

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

RAFAELA CASEMIRO

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE WRENCH
TIME NA MANUTENÇÃO DE UMA USINA DE SEMENTES

ITUIUTABA
2025

RAFAELA CASEMIRO

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE WRENCH TIME NA
MANUTENÇÃO DE UMA USINA DE SEMENTES

Trabalho de Conclusão de Curso para
apresentação da banca examinadora para
conclusão de graduação em Engenharia de
Produção na Universidade Federal de
Uberlândia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Batista
Penteado.

ITUIUTABA
2025

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE WRENCH TIME NA MANUTENÇÃO DE UMA USINA DE SEMENTES

Trabalho de Conclusão de Curso para
apresentação na conclusão de graduação em
Engenharia de Produção na Universidade
Federal de Uberlândia pela banca examinadora
formada por:

Ituiutaba, 5 de setembro de 2025.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado (orientador), FACES/UFU

Prof. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda, FACES/UFU

Prof. Dra. Gabriela Lima Menegaz, FACES/UFU

Dedico este trabalho à minha mãe Fátima, que nunca poupou esforços para possibilitar e formar minha educação.

Agradeço primeiramente ao meu pai celestial, nosso Deus, que em todas as fases da minha vida sempre me abençoou e iluminou, e me trouxe a esse momento de alegria e benção para apresentar este trabalho a vocês.

Agradeço ao meu pai Ademilson, que em todos esses de trabalho árduo pelas estradas do Brasil e junto a minha mãe, possibilitaram que eu sempre tivesse tudo o que gostaria e precisasse, incluindo a possibilidade de ingressar nesta universidade à quilômetros distantes de minha cidade natal. Meu exemplo de garra, persistência, comprometimento e muita dedicação.

Agradeço a minha mãe Fátima por todo amor incondicional, que sempre batalhou contra o mundo para criar suas três filhas e proporcionar o melhor da vida. Meu exemplo de amor, dedicação, resiliência, perseverança e caráter.

Agradeço as minhas duas irmãs Marcela e Isabela, que dividem histórias de vida junto comigo, e por todo amor fraternal e cumplicidade ao longo desses anos todos.

Agradeço aos meus amigos de faculdade, que se tornaram a minha segunda família nessa jornada e fizeram dessa experiência uma transformação de ideologias e vivências. Somamos muitas histórias boas e me trouxeram valiosos aprendizados.

Agradeço também a Isadora, que mesmo neste final de jornada, foi meu porto seguro e impulso para alcançar meus sonhos. Compartilhar a vida com você é precioso demais.

Por fim, gostaria de agradecer ao corpo docente da universidade por todos os inestimáveis aprendizados e lições profissionais e pessoais. Ao meu orientador Ricardo por todo conhecimento e paciência neste trabalho; a Produza por toda formação empreendedora durante dois transformadores anos.

A Universidade Federal de Uberlândia, um muito obrigada por tanto acolhimento e experiências vividas, com certeza nunca viverei nada parecido novamente!

*“Faça o seu melhor, nas condições que você tem,
enquanto não tem condições melhores,
para fazer melhor ainda”.*

Mario Sergio Cortella

RESUMO

Como um dos principais setores responsáveis pela garantia de produção no contexto industrial, e a necessidade da busca por eficiência operacional e melhoria contínua, o presente trabalho consiste em um estudo na área de Manutenção em uma usina de sementes, motivado por uma auditoria interna realizada com o objetivo de avaliar a qualidade dos processos de manutenção, especialmente no que se refere ao indicador de Utilização, e a forma como as atividades de inspeções de despalhadeiras executadas em área eram registradas nas ordens de manutenção (OM). O foco da pesquisa foi o conceito de trabalho de valor, definido neste contexto como o tempo efetivamente dedicado à execução técnica das atividades de manutenção – o *wrench time*. O trabalho é um estudo de caso, de natureza aplicada, com abordagem ao problema sendo qualitativa e quantitativa, os objetivos são exploratórios, utilizando o Relatório A3 para estruturar os dados e informações e propor melhorias. A análise comparativa entre o tempo planejado das OM de inspeções – anteriormente de 2 horas – e o observado nas nove inspeções acompanhadas – média de 1h08min – revelou um *wrench time* de 49,05%, indicando questionamentos na confiabilidade do indicador de Utilização e evidências de desperdícios de tempo. Foi proposta a redução do tempo planejado das OM de inspeções em despalhadeiras de 2 para 1 hora, tornando o processo mais aderente ao já realizado no chão de fábrica. Outras ações de melhoria são propostas ao final do estudo, onde, se implementadas, poderão tornar a equipe mais consciente sobre trabalho de valor e eliminará tempos improdutivos nas etapas de inspeções, promovendo uma operação mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave: *Wrench Time*. Manutenção. *Lean Manufacturing*. Desperdícios.

ABSTRACT

As one of the key sectors responsible for ensuring production in the industrial context, maintenance plays a crucial role in driving operational efficiency and continuous improvement. This study focuses on the Maintenance area of a seed processing plant and was motivated by an internal audit aimed at assessing the quality of maintenance processes, particularly regarding the Utilization indicator and the way inspection activities on sheller machines were recorded in maintenance orders (MO). The core concept investigated was value-added work, defined in this context as the time effectively spent on the technical execution of maintenance tasks – known as wrench time. This is an applied case study with both qualitative and quantitative approaches and exploratory objectives, structured using the A3 Report methodology to organize data and propose improvements. A comparative analysis between the planned inspection time in MO – previously set at 2 hours – and the actual time observed in nine monitored inspections – which averaged 1h08min – revealed a wrench time of 49,05 %. These findings raised concerns about the reliability of the Utilization indicator and pointed to clear evidence of time waste. As proposed, making the process more consistent with actual shop floor practices. Additional improvement actions are suggested at the end of the study, which, if implemented, may enhance the team's awareness of value-added work and reduce non-productive time during inspection processes, thereby promoting a more efficient and sustainable operation.

Keywords: Wrench Time. Maintenance. Lean Manufacturing. Waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Casa Sistema Toyota de Produção (STP)	20
Figura 2	Representação do Diagrama Ishikawa	24
Figura 3	Representação do Método 5W2H	24
Figura 4	Representação Matriz Esforço/Impacto	25
Figura 5	Representação do Ciclo PDCA	26
Figura 6	Relatório A3	28
Figura 7	Exemplo de um mural de cartões <i>kanban</i>	30
Figura 8	Tipos de Manutenção	32
Figura 9	Categorias de tempos na análise <i>wrench time</i>	36
Figura 10	Fluxograma de beneficiamento de sementes	39
Figura 11	Estrutura de Manutenção da usina	40
Figura 12	Modelo de ficha para detalhamento das atividades	45
Figura 13	Detalhamento de uma ficha das medições de inspeção	45
Figura 14	Diagrama de Ishikawa para identificar causas raiz dos desvios das inspeções	49
Figura 15	Propostas de solução aplicadas na Matriz de Esforço/Impacto	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Propostas de solução para as causas raiz encontradas no Diagrama de Ishikawa	52
Quadro 2	Ações estruturadas com o método 5W2H	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

4Ms	Mão-de-obra, Materiais, Máquinas e Métodos
5W2H	<i>What, who, where, when, why, how, how much</i>
6Ms	Método, meio ambiente, mão de obra, máquina, medição, matéria prima
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
HH	Hora-Homem
JIT	<i>Just in time</i>
LCC	<i>Life cycle cost</i>
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
OM	Ordem de manutenção
PCM	Planejamento e controle de manutenção
PCP	Planejamento e controle de produção
PDCA	<i>Plan, do, check, action</i>
SAP	<i>System Analyse Program</i>
SMRP	<i>Society for Maintenance and Reliability Professionals</i>
SMART	<i>Specific, measurable, achievable, realistic, timely</i>
STP	Sistema Toyota de produção
TPM	<i>Total productive maintenance</i>

