma aleatória, executava a tarefa levando de 20 a 30 minutos, lembrando que a cada 1 minutos são produzidos 50 pacotes de cafés o que trouxe uma melhoria de produtividade de 1250 pacotes de cafés. Com a implementação da padronização, se o operador observar que a embalagem está desalinhada, o processo é interrompido para a regulagem da

correia e elimina perdas e retrabalhos no processo. A execução da tarefa é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Desenvolvimento da tarefa operacional com a padronização da regulagem da correia em 5 minutos

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: Autoria própria (2023).




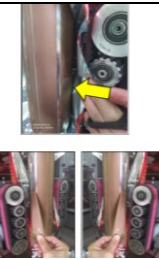

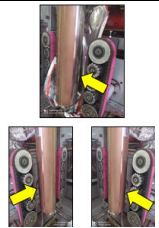
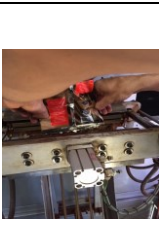

Após concluir a padronização da regulagem do corte da correia, uma nova tarefa operacional foi desenvolvida com o objetivo de assegurar a dosagem precisa e o tamanho exato das embalagens. Esta importante tarefa é denominada "troca do teflon da empacotadeira".



5.2.3 Teflon da empacotadeira

Na máquina empacotadeira, na etapa do preenchimento do café moído nas embalagens, se as correias forem de borracha é necessário utilizar a fita *teflon* para dar aderência entre a correia e o tubo dosador de café. A troca do *teflon* é uma tarefa importante, pois com o desgaste da fita, ocorre uma falha de processo em que a correia não consegue puxar a embalagem no tamanho exato, as vezes cortando o pacote torto e cortando a embalagem pelo meio do pacote dosado de café, que, conseqüentemente, estoura dentro da máquina, ocasionando a parada do processo em 20 minutos para realizar a limpeza e troca o *teflon*. Com a padronização, este procedimento é realizado a cada início de processo evitando que problemas como o citado aconteçam, neste cenário, foram conquistados 15 minutos de produção o que conseqüentemente a produção aumenta mais 750 pacotes de café. O procedimento está mais bem detalhado no Quadro 3.

Quadro 3 - Padronização da tarefa operacional na troca de teflon em 5 minutos

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 a mesma 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: Autoria própria (2023).

Em seguida, foi criada mais uma tarefa operacional com o propósito de garantir a regulagem coerente dos fardos, eliminando desperdícios e capacitando os colaboradores para executar essa atividade, conforme descrito no tópico 5.2.4 de forma igualmente eficiente.

5.2.4 Regular fardo em até 1 minuto

Na regulagem dos fardos não existia um padrão a ser seguido, ou seja, cada operador executava a tarefa de acordo com o que achava necessário. Entretanto, acontecia de cada operador trabalhar com o fardo de um tamanho por falta de noção e conhecimento da regulagem da máquina. Com isso, o fardo ficava maior e acarretava um custo elevado. Com a padronização, o operador é treinado a seguir o passo a passo, exatamente como está no Quadro 4, tornando a tarefa padrão e executando da maneira correta eliminando desperdício.

Quadro 4 - Regulagem do fardo em até 1 minuto

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: Autoria própria (2023).

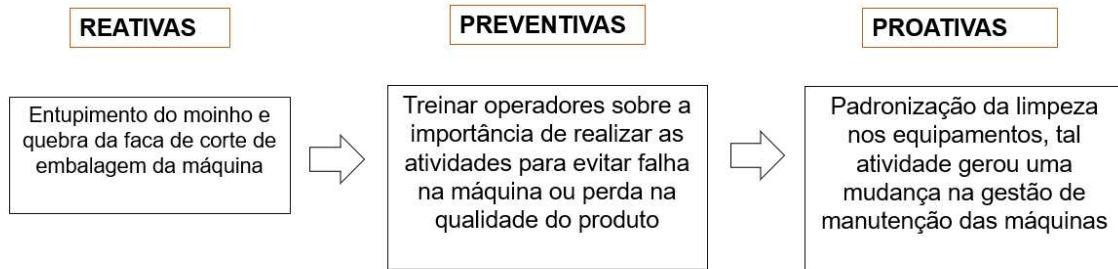
Após a conclusão da padronização das tarefas operacionais, foram identificadas duas atividades que se enquadram no quesito de manutenção autônoma. No tópico 5.3, descreve-se a implementação dessa importante abordagem e alguns estudos realizados para comprovar sua eficácia.