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Apontamentos das OM referente ao mês dos acompanhamentos	46
Gráfico 2	Duração das atividades de inspeção em área	47
Gráfico 3	Gráfico estratificando os desvios da análise <i>wrench time</i>	48
Gráfico 4	Percentual das três classificações de tempo do <i>wrench time</i>	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	16
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	16
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	17
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	18
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	19
2.1.1	<i>Estrutura da Casa do Sistema Toyota de Produção (ou Casa Lean)</i>	19
2.1.2	<i>Os sete desperdícios Lean</i>	21
2.1.3	<i>Ferramentas do contexto Lean Manufacturing</i>	23
2.1.3.1	<i>Diagrama de Ishikawa, Causa e Efeito ou "Espinha de Peixe" ou 6Ms</i> ...	23
2.1.3.2	<i>Método 5W2H</i>	24
2.1.3.3	<i>Matriz de Esforço/Impacto</i>	24
2.1.3.4	<i>Ciclo PDCA</i>	25
2.1.3.5	<i>Relatório A3</i>	27
2.1.3.5.1	<i>Meta SMART</i>	29
2.1.3.6	<i>Gestão Visual</i>	29
2.1.3.6.1	<i>Kanban</i>	30
2.1.3.7	<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	31
2.2	<i>MANUTENÇÃO</i>	31
2.2.1	<i>Tipos de Manutenção</i>	32
2.2.1.1	<i>Manutenção Corretiva não-Planejada</i>	33
2.2.1.2	<i>Manutenção Corretiva Planejada</i>	33
2.2.1.3	<i>Manutenção Preventiva</i>	34
2.2.1.4	<i>Manutenção Preditiva</i>	34
2.2.1.5	<i>Manutenção Detectiva</i>	34
2.2.1.6	<i>Engenharia de Manutenção</i>	35
2.2.2	<i>Wrench Time</i>	35
3	METODOLOGIA.....	37
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	37
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	37
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	37
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
4	RESULTADOS	39
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	39
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	40
4.3	PROPOSTAS DE MELHORIA	43
4.3.1	<i>I-Contexto</i>	43
4.3.2	<i>II-Condições atuais</i>	44
4.3.3	<i>III-Objetivos/Metas</i>	49
4.3.4	<i>IV-Análise</i>	49

4.3.5 <i>V-Contramedidas propostas</i>	51
4.3.6 <i>VI-Plano</i>	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2022), o Brasil atualmente é o terceiro maior produtor de milho no mundo, e prevê uma produção estimada em 126,9 milhões de toneladas para a safra de 2024/25 (CONAB, 2024), cuja importância econômica está relacionada a várias formas de utilização, desde alimentação animal à indústria de alta tecnologia (Cruz *et al.*, 2013).

No que tange à qualidade, a semente do milho pode ser afetada por diversos fatores, podendo lidar com: extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade ambiente, incluindo secas, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem, armazenamento e bem como no beneficiamento (França Neto *et al.*, 1994), ou seja, tem de ser um processo extremamente minucioso, o que o torna ainda mais desafiador.

No Brasil, a empresa deste estudo cresce a cada ano no mercado e se consolida como uma das líderes no setor do agronegócio e biotecnologia. Para ganhar ainda mais notoriedade no ramo, aumentar a vantagem competitiva e superar a concorrência, em 2016 a empresa que também se refere como marca na área da saúde, fez a aquisição de outra multinacional conhecida pelo famoso portfólio de produtos que incluem insumos, pesticidas e sementes transgênicas, sendo responsável por uma das maiores fatias de mercado mundial de defensivos agrícolas, sementes transgênicas de milho, soja e algodão, e líder mundial na produção de herbicida glifosato.

Desde 2018 a empresa tem investido fortemente em seu sistema interno de produção, adotando uma cultura de melhorias relacionadas a processos de operação, saúde e segurança interna; seu sistema de produção é totalmente embasado na redução de desperdícios e práticas da filosofia *Lean Manufacturing*. Ao longo dos anos desde sua implementação inicial, a empresa vem apresentando resultados de evolução consideráveis em diversas áreas - inclusive a área de Manutenção - que comprova a eficiência de se empregar uma cultura voltada a eliminação de riscos como de saúde e segurança, e desperdícios, agregando ainda mais valor ao consumidor final.

Para a melhoria contínua de seus resultados, anualmente a empresa estudada passa por auditorias internas, que são feitas dentro da própria empresa por funcionários e as externas, que são realizadas por empresas externas contratadas para auditar e realizar a manutenção das normas de qualidade que possui, buscando a conformidade de seus processos e documentações.

Sendo assim, a empresa que já possui intrinsecamente processos voltados à redução de desperdícios e práticas do *Lean Manufacturing*, traz a responsabilidade e preocupação de se antecipar sob como encontrar e contornar gargalos antes da realização das auditorias.

O *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, e assim excluir o que não tem valor para o cliente, imprimindo velocidade para a empresa e fornecendo ferramentas para a eliminação de desperdícios (Werkema, 2012). Com o uso bem empregado dessas ferramentas, como diagrama de causa e efeito, 5W2H e matriz de esforço/impacto, é possível mapear causas raiz, priorizar ações de melhoria e otimizar processos resultando em maior eficiência das operações. Porém, Werkema (2012) ainda ressalta que é preciso adotar um pensamento enxuto para servir de “antídoto” para desperdícios, sendo capaz de criar ações que geram valor e realizá-las de modo cada vez mais eficaz.

Como ponta inicial do processo de beneficiamento, o setor de Recebimento é caracterizado como o elo mais suscetível a perturbar toda a cadeia de etapas seguintes, necessitando de um olhar mais crítico quando o assunto é otimização e qualidade. Para reforçar a garantia da conformidade dos processos, foi realizada uma análise *wrench time* dentro do operacional da Manutenção no setor de Recebimento em atividades de inspeções no maquinário de despachadeiras e comparado com o indicador de Utilização - um dos principais indicadores auditáveis da área - para identificar desperdícios, antecipar problemas e gerar oportunidades.

A área de Manutenção possui um importante papel estratégico onde estiver inserida e precisa estar voltada para os resultados empresariais de sua organização, buscando melhorar seus processos para se tornar não só eficiente, como eficaz (Kardec; Nascif, 2019). Sobre análise de *wrench time*, é definida como a métrica utilizada para avaliar a eficiência de atividades de manutenção, através da medição de tempo em que os técnicos realizam diretamente o trabalho ao qual foram designados, sendo uma metodologia utilizada para identificar trabalho de valor e não valor em atividades de manutenção (Dederichs; Blanco, 2018).

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é analisar as oportunidades de melhoria no processo de manutenção de despachadeiras no setor de Recebimento através de um estudo de produtividade das atividades, avaliando tempo de valor com a análise de *wrench time* e propor soluções que reduzam os desperdícios encontrados. Utilizando ferramentas do *Lean Manufacturing*, busca-

se otimizar o tempo de manutenção, estratificar causas raiz dos problemas encontrados e melhorar a eficiência das operações com a finalidade de elevar os padrões de qualidade e produtividade no setor.

1.2.2 Objetivos específicos

Para desdobramento do objetivo geral, divide-se os objetivos específicos

- i) Definição do problema e entendimento do cenário atual através do Relatório A3.
- ii) Utilização de ferramentas da filosofia *Lean*: Relatório A3, Diagrama de Ishikawa, Matriz de Esforço/Impacto e 5W2H para identificar e segmentar gargalos na produtividade.
- iii) Estruturar ações de implementação para as oportunidades de melhoria identificadas na análise de *wrench time*, a fim de minimizar desperdícios nas operações de inspeções.

1.3 Justificativa

A justificativa para a realização desta pesquisa decorre da inconformidade encontrada nas auditorias internas sob a execução das inspeções nas despaldadeiras e o preenchimento das ordens de manutenção (OM) com as horas que foram despendidas nessas atividades. Com essa inconformidade, a confiabilidade do indicador de Utilização passa a ser questionada quando usado em tomadas de decisão e direcionamento estratégico de recursos na área.

As auditorias internas são realizadas para antecipar a conformidade dos processos e resultados antes e depois de auditorias externas realizadas na empresa, otimizando-os sempre que possível. Essas auditorias abrangem todas as áreas da usina e são focadas em encontrar inconformidades nos processos, sendo os de segurança, meio ambiente, produção, manutenção e requisitos legais. Para estar conforme em uma auditoria externa, é necessário possuir todos os requisitos impostos das normas que a empresa possui, com documentações atualizadas, e garantia que o executado nas operações esteja refletido corretamente.

Como principal maneira de medir a qualidade da área, a Manutenção trabalha com indicadores e metas de resultados que precisam ser entregues ao final de todo mês, através de altos índices de disponibilidade e confiabilidade de equipamentos para produção, visando a satisfação de seus clientes, utilizando corretamente a mão de obra, recursos e garantindo a segurança dos membros da equipe.

A pesquisa utiliza a aplicação da análise de *wrench time* dentro do Relatório A3 como método de coleta de dados. Sendo assim, será possível identificar o tempo real de trabalho em manutenção e inspeções nas despachadeiras localizadas no Recebimento da usina, e comparar com o apontado no indicador de Utilização. Com o uso da ferramenta *Lean* como método de estruturação da pesquisa, o Relatório A3 possibilitará o entendimento do cenário atual dos processos de inspeção, prováveis causas raiz das inconformidades encontradas, e possíveis soluções e oportunidades de melhoria. Tal como justifica Werkema (2012), o *Lean Manufacturing* é uma estratégia gerencial extremamente disciplinada e tem por objetivo a melhoria da qualidade de produtos, processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

1.4 Delimitação do trabalho

O presente trabalho se limita no escopo da análise de informações, sob a extração de dados históricos e internos da empresa pesquisada e a análise de etapas de eventos reais na Manutenção no setor de Recebimento. Para o estudo serão utilizados conceitos literários da filosofia *Lean*, com foco na aplicação prática de ferramentas em torno do Relatório A3, para identificar os principais desperdícios e assim minimizá-los, propondo soluções de problemas por meio das oportunidades encontradas.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho em questão aborda cinco capítulos essenciais:

O primeiro capítulo, a introdução, que pauta a contextualização acerca do tema, os objetivos do estudo juntamente a sua justificativa, e delimitações do trabalho.

O segundo capítulo, o referencial teórico, que aborda revisão literária sobre o *Lean Manufacturing* e suas principais ferramentas, e uma abordagem sob conceitos de Manutenção e seus tipos, TPM e *wrench time*.

O terceiro capítulo aborda a caracterização da pesquisa, as técnicas utilizadas para a coleta e análise dos dados, juntamente da organização metodológica.

No quarto capítulo uma apresentação da empresa sob estudo, mapeamento da situação atual, a problemática da empresa, análise dos dados e oportunidades obtidas, e resultados da pesquisa. Por fim a proposta de melhorias utilizando os termos teóricos aqui apresentados.

O quinto e último capítulo, apresenta as considerações e os resultados finais obtidos durante a pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados, segundo a literatura, os conceitos teóricos e históricos das práticas, ferramentas, filosofia e métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Ainda, uma breve compreensão sobre Manutenção e seus tipos. Também, uma contextualização de algumas das práticas do *Lean Manufacturing* e quais de suas ferramentas serão utilizadas ao decorrer desta pesquisa.

2.1 *Lean Manufacturing*

Com sua origem na década de 1950 no Japão, o *Lean Manufacturing* - também conhecido como Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) - remete a sua origem a implementação de um sistema de produção pelo então executivo da Toyota Taiichi Ohno, com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios a fim de reduzir custos e aumentar a qualidade e velocidade de entrega dos produtos para os clientes (Werkema, 2012).

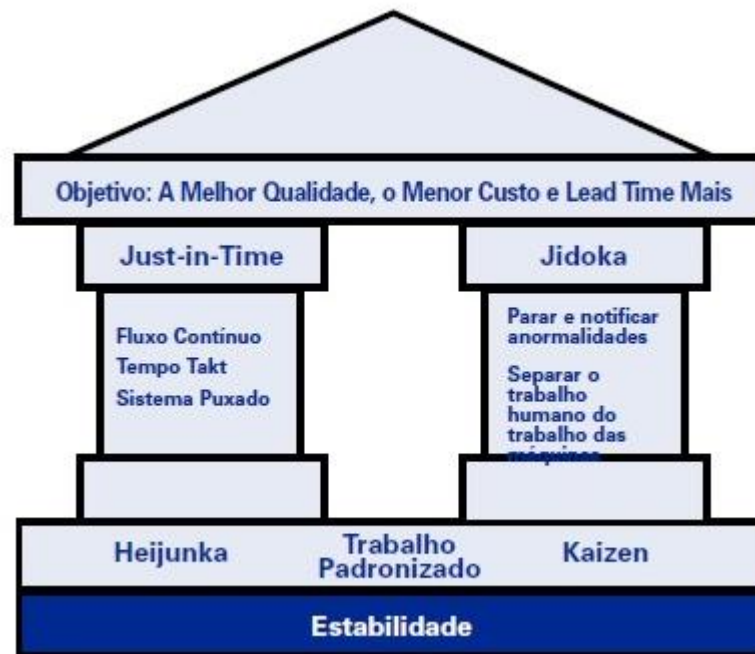
Por contexto histórico, na década de 1950 o Japão estava em meio à II Guerra Mundial onde enfrentava um severo desafio em seu setor industrial e sua economia devastada. Surgindo a necessidade de um modelo de gerenciamento industrial emergente (Hilsdorf *et al.*, 2019), nasce assim o modelo de produção da “Maior Fabricante do Mundo”, o Sistema Toyota de Produção (Linker; McGraw-Hill, 2020), e mais tarde conhecido como o famoso *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta (Womack *et al.*, 1992).

Conforme sua implementação foi se tornando cada vez mais madura, e com a crescente necessidade de capacitar colaboradores dentro da Toyota em outras plantas, Taiichi Ohno desenvolveu uma simples representação em formato de casa, representando uma estrutura, se tornando também um dos mais reconhecidos símbolos na produção moderna, a Casa do Sistema Toyota de Produção (STP) ou Casa *Lean*. Formada por teto, pilares e base/fundação (Liker, 2007).

2.1.1. Estrutura da Casa do Sistema Toyota de Produção (ou Casa *Lean*)

A ilustração do diagrama da Casa STP possui diversas representações, variando por autores. O *Lean Institute Brasil* (2022) define conforme mostra a Figura 1:

Figura 1: Casa Sistema Toyota de Produção (STP)



Fonte: *Lean Institute Brasil* (2022).

- De início o teto, tendo como objetivos Maior Qualidade, Menor Custo, e menor tempo de *lead time* (Liker, 2007).
- Em seu pilar extremo esquerdo o *Just in Time* (JIT), apresenta o cenário ideal de produção com o item exato necessário, quando ele for necessário, na quantidade necessária, visando diminuir as perdas e produzir somente o essencial (Ohno, 1999).
- Em seu pilar extremo direito o *Jidoka* (ou automação) visa um cenário de produção que “nunca” deixa passar um item defeituoso para a próxima etapa do processo (Liker, 2007), assim utilizando a “automação com toque humano”, ou seja, não ser necessário um operador operar a máquina em tempo integral e sim somente intervir quando ela tiver uma parada devido a uma situação anormal (Ohno, 1999).
- No centro da Casa STP, estão as pessoas (Liker, 2007). Somente através da melhoria contínua, a operação conseguirá alcançar a Estabilidade necessária. As pessoas precisam ser treinadas para identificar desperdícios e resolver problemas pelas causas raiz, sempre perguntando o porquê o problema realmente aconteceu (Liker; McGraw-Hill, 2020).