5.3 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.

Como citado no tópico metodologia, as etapas para implementação autônoma ocorreram como descrito na Figura 8.

Figura 8 - Etapas da implementação da manutenção autônoma



Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com pesquisas realizadas por diferentes autores, a aplicação das metodologias TPM e 5S tem se mostrado eficaz na obtenção de resultados positivos em diversas indústrias.

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%. Guarientea (2017) focou 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.* (2021), 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%. Estas 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 essas 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.

5.3.1 Limpeza das facas





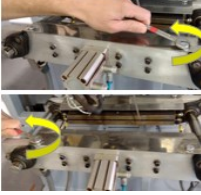
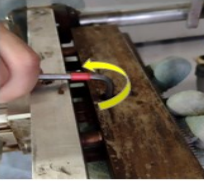

A implementação da tarefa operacional autônoma de limpeza mensal das facas utilizadas no processamento do café revelou-se uma medida estratégica e eficaz para mitigar os problemas recorrentes de quebra e interrupção do processo na indústria. Anteriormente, as facas, que atuavam tanto no corte da embalagem e selagem dos pacotes, acumulavam resíduos por trabalhar em temperaturas de 140°C a 150°C resultando em quebras a cada 3 meses. Essas falhas ocasionavam paradas de 1 hora, com perda estimada de 3000 pacotes de café a cada ocorrência. Caso não houvesse material em estoque, a parada se prolongava para 1 dia, ocasionando a perda significativa de 24000 pacotes de café.

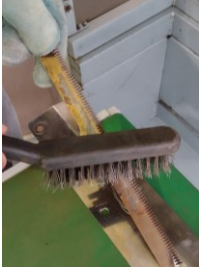

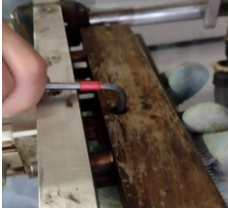
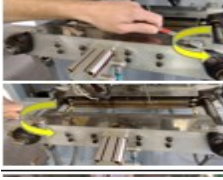



A padronização da tarefa de limpeza das facas com uma escova de aço mensalmente garantiu uma manutenção preventiva e prolongou sua vida útil. Com essa atividade autônoma, as facas estão projetadas para durar mais de 1 ano, evitando quebras e paradas desnecessárias no processo produtivo. A prática de limpeza regular elimina o acúmulo de resíduos e garante o pleno funcionamento das facas, contribuindo para uma produção mais estável, eficiente e com menos perdas.

A abordagem demonstra como a manutenção autônoma pode desempenhar um papel fundamental na otimização dos processos industriais, prevenindo falhas e aumentando a disponibilidade das máquinas. Além disso, ao empoderar os operadores com a responsabilidade pela execução da tarefa, a indústria de café fortalece a cultura de melhoria contínua, valorizando a participação ativa dos colaboradores na busca por soluções eficazes e inovadoras. Esta prática eficiente reflete o comprometimento da indústria em assegurar a qualidade e a produtividade, minimizando perdas e tornando-a mais competitiva no mercado.

O Quadro 5 apresenta este Padrão Operacional.

Quadro 5 - Limpeza da faca em até 30 minutos

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-horario.		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: Autoria própria (2023).

Após a primeira implementação da manutenção autônoma, foi observado que o moinho martelo também necessitava de padronização para eliminar falhas no processo produtivo. No tópico 5.3.2, descreve-se a tarefa operacional relacionada à limpeza do moinho martelo.

5.3.2 Limpeza do moinho martelo


A implementação da tarefa operacional autônoma de girar os volantes do moinho sentido horário e anti-horário mensalmente demonstrou ser uma solução eficiente para eliminar os problemas recorrentes de entupimento no moinho martelo na indústria de café. Anteriormente, a limpeza era realizada somente quando o moinho já havia entupido os filtros de café, levando a paradas prolongadas de processo e grandes falhas mecânicas, que requeriam intervenção de terceiros para conserto. Esta situação resultava em perdas significativas de 3000 a 24000 pacotes de cafés a cada 2 meses.

Com a simples tarefa delegada ao operador de girar os volantes do moinho, a limpeza passou a ser realizada de forma preventiva, evitando o acúmulo de resíduos e entupimentos. A periodicidade é uma vez ao mês dessa atividade autônoma, garantindo que o processo se mantenha eficiente, eliminando a ocorrência de entupimentos e, conseqüentemente, reduzindo significativamente as paradas e as perdas na produção.

Esta abordagem demonstra o poder da manutenção autônoma na otimização dos processos produtivos, evitando problemas recorrentes e aumentando a disponibilidade das máquinas. Além disso, valoriza o conhecimento e a participação do operador, tornando-o um agente ativo na prevenção de falhas e no alcance da eficiência operacional. A adoção dessa prática mostra o comprometimento da indústria de café em buscar soluções inovadoras e eficazes para melhorar a

qualidade e a produtividade, tornando-a mais competitiva e preparada para enfrentar os desafios do mercado. Para esta tarefa padronizou-se o procedimento de acordo com o Quadro 6.

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: Autoria própria (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 tópico 5.4, é apresentado o indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness), que mede o percentual de eficiência da produção.

5.4 Resultados do OEE durante a implementação da TPM

O gráfico OEE é um medidor de quebra ou falha de máquina. 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, conforme o 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: Autoria própria (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 6.73h. 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, conforme 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	129,50 h
Perda por falha funcional	6,73 h
Tempo que a máquina agregou valor	122,32 h

Fonte: Autoria própria (2023).

Cálculo para a obtenção da eficiência da máquina:

$$OEE = \frac{122,32}{129,50} \times 100 = 94,45\%$$

No mês de dezembro de 2022, obteve-se eficiência da máquina de 98,36%. As paradas durante este 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, conforme Quadro 9.

Quadro 8 - 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: Autoria própria (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 90%. 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 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 estes valores de acordo com Nakajima (1989), o valor ideal é 85% para OEE. Para Shirose (1996), 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 3 categorizações da TPM como conhecimento, conscientização e comunicação. Sendo assim comprovou que estes três fatores desempenham um papel crucial para o desempenho dos funcionários.

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.

6 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa observou-se que se obtém bons resultados dependendo do grau de interação dos colaboradores e isto é a base do sucesso da 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 dessa 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 3000 a 24000 pacotes de café, isso contabilizando em um único mês de parada, no cenário de 1 ano, considera-se 6 paradas, na qual ganhou-se na produção de 18000 a 144000 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 hora a 1 dia de produção. Neste cenário, após implementação da limpeza, ganhou-se no processo produtivo cerca de 3000 a 24000 pacotes de café contabilizados em uma única parada, levando em conta durante o ano, seriam 4 paradas, na qual ganhou-se cerca de 12000 a 96000 pacotes de cafés. Portanto, com estas 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.