- Na base, o primeiro termo Nivelamento de Produção (conhecido como *heijunka*) visa simplificar o volume e mix de produção para que haja pouca variação na produção do dia a dia. Liker e McGraw-Hill (2020) ainda complementam que o nivelamento de produção é a base para fluxos contínuos, sistema de puxar (*kanban*), e minimização de estoques em cadeias de suprimentos.
- Ainda na base outro termo, o Trabalho Padronizado que pode ser definido como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas, onde a padronização de operações busca obter o máximo de produtividade através da identificação e padronização dos elementos de trabalho que agregam valor e eliminam perdas (Ferreira, 2004).
- O termo *Kaizen* - palavra japonesa para Melhoria Contínua - também é um dos princípios na base da Casa STP, e enfatiza o desenvolvimento de uma cultura voltada para o processo e direcionada para aprimorar a forma com que a empresa trabalha e trata de envolver todas as pessoas da organização para que se concentrem nas melhorias globais dessa organização (Ortiz, 2009).
- Por fim na base da Casa STP a Estabilidade, que em sua definição é a capacidade de produzir previsivelmente ao longo do tempo (Liker, 2007) e o estado de previsibilidade assegurada pela disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, materiais, máquinas e métodos, os 4Ms (Benetti, 2010).

O principal objetivo do STP é a eliminação total dos desperdícios e tal como cita Ohno (1999), desperdício é tudo aquilo que absorve recursos e não agrega valor. Para Liker e McGraw-Hill (2020), ao trazer como pauta o termo valor, deve-se levar em consideração a “visão do cliente” seguindo o questionamento: o que o cliente quer do processo e o que está disposto a pagar? Definindo assim o que é valor e o que é desperdício dentro de um processo. A palavra japonesa *muda* como é conhecida no STP descreve desperdício, e segundo Ohno (1999), existem sete desperdícios principais que devem ser eliminados no processo produtivo.

2.1.2. Os sete desperdícios *Lean*

Muda é o termo considerado como o oposto de valor, ou seja, aquilo que o cliente não está disposto a pagar, o então desperdício. Os desperdícios são caracterizados por (Smith, 2014):

1. Defeito, é todo produto que não atende às especificações pré-determinadas e necessidade do cliente, e que provavelmente necessitarão de reparo, reprocessamento, peça de reposição e afins.
2. Superprocessamento, é todo processo que contém etapas que não agregam valor ou processamento necessário para reparar uma peça ou produto defeituoso (retrabalho). Pode ser causado por matérias-primas de baixa qualidade introduzidas no processo.
3. Espera, é a espera por materiais, máquinas ou mão-de-obra gerando atrasos entre etapas antecedentes ou consequentes.
4. Transporte, é o excesso de movimentação - geralmente desnecessária - do material devido a restrições de *layout* de células de trabalho.
5. Estoque, é o excesso de inventário provavelmente causados por ineficiências no processo, tempos de fila e programação puxada não alinhada com a demanda do cliente.
6. Movimentação, é toda movimentação desnecessária geralmente causadas por *layouts* mal desenhados, e ergonomia que não colabora para movimentações ágeis. Materiais devem estar onde eles são necessários, quando forem necessários.
7. Superprodução, é a produção além do que é necessário/demandado, gerando sobra de produtos e consequentemente estoque.

Ainda, difundido nos anos 2000, um oitavo desperdício foi identificado: o não aproveitamento de intelectual humano. Acontece quando a gestão de ambientes produtivos falha em garantir que o potencial de todos os colaboradores está sendo de fato utilizado (Brito *et al.*, 2019).

Werkema (2012) ressalta que pelas palavras de Womack e Jones (2003), existe um poderoso antídoto ao desperdício para o STP, o chamado Pensamento Enxuto – traduzido de *Lean Thinking* - a fim de reduzir custos e evitar desperdícios (Hilsdorf *et al.*, 2019) e pode ser entendido como um processo de cinco passos (Womack; Jones, 2004):

- i) Especificar o **valor**: o passo inicial para o Pensamento Enxuto é o valor e só pode ser determinado pelo cliente final e não pela empresa. Logo, a necessidade do cliente gera valor e as empresas têm a responsabilidade de satisfazê-las por um preço para manter a empresa, aumentando lucros e reduzindo custos internos visando a melhoria contínua dos processos.
- ii) Identificar o **fluxo de valor**: o próximo passo é a identificação do fluxo de valor, dissecando a cadeia produtiva e separando os processos em três categorias: processos

que geram valor de maneira efetiva, processos que não geram valor, mas são necessários para qualidade e manutenção de processos e processos que não geram valor - cujos devem ser eliminados.

- iii) Criação de **fluxos contínuos**: Uma vez que o valor foi definido, o fluxo de valor foi mapeado, e os processos que geram desperdícios foram eliminados, o passo seguinte é “dar fluidez” aos processos, deixando de lado a produção por departamentos. Pode gerar redução dos tempos de concepção de produtos e de processamento de pedidos, e na diminuição de estoques.
- iv) **Produção puxada**: Com um fluxo contínuo, o fluxo produtivo se inverte para uma produção puxada, sob demanda, pelo consumidor eliminando assim estoque e dando valor ao produto.
- v) Buscando a **perfeição**: este passo deve ter um objetivo claro, a perfeição. A busca por essa perfeição deve ser o Norte de todos os esforços para um estado ideal onde todos os membros da cadeia tenham um conhecimento aprofundado do processo de maneira holística, possuindo autonomia e buscando formas para se criar valor na empresa.

Além dos princípios de implementação do *Lean*, existem mecanismos para que as práticas sejam postas em ação, as ferramentas do *Lean Manufacturing*.

2.1.3. Ferramentas do contexto *Lean Manufacturing*

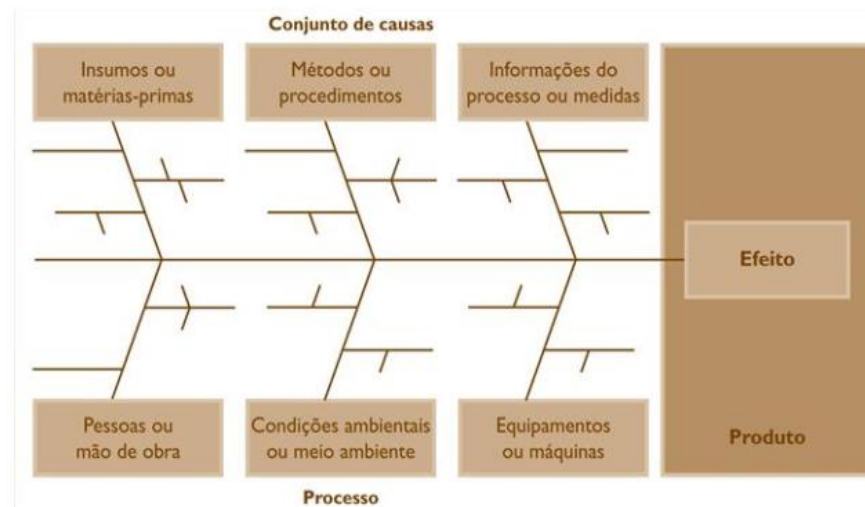
Para sua aplicação, o *Lean* dispõe de uma série de ferramentas fundamentais, que serão abordadas nesta pesquisa e estão descritas conforme a seguir:

2.1.3.1. Diagrama de Ishikawa, Causa e Efeito ou “Espinha de Peixe” ou 6Ms

Criado em 1943 pelo químico Kaoru Ishikawa, essa ferramenta que é conhecida por sua forma gráfica análoga a uma espinha de peixe, é utilizada através dos “6Ms” para análise de fatores de influência - as causas - sob determinado problema – efeito - e contempla os seguintes passos: 1º - determinação do problema, o efeito; 2º - levantar e identificar possíveis causas raiz do problema; 3º - construir um diagrama alocando as causas identificadas nos “6Ms”, conhecido como método, meio ambiente, mão de obra, máquina, medição e matéria prima; 4º - corrigir o problema (Miguel, 2006).

Para Werkema (2012), o uso do diagrama é realizado por reuniões de *brainstorming*, termo que traduzido do inglês significa “tempestade de ideias” e tem o objetivo de levantar o máximo de informações por meio do conhecimento das pessoas envolvidas na reunião, gerando assim possíveis causas para o efeito (Costa, 2018). Existem diversas variações no modo de usar o diagrama, dependendo do efeito, onde não necessariamente é obrigatório empregar os “6Ms”; em visão geral o diagrama pode ser representado de acordo com a Figura 2:

Figura 2: Representação do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Werkema (2012).

2.1.3.2. Método 5W2H

Segundo Grosbelli (2014) é uma ferramenta eficaz para a organização e mapeamento de informações, e consiste em organizar estrategicamente através de um plano de ação, atividades pré-estabelecidas que precisam ser desenvolvidas de forma objetiva, buscando responder as sete perguntas a seguir e conforme ilustrado na Figura 3: o que será feito (*What*)? – quando será feito (*When*)? – quem fará (*Who*)? – onde será feito (*Where*)? – por que será feito (*Why*)? – como será feito (*How*)? – quanto custará o que será feito (*How much*)? (Werkema, 2012).

Figura 3: Representação do Método 5W2H

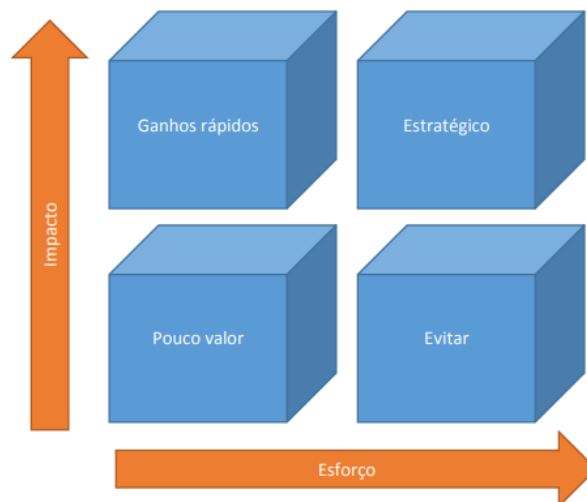
Método do 5W2H			
5W	What	O que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por que?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada essa ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custará para executar a ação?

Fonte: Grosbelli (2014).

2.1.3.3. Matriz de Esforço / Impacto

Para De Holanda *et al* (2013), a Matriz de Esforço / Impacto permite priorizar soluções que tragam benefícios para a organização e devem estar alocadas de acordo com seus esforços e impactos. Marto (2017) define o conceito de “esforço” podendo ser a combinação de um ou mais fatores como esforço econômico/financeiro, tempo e dificuldades diversas como mudanças, ter de realizar novos treinamentos, aplicação de novos processos. Ainda define “impacto” como também uma combinação de um ou mais fatores, podendo ser o aumento de produtividade da empresa, redução no tempo de execução de uma atividade, lucros alcançados, nível de satisfação dos clientes, entre outros. A Figura 4 ilustra como a matriz é disposta.

Figura 4: Representação Matriz Esforço / Impacto



Fonte: Marto (2017).

Marto (2017) cita as quatro possíveis classificações da matriz, sendo elas: a) Pouco Valor, quando uma mudança não requer alto esforço e também não possui grande impacto, sendo uma tarefa que ocupará recursos sem retornos; b) Ganhos Rápidos, são usados muitas vezes como estratégia motivacional em grandes mudanças, por meio da evidência de alcançar objetivos com grande impacto, obtidos com pouco esforço; c) Evitar, uma mudança que envolve grande esforço e com ganhos pequenos, podendo gerar grande resistência e podem fazer sentido se o objetivo for reformular processos pouco eficientes de caráter operacional; d) Estratégico, são mudanças que requerem grande preparação e planejamento, ocorrendo quando há a necessidade de alterações profundas e devem estar alinhadas com os objetivos do negócio.

2.1.3.4. Ciclo PDCA

Idealizado pelos ilustres americanos conhecidos pela relevante história recente da gestão da qualidade, Walter Andrews Shewhart e William Edwards Deming idealizaram um ciclo composto por quatro etapas fundamentais de um processo recorrente que visa a melhoria contínua (Paladini *et al.*, 2012). Segundo Junior (2010), é uma metodologia que tem como função auxiliar no diagnóstico, análise, e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil para solução de problemas. Werkema (2013) ainda ressalta que o ciclo PDCA não deve ser confundido com uma ferramenta, e sim um método de gestão representando um “caminho a ser seguido” para que as metas estabelecidas sejam atingidas e então deve-se empregar ferramentas analíticas e estatísticas para coletar e processar as informações para a condução das quatro etapas do ciclo.

De acordo com Andrade (2003), as quatro etapas distintas do ciclo PDCA são:

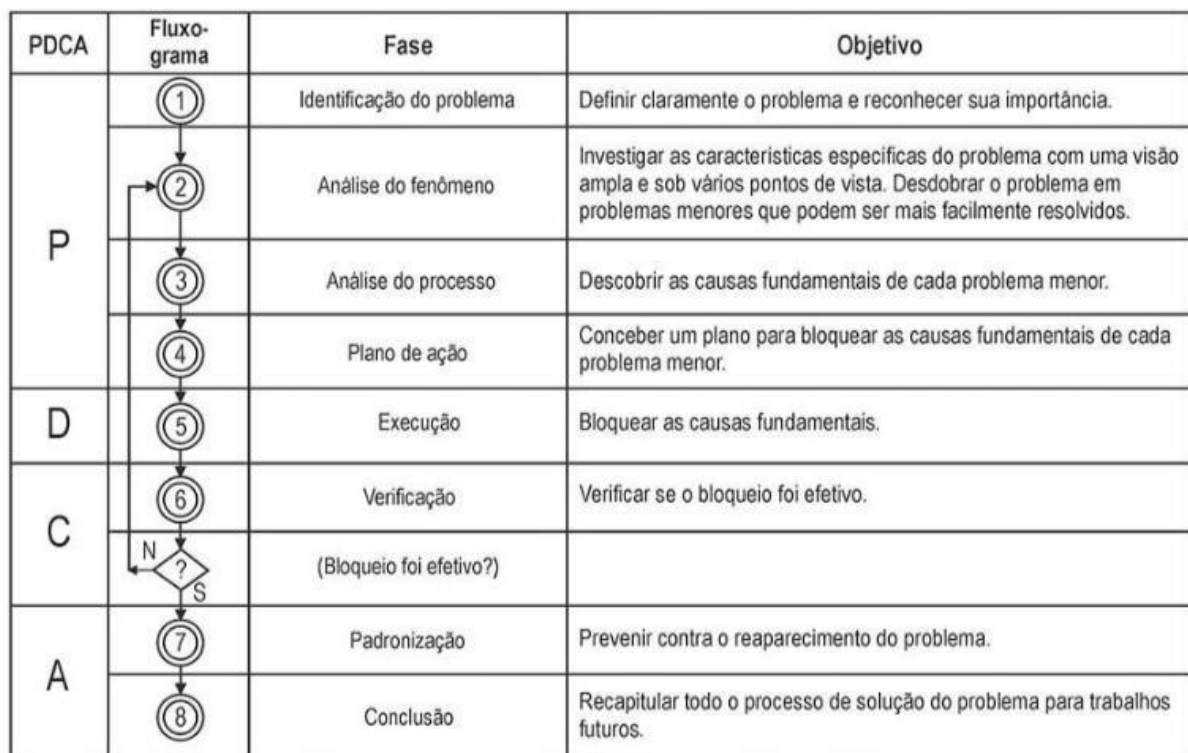
Plan (Planejar) – deve-se estabelecer os objetivos e os processos necessários para gerar resultados. Esta etapa é responsável pela localização do problema, estabelecimento de uma meta, análise do fenômeno utilizando métodos estatísticos, análise do processo - recomendado utilizar diagrama de causa e efeito - e elaboração de um plano de ação. É extremamente importante o envolvimento, coleta e análise de dados para o estudo do problema em questão (Slack *et al.*, 2018).

Do (Fazer) – aqui deve-se implementar os processos, executando as ações estabelecidas no plano de ação que foram definidas na etapa anterior (*Plan*), dentro de um cronograma determinado e bem estruturado. Além disso, treinar os envolvidos para a execução das ações planejadas (Deming, 1990).

Check (Checar) – nesta etapa parte-se para a verificação da eficácia das ações realizadas na etapa anterior (*Do*), sendo possível comparar os resultados entre o que foi planejado e o executado e verificação de continuidade ou não do problema.