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

- ABECOM. Manutenção produtiva total: 8 pilares que não podem faltar. **ABECOM**, 2022. Disponível em: <https://www.abecom.com.br/manutencao-produtiva-total-tpm/>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- AHMAD, N.; HOSSEN, J.; ALI, S.M. Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 94, n. 1, p. 239-256, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- ALTOMONTE, S.; SCHIAVON, S.; KENT, M. G.; BRAGER, G. Indoor environmental quality and occupant satisfaction in green-certified buildings. **Building Research & Information**, v. 47, n. 3, p. 255-274, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1383715>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- AMORIM, G.; HATAKEYAMA, K.; ROJAS-LEMA, X. Implantation of total productive maintenance: a case study in the manufacturing industry. **New Global Perspectives on Industrial Engineering and Management**, p. 259-267, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93488-4_29. Acesso em: 10 nov. 2022.
- ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 35, p. 144-154, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2014.12.003>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **ABIC: 2021**. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafebrasileirona-atualidade/>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- AU-YONG, C. P.; AZMI, N. F.; MYEDA, N. E. Promoting employee participation in operation and maintenance of green office building by adopting the total productive maintenance (TPM) concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 352, p. 131608, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.131608>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- AVRAAMIDOU, S.; BARATSAS, S. G.; TIAN, Y.; PISTIKOPOULOS, E. N. Circular Economy - A challenge and an opportunity for Process Systems Engineering. **Computers & Chemical Engineering**, v. 133, p. 106629, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.COMPHEMENG.2019.106629>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- BATAINEH, O.; AL-HAWARI, T.; ALSHRAIDEH, H.; DALALAH, D. A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 25, n. 1, p. 1509, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2017-0045>. Acesso em: 28 jun. 2022.

BELEKOUKIAS, I.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organizations. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 18, p. 5346-5366, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>. Acesso em: 11 abr. 2022.

CIRJALIU, B.; DRAGHICI, A. ergonomic issues in lean manufacturing. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 221, p. 105-110, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2016.05.095>. Acesso em: 11 abr. 2022.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços**: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COUTINHO, F. M. J.; AQUINO, J. T. Os 5s como diferencial competitivo para o sistema de gestão da qualidade: estudo de caso de uma empresa de aços longos. **Revista Gestão Organizacional**, v. 13, n. 2, p 176-186, 2015.

CURY, A. **Seja um líder de si mesmo**. Rio de Janeiro: Editora Sextante 2010.

CYRINO, L. Habilidades segundo metodologia TPM, **Manutenção em foco**, 2018. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/habilidades-segundo-metodologia-tpm/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DÍAZ-REZA J. R.; GARCÍA-ALCARAZ J. L.; AND MARTÍNEZ-LOYA V. TPM background. *In*: Impact analysis of total productive maintenance: critical success factors and benefits. **Springer International Publishing**, p. 3-21, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01725-5_1. Acesso em: 12 nov. 2022.

ENGELMANN, B.; SCHMITT, S.; MILLER, E.; BRÄUTIGAM, V.; SCHMITT, J. Advances in machine learning detecting changeover processes in cyber physical production systems. **Journal of Manufacturing and Materials Processing**, v. 4, p. 108, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jmmp4040108>. Acesso em: 10 nov. 2022.

FARAH, O.; *et al.* **Empreendedorismo**. 2. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GRECCO, C. P. **Implementação da manutenção autônoma em uma linha de produção de uma indústria tabagista**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, Minas Gerais, 2021.

GREGÓRIO, G. F. P.; SILVEIRA, A. M. **Manutenção industrial**. Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595026971. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026971/>. Acesso em: 12 set. 2022.

GUARIENTE, P.; ANTONIOLLI, I.; FERREIRA, L. P.; PEREIRA, T.; SILVA, F. J. G. Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1128-1134, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.174>. Acesso em: 12 set. 2022.

GUELBERT, M. **Estratégia de gestão de processos e da qualidade**. Curitiba: IESDE, 2012.

HABIDIN, N.F.; HASHIM, S.; FUZI, N.M.; SALLEH, M.I. Total productive maintenance, kaizen event, and performance. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 9, p. 1853-1867, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>. Acesso em: 12 set. 2022.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HEIDRICH, T. R. S.; NICÁCIO, J. A.; WALTER, S. A. Aplicação do programa 5S no supermercado Beira Lago, em entre Rios do Oeste. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 10, n. 4, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2019.004.0001>. Acesso em: 12 set. 2022.

HOOI, L. W.; LEONG, T. Y. Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 23, n. 1, p. 2-21, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2015-0033>. Acesso em: 12 set. 2022.

JAIN, A.; BHATTI, R.; SINGH, H. Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5 n. 3, p. 293-323, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>. Acesso em: 12 set. 2022.

JIANG, Y.; CHEN, M.; ZHOU, D. Joint optimization of preventive maintenance and inventory policies for multi-unit systems subject to deteriorating spare part inventory. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 35, p.191-205, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2015.01.002>. Acesso em: 12 set. 2022.