Act (Agir) – na etapa final do ciclo, é a etapa responsável pela padronização dos procedimentos implementados na etapa “*Do*” junto a comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do padrão caso os resultados sejam satisfatórios, ou seja, a meta ter sido alcançada. Para Werkema (2013), em casos contrários - um plano não efetivo - deve-se agir sob as causas do não atingimento da meta. A Figura 5 ilustra o ciclo PDCA pela filosofia de resolução de problemas de Campos (2013):

Figura 5: Representação do Ciclo PDCA



Fonte: Campos (2013).

2.1.3.5. Relatório A3

Batizado como *Report A3* (Relatório A3), é considerada uma poderosa ferramenta para estruturar uma gestão do Ciclo PDCA, possibilitando um entendimento aprofundado do problema em questão e sua solução (Sobek; Smalley, 2011). Lee e Kuo (2009) descrevem que o Relatório A3 pode ser uma maneira de “olhar com novos olhos” identificando um problema especificado pela observação direta ou experiência, tendo assim a possibilidade de definir esse

problema pela perspectiva do condutor. Reforçado por Sobek e Smalley (2011), o Relatório A3 não pode ser desenhado por uma pessoa “dentro de seu cubículo de trabalho”. Shook (2008) define o Relatório A3 como a manifestação visual – representação - de um processo de pensamento de resolução de problemas envolvendo um diálogo contínuo entre o time solucionador de um problema e a liderança que deve orientar, suportar e remover os obstáculos. Shook (2008) ainda relata que o Relatório A3 deve ser “contado” assim como uma história daquele problema para que todos possam entender, seguindo o fluxo de início “do lado de cima esquerdo até o lado de baixo direito”. A estrutura do Relatório A3 para solução de problemas é composta por sete etapas, segundo Shook (2008) e como mostra a Figura 6:

A primeira etapa é a definição do problema, considerando onde se encontra e onde gostaria de chegar, através de ferramentas estatísticas e analíticas. Deve-se considerar “quando” o problema aconteceu, “onde” aconteceu, “o quê” gerou a investigação, a “frequência” em que ocorre e o “impacto” gerado (Skook, 2008).

A segunda etapa se diz a compreensão da situação atual, e deve ser baseada em dados e fatos para que se haja maior confiabilidade das informações. Ferramentas como mapeamento de processos e histograma, podem ser usadas para viabilizar a análise de dados para possíveis causas raiz (Sobek; Smalley, 2011).

A terceira etapa é a de definição de metas, e devem partir de um princípio SMART (S – específica, M – mensurável, A – alcançável, R – relevante, T – temporal) (Womack; Jones, 2004).

A quarta etapa parte-se para a determinação das causas, onde, uma vez feita a análise da situação atual, deve-se partir para a investigação das causas raiz. Técnica comum para causas raiz é a ferramentas Diagrama de Causa e Efeito (Sobek; Smalley, 2011).

A quinta etapa se resume na validação de propostas de solução, que depois de encontradas e compreendidas o porquê as causas acontecem, deve-se listar uma série de contramedidas que poderiam investigar mais a fundo e solucionar as causas raiz encontradas, e assim filtrar as mais relevantes. (Sobek; Smalley, 2011).

A sexta etapa é a consolidação das propostas da quinta etapa, a construção e execução de um plano de ação. Assim como dentro do Ciclo PDCA, ao elaborar um plano de ação deve-se levar em consideração quem estará envolvido, o por quê, o quê, quando e como será entregue; o plano de ação pode ser estruturado através da ferramenta 5W2H (Shook, 2008).

A sétima e última etapa refere-se ao monitoramento dos resultados, e devem ser acompanhados em tempo real através de ações e indicadores para validação da efetividade das ações propostas e padronização das lições aprendidas ao final (Womack; Jones, 2004).

Figura 6: Relatório A3

Título: Sobre o que você está falando?		Resp./Data
I. Contexto Por quê está falando sobre isso?		
II. Condições atuais Como estão as coisas hoje? - Mostre visualmente utilizando quadros, gráficos, desenhos, mapas, etc. Qual é o problema?		
III. Objetivos/Metas Que resultados específicos são exigidos?		
IV. Análise Qual é a(s) causas(s) raiz do problema? - Selecione a ferramenta de análise de problemas mais simples que mostre claramente a relação causa e efeito.		
	V. Contramedidas propostas Qual é a sua proposta para atingir a situação futura, a condição alvo? Como suas contramedidas recomendadas afetam a causa raiz para atingir a meta?	
	VI. Plano Que atividade serão necessárias para a implementação e quem será responsável pelo quê e quando? Quais são os indicadores de desempenho ou de progresso? - Incorpore um gráfico de Gantt ou diagrama similar que mostra as ações/resultados, cronograma e responsabilidades. Pode incluir detalhes sobre formas específicas de implementação.	
	VII. Acompanhamento Que problemas podem ser antecipados? - Assegurar um PDCA contínuo. - Capture e compartilhe o aprendizado.	

Fonte: Adaptado de Shook (2008).

2.1.3.5.1 Meta SMART

Considerado o “pai” da administração moderna, Peter Ducker (1909-2005) apresentou em seu livro “As Práticas do Gerenciamento” (1954) a ferramenta meta SMART, para a definição de metas e objetivos *Smart* (inteligentes). Cardoso (2018) define a meta SMART como um anagrama das palavras em inglês: *Specific* (específico), *Measurable* (mensurável), *Attainable* (alcançável), *Relevant* (relevante) e *Time Bound* (temporal), e juntas formam os cinco conceitos:

- Específicos, tendo de ser claras e detalhadas em seu propósito;
- Mensuráveis, tendo de haver formas claras e assertivas para mensurar resultados;
- Atingíveis, tendo a meta de ser realista e alcançável e não visar o improvável;
- Relevante, tendo de ser alinhada e relevante para o contexto que está inserida;
- Temporal, devendo ter um prazo definido para a meta ser atingida, estabelecendo um limite de tempo.

2.1.3.6. Gestão Visual

O *Lean Institute Brasil* (2009) define gestão visual como um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua que integra ferramentas visualmente simples, que possibilitam o entendimento através de uma “rápida olhada” da situação atual, possibilitando que todos possam ver e entender a mesma coisa tornando a situação mais evidente e transparente.

Vale considerar como um processo criativo de um espaço de trabalho organizado que elimina déficits de atenção, fornecendo informações em tempo real sobre o *status* do trabalho, com uma combinação de sinais visuais simples, permitindo que os colaboradores compreendam melhor qual vossas influências sob os resultados globais da organização (Galsworth, 2017). No cenário de *Lean Manufacturing*, a gestão visual tem o objetivo de implementá-lo de maneira mais simplificada, onde todas as informações relacionadas a determinado setor são liberadas e comunicadas aos funcionários (Schultz, 2017).

2.1.3.6.1. Kanban

Dentro de práticas de gerenciamento visual do STP, a ferramenta *Kanban* é definida como um mecanismo de controle de fluxo de material e controla a quantidade apropriada no tempo apropriado - análogo ao *just in time* - na produção de determinado produto e começou a ser usado mundialmente através de um sistema de cartões para gerir entregas e/ou produção de peças e matérias-primas (Junior; Gordinho Filho, 2010). Apesar de a princípio seu foco ser evitar desperdícios dentro da produção, muitas companhias usam esse sistema para ordens de produção, programação de cronogramas, listas de materiais e até mesmo como fluxo de informação (Junior; Gordinho Filho, 2010).

É um processo que ao longo dos anos foi se adaptando conforme as necessidades que as empresas enfrentavam e acabou se tornando um método “empírico”. O seu fundamento básico é o de um sistema puxado, sob demanda, onde atividades se interdependem para o fluxo seguir.

Segundo Anderson (2013), a forma mais popular de coordenação *kanban* é a de “mural de cartões”, conforme mostra a Figura 7, onde todo o fluxo do processo é mapeado em etapas e alocadas em colunas no mural; neste mural devem conter os itens/atividades deste fluxo de processos em suas respectivas colunas, e só podem ser movidas para a próxima etapa se os itens dependentes da etapa em questão tiverem sido concluídos.

Figura 7: Exemplo de um mural de cartões *kanban*



Fonte: Anderson (2013).

2.1.3.7. Total Productive Maintenance (TPM)

Considerado como uma abordagem de “manutenção inovadora”, o TPM é usado para otimizar a efetividade dos equipamentos, eliminar quebras e promover manutenção autônoma envolvendo toda a equipe de trabalho, do chão de fábrica à gerência (Jain *et al.*, 2014). Pautando otimização de equipamentos, Yamaguchi (2005) destaca dois pontos:

- OEE (*overall equipment effectiveness*) – atingir a eficiência global mediante melhoria da qualidade dos equipamentos que são utilizados atualmente.
- LCC (*life cycle cost*) – elaborar o projeto LCC de novos equipamentos adquiridos e entrada imediata em produção.

Para atingir a OEE, deve-se visar a eliminação de perdas que prejudicam essa eficiência, identificando-as e realizando análises estatísticas dos equipamentos objetivando a determinação de um problema (Yamaguchi, 2005). Segundo Jain *et al.* (2014), os tipos de perdas no TPM são: perdas por quebra, perdas por prolongada troca de ferramentas, perdas por espera, perdas por velocidade reduzida comparado ao padrão, perdas por defeitos de produção e perdas por quebra de rendimento.

2.2. Manutenção

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2004), descreve-se o termo manutenção como o conjunto das ações que são necessárias para que um item possa ser conservado ou restaurado, e assim, executar as funções para as quais foi desenvolvido, e que ainda, as intervenções têm o papel de reduzir as degradações do componente e maximizar a vida útil dos equipamentos. Portanto, deve apresentar foco em recuperação e reparo dos componentes para um adequado funcionamento (Almeida, 2018).

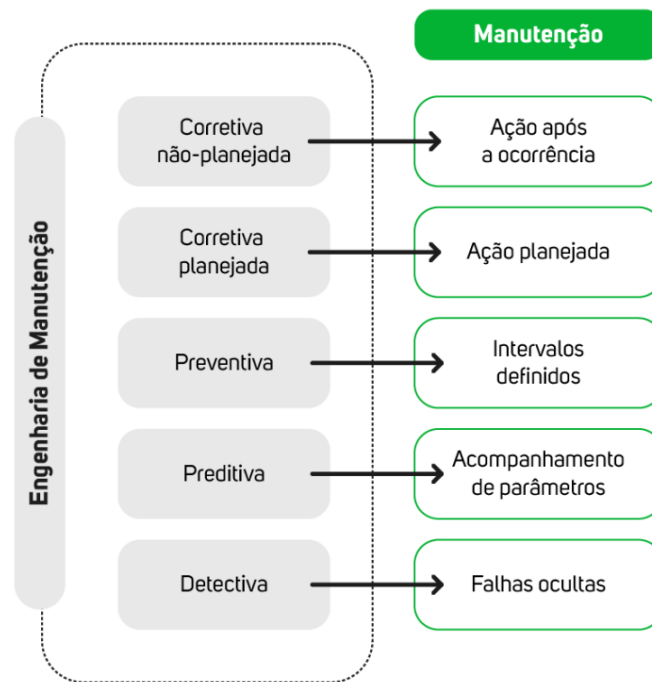
Um processo de manutenção eficiente deve buscar conciliar os objetivos abaixo classificados, a fim de fornecer um produto de qualidade (Slack *et al.*, 2018):

- Aumentar a qualidade do produto.
- Reduzir custos.
- Proporcionar melhoria no ambiente de trabalho.
- Aumentar a segurança da operação.
- Desenvolver os profissionais.
- Proporcionar maior confiabilidade dos equipamentos.
- Resultar em maior disponibilidade de operação.
- Maximizar a vida útil dos componentes.
- Preservar o meio ambiente.
- Resultar em um maior poder de investimento.

2.2.1. Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção são considerados de acordo com o modo de intervenção, e são classificados em seis principais definições, de acordo com diversos autores na Figura 8, sendo elas: manutenção corretiva planejada e não planejada, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção (Kardec; Nascif, 2019).

Figura 8: Tipos de Manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2019).

2.2.1.1. Manutenção Corretiva não-Planejada

Tipo de manutenção que ocorre após a falha ou perda de desempenho de um equipamento sem que haja tempo para a preparação dos serviços, implicando em altos custos, interrupção da produção e realização de manutenção inesperada podendo desencadear perda na qualidade do produto (Nogueira *et al.*, 2012), ou seja, é a correção da falha de maneira aleatória - que foge do normal - ou desempenho menor que o esperado (Otoni; Machado, 2008).

2.2.1.2. Manutenção Corretiva Planejada

Tipo de manutenção que ocorre para correção do desempenho menor que o esperado ou da falha por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou decisão de operar até a quebra (Nogueira *et al.*, 2012), agindo sob a alteração de parâmetros que são observados na manutenção preditiva, detectiva, inspeções de manutenção ou prescritivas, tendo um custo menor quando comparada a uma intervenção inesperada - manutenção corretiva não-planejada (Kardec; Nascif, 2019).

2.2.1.3. Manutenção Preventiva

Tipo de manutenção que ocorre a intervenção antes do evento danoso, visando diminuir as probabilidades de falhas de manutenção dos equipamentos por meio de planos de controle, ou planos de manutenção, preestabelecidos incluindo limpeza, lubrificação, entre outras atividades (Slack *et al.*, 2018), assim dizendo, ocorre com o equipamento operando em perfeitas condições, definindo um período de parada programada dos equipamentos para serem mantidos (Nogueira *et al.*, 2012).

2.2.1.4. Manutenção Preditiva

Tipo de manutenção que consiste no acompanhamento e medição de parâmetros diversos dos equipamentos durante seu pleno funcionamento e só há a intervenção caso o responsável pela manutenção identificar alterações que possam vir a gerar possíveis falhas no equipamento (Marques; Brito, 2019), logo, é baseada na condição dos sintomas do equipamento e se necessário, aciona uma manutenção corretiva planejada (Slack *et al.*, 2018).

Almeida (2018) ainda ressalta que é uma condição para incrementar a produtividade, a disponibilidade, a qualidade, o lucro, e a efetividade da produção, induzindo uma abordagem que forneça informações a respeito da condição mecânica do equipamento, delineando o tempo da ocorrência de falha possibilitando a tomada de decisões com antecedência e programação das atividades corretivas conforme a necessidade.

2.2.1.5. Manutenção Detectiva

Tipo de manutenção que consiste na atuação de sistemas de proteção que procuram detectar falhas ocultas ou aquelas que um humano não é capaz de identificar, sendo o pessoal de operação ou manutenção. É comumente confundida com manutenção preditiva, que é baseada na coleta periódica de dados referentes a nível de vibração do equipamento, temperatura, pressão, tensão, entre outros; já a detectiva se diferencia pelo monitoramento em tempo integral dos equipamentos procurando por anomalias não visíveis aos operadores, buscando informações primárias de falhas e quebras de componentes (Cardoso, 2022).

Basicamente, consiste na atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle e em verificações feitas por especialistas detectando ocorrências que estão ocultas e necessitam de correção, sempre mantendo os equipamentos em operação (Kardec; Nascif, 2019).

2.2.1.6. Engenharia de Manutenção

Tipo de manutenção que fomenta inovação na rotina das atividades e na aplicabilidade de melhoria contínua para o departamento de manutenção, e tem o embasamento de aplicar modernas técnicas na busca de maximização de fatores dentro da área (Kardec; Nascif, 2019).

Nas palavras de Cardoso (2022), empresas que praticam engenharia de manutenção estão realizando além de um acompanhamento preditivo de seus equipamentos e máquinas, mas também alimentam sua estrutura de dados e informações sobre manutenção que irão lhes permitir realizar análises e estudos para proposição de melhorias no futuro.

2.2.2. *Wrench Time*

De acordo com a organização *Society for Maintenance and Reliability Professionals* (SMRP) (2017), *wrench time* é uma métrica utilizada para medir o tempo gasto com esforço físico na execução de determinada tarefa designada, e determinar o tempo de trabalho real de valor do operador, traduzindo a eficiência e produtividade dessa atividade de manutenção (Rizilan, 2018). Sua coleta é feita através de amostragens de trabalho, realizando o acompanhamento e observação de pessoas e atividades nos postos de operação.