JOAQUIM, A. L. V. **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**. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

JUGRAJ S. R.; SINGH A. 5S - a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34 n. 3, p. 508-529, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>. Acesso em: 12 set. 2022.

JUNIOR, F. J. C. S.; VIDAL, T. R.; YAMADA, N. Os ganhos na indústria com a manutenção autônoma - pilar do TPM. **Industry Management and Aeronautical Technology**, v. 1 n. 6, p. 45-66, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.234.338-349>. Acesso em: 12 set. 2022.

KAUR, M.; SINGH, K.; AHUJA, I. S.; SINGH, P. Justification of synergistic implementation of TQM-TPM paradigms using analytical hierarchy process. **International Journal of Process Management and Benchmarking**, v. 5, n. 1, p.

234-244, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/ijpmb.2015.066028>. Acesso em: 12 set. 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEÃO, T. **TPM - Manutenção Produtiva Total**: o que é, aplicação e benefícios. NOMUS, 2022. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/tpm-manutencao-produtiva-total/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

LEE, J.; ARDAKANI, H. D.; YANG, S.; BAGHERI, B. Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. **Procedia CIRP**, v. 38, 3-7, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2015.08.026>. Acesso em: 12 set. 2022.

MAHDILOO, M.; NOORIZADEH, A.; FARZIPOOR SAEN, R. Benchmarking suppliers' performance when some factors play the role of both inputs and outputs: A new development to the slacks-based measure of efficiency. **Benchmarking: An International Journal**, v. 21 n. 5, p. 792-813, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0068>. Acesso em: 12 set. 2022.

MOHAN SHARMA, K.; LATA, S. Effectuation of lean tool "5S" on materials and workspace efficiency in a copper wire drawing micro-scale industry in India. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 2, p. 4678-4683, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2017.12.039>. Acesso em: 07 abr. 2023.

NAB, C.; MASLIN, M. Life cycle assessment synthesis of the carbon footprint of Arabica coffee: Case study of Brazil and Vietnam conventional and sustainable coffee production and export to the United Kingdom **Geo: Geography and Environment**, v. 7, n. 2, p. 567, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/geo2.96>. Acesso em: 07 abr. 2023.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

NAZARALI, S.; RAYAT, J.; SALMONSON, H.; MOSS, T.; MATHURA, P.; DAMJI, K. F. The application of a "6S Lean" initiative to improve workflow for emergency eye examination rooms. **Canadian Journal of Ophthalmology**, v. 52, n. 5, p. 435-440, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2017.02.017>. Acesso em: 12 set. 2022.

NÜßER, W.; STECKEL, T. A mathematical model for the determination of performance losses of machines. **Applied Mathematical Modelling**, v. 92, p. 612-623, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.11.024>. Acesso em: 12 set. 2022.

- OHEY, E.; NOFRIMURTI, M. Lean implementation in traditional distributor warehouse – a case study in an FMCG company in Indonesia. **Internacional Journal of Process Management and Benchmarking**, v. 8, n. 1, p. 456-467, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2018.088654>. Acesso em: 12 set. 2022.
- PARIKH, Y.; MAHAMUNI, P. Total productive maintenance: need & framework. **International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering**, v. 2, n. 2 p. 2349-2163, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335313768_Total_Productive_Maintenance_Need_Framework. Acesso em: 07 abr. 2023.
- PASCAL, V.; TOUFIK, A.; MANUEL, A.; FLORENT, D.; FRÉDÉRIC, K. Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. **Control Engineering Practice**, v. 82, p. 86–96, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.09.019>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- PIECHNICKI, A. S.; SOLA, A. V. H.; TROJAN, F. Decision-making towards achieving world-class total productive maintenance. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 35, n. 12, p. 1594-1621, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2013-0479>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de janeiro: Qualitymark, 2012.
- PINTO, G.; SILVA, F. J. G.; BAPTISTA, A.; FERNANDES, N. O.; CASAIS, R.; CARVALHO, C. TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. **Procedia Manufacturing**, v. 51, p. 1423-1430, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.10.198>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- PIRAN, F. A. S. *et al.* A utilização do índice de rendimento operacional global (IROG) na gestão dos postos de trabalho: estudo aplicado em uma empresa do segmento metal mecânico. **Espacios**, v. 36, n. 24, p. 67-78, 2015. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a15v36n24/15362414.html>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- PODUVAL, PRASANTH S.; PRAMOD, V. R.; V. P., JAGATHY RAJ. Interpretive Structural Modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of Total Productive Maintenance (TPM). **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n. 3, p. 308-331, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2013-0090>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- POHLMANN, C. R.; SCAVARDA, A. J.; ALVES, M. B.; KORZENOWSKI, A. L. The role of the focal company in sustainable development goals: a brazilian food poultry supply chain case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, p. 118798, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118798>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- PRASANTH S.; PODUVAL, D. R. V. R.; PRAMOD, D. R.; JAGATHY RAJ V. P. Barriers, In TPM implementation in industries. **International Journal Of Scientific & Technology Research**, v. 2, n. 5, p. 28-33, 2013. Disponível em:

<http://www.ijstr.org/final-print/may2013/Barriers-In-Tpm-Implementation-In-Industries.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

RADNOR, Z. J.; HOLWEG, M.; WARING, J. Lean in healthcare: the unfilled promise? **Social Science and Medicine**, v. 74, n. 3, p. 364-371, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.02.011>. Acesso em: 11 nov. 2022.

RIBEIRO, H. **TPM: guia de implantação, a metodologia para o sucesso do TPM**, São Caetano do Sul: Editora PDCA, 2016.

RIBEIRO, I. M.; GODINA, R.; PIMENTEL, C.; SILVA, F. J. G.; MATIAS, J. C. O. Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. **Procedia Manufacturing**, v. 38, p. 1574-1581, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.128>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SANGANI, R.; KOTTUR. Enhancement in productivity by integration of 5S methodology and time and motion study. **Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation**, p. 541-550, 2019. Disponível em: doi:10.1007/978-981-13-2490-1_50. Acesso em: 11 nov. 2022.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Nova Iorque: Crown Business, 2016.

SELEME, R. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015.

SENTHIL KUMAR, K. M.; AKILA, K.; ARUN, K. K.; PRABHU, S.; SELVAKUMAR, C. Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. **Materials Today: Proceedings**, v. 62, p. 1913-1916, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.01.402>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SHARMA R.; SINGH J.; RASTOGI V. Importance and effectiveness of human related issues in implementing total productive maintenance: a study of Indian manufacturing organisations. **International Journal of Industrial Systems Engineering**, v. 23, n. 4, p. 420-434, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2016.077694>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SHIROSE, K. **Total productive maintenance: new implementation program in fabrication and assembly industries**. Tokyo: Japan Institute of Plant Maintenance, 1996.

SILVEIRA, C. B. O que é TPM e porque esta ferramenta é tão popular na indústria. **Citisystems**, 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-tpm>. Acesso em: 20 mar. 2022

SINGH, R.; GOHIL, A. M.; SHAH, D. B.; DESAI, S. Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: a case study. **Procedia Engineering**, v. 51, p. 592-599, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2013.01.084>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SIVARAM, N. M.; DEVADASAN, S. R.; MURUGESH, R.; KARTHI, S.; SREENIVASA, C. G. Synergising total productive maintenance elements with ISO 9001:2008 standard based quality management system. **The TQM Journal**, v. 26, n. 6, p. 534-549, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2012-0059>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002

SOUZA, G. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizado. Porto Alegre: Editora Animal, 2013.

SURYAPRAKASH, M.; GOMATHI P.; YUVARAJA, M.; RISHI R. Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using TPM. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, p. 9348-9353, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.02.820>. Acesso em: 11 nov. 2022.

WICKRAMASINGHE, G. L. D.; PERERA, A. Effect of total productive maintenance practices on manufacturing performance: Investigation of textile and apparel manufacturing firms. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 5, p. 713-729, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2015-0074>. Acesso em: 11 nov. 2022.