Para Dederichs e Blanco (2018), *wrench time* é a parcela de tempo empregado em atividades de manutenção que agregam valor ao trabalho, traduzido como “tempo de ferramenta na mão”, e não contempla o tempo em que os trabalhadores estão em deslocamento, reuniões, esperas e outras diversas atividades que devem ser consideradas como desperdício. Em seus componentes de definição, estão as categorias de tempos (SMRP, 2017):

Não Produtivo e Necessário, é o tempo não diretamente utilizado para cumprir a tarefa, mas é necessário para sua execução. Por exemplo: tempo de espera involuntário, instruções de equipe, pausas pessoais, deslocamento.

Não Produtivo e Desnecessário, é o tempo não diretamente utilizado para cumprir a tarefa, e não contributivo para sua execução - atividades fora do escopo da tarefa e que não agregam valor.

Tempo de valor, é o *wrench time* em si, o tempo de “trabalho com a ferramenta na mão”.

A teoria do *wrench time* pelo SMRP (2017), categoriza os tempos em diferentes situações que podem impactar o andamento das atividades e torná-las não produtivas. Para organização dos dados da coleta, foram segmentados os tempos da pesquisa de acordo com o SMRP (2017) ilustrados na Figura 9.

Figura 9: Categorias de tempos na análise *wrench time*



Fonte: Adaptado de SMRP (2017).

Para calcular o percentual *wrench time*, utiliza-se a Equação (1) a seguir:

$$\text{Percentual Wrench Time} = [\text{Wrench Time (horas)} / \text{Tempo total (horas)}] \times 100 \quad (1)$$

A SMRP (2017) define que o padrão de qualidade de *wrench time*, o chamado *best in class* – traduzido como “melhor da categoria” - seja um percentual mínimo de 55 %; portanto, o fundamental é que a meta de uma análise *wrench time* esteja acima de 55 %, representando um trabalho de valor com alta produtividade executado durante o tempo total da atividade.

3 METODOLOGIA

3.1. Caracterização da pesquisa

De acordo com Nascimento (2016), as tipologias de pesquisas são diversas podendo ser diferenciada à natureza, aos métodos ou abordagens metodológicas, quanto aos objetivos e aos procedimentos.

A natureza desse trabalho é classificada como pesquisa aplicada, pois é dedicada à geração de conhecimento para solução de problemas específicos e pode ser chamada de proposição de planos (Nascimento, 2016), com seu interesse prático em oferecer solução real (Fiori; Bezerra, 2018). Sua abordagem é de caráter e abordagem qualitativa e quantitativa pois se baseia em observação de fenômenos da realidade (Nascimento, 2016) juntamente a análise de dados numéricos (Gonzales *et al.*, 2018) com objetivo exploratório que busca através da pesquisa proporcionar clareza e proximidade com o problema, com o intuito de construir hipóteses (De Paula *et al.*, 2016). O processo metodológico é o de estudo de caso, que para Yin (2001) se classifica como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na vida real. Visa à investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações (Ventura, 2007).

3.2. Técnicas de coletas de dados

Tal qual como Kripka *et al* (2015) descreve, o tipo de técnica para investigação e coleta de dados foi o de pesquisa documental, coletando dados com fontes primárias - diretamente com a empresa - complementarmente com o auxílio de pesquisa bibliográfica e contribuições científicas relacionadas ao tema desse trabalho; ainda, é considerado como um método não-intrusivo.

Para estruturar o escopo da pesquisa e delimitar um prazo, foram definidos os seguintes aspectos: o período das coletas, a quantidade de atividades de inspeção a serem acompanhadas, a metodologia de acompanhamento, os responsáveis e como seriam registradas as informações coletadas.

O período estipulado para as coletas foi entre a primeira e terceira semana de março de 2023, e definido que seriam acompanhadas dez atividades em dez dias, onde somente três mecânicos eram responsáveis por esse tipo de atividade e o cronograma de acompanhamento

precisou seguir a programação de manutenção para a possibilidade de acompanhar o ciclo completo com os três diferentes mecânicos realizando esse mesmo tipo de atividade.

No total foram acompanhadas nove atividades de inspeção, pois em um dos dias planejados um mecânico faltou ao trabalho por motivos pessoais.

Os acompanhamentos foram realizados pela estagiária e o supervisor de manutenção, no primeiro turno de operação, com um instrumento relógio analógico para medir os tempos e um *tablet* para registrar as observações das etapas que seriam acompanhadas ao longo das atividades.

Os tempos eram medidos através do relógio analógico ao início e fim de cada etapa que o mecânico realizava, desde realmente executar a atividade que foi designado, procurar ferramentas na oficina, a olhar mensagens no telefone celular ou ir ao banheiro. Todos esses movimentos eram detalhados em notas de texto no *tablet* e foram registrados vídeos e fotos para serem analisados posteriormente.

3.3. Técnicas de análise de dados

Como técnica de análise, foi utilizada a teoria do SMRP (2017) sobre *wrench time* para avaliação de tempo de valor e desvios que não agregam valor às atividades de manutenção. Posteriormente, os dados foram organizados em uma ficha de detalhamento – Figura 12, capítulo 4 Resultados e tópico 4.3.2 II – Condições atuais - para categorização dos tempos e desvios, por meio do estudo aprofundado das notas tomadas e das fotos e vídeos das inspeções.

3.4. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre práticas e ferramentas do *Lean Manufacturing*, para utilização do diagrama de causa e efeito/Ishikawa no entendimento das causas raiz, e elaboração de plano de ação com o 5W2H.

Após definir o escopo da pesquisa, coletar os dados por meio de acompanhamentos em área das atividades de inspeções e analisar os dados através de definição de tempo de valor, foram realizadas três reuniões de *braistorming* – significa “chuva de ideias” - com o departamento de Manutenção, para identificar possíveis causas raiz dos desvios identificados na execução das atividades de inspeção das despachadeiras, e depois foram propostas soluções para estes desvios e priorizadas as que faziam sentido para o atual momento da área de Manutenção.

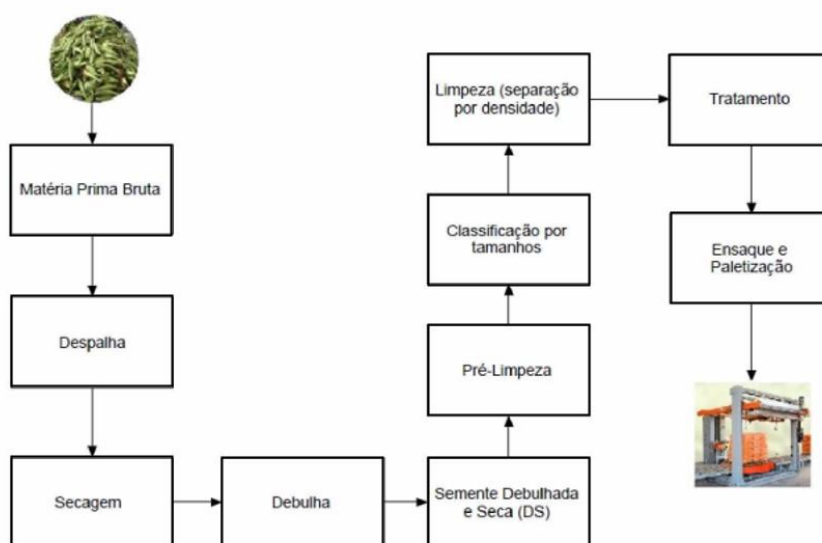
4 RESULTADOS

4.1. Caracterização da empresa

A empresa desse estudo é uma multinacional atuante no ramo de biotecnologia e opera em duas divisões, sendo elas: agronegócio e área da saúde. A divisão do agronegócio como a mais recente, opera com sementes de milho, soja e algodão, e com soluções para agricultores como produtos do tipo defensivos agrícolas e químicos para tratamento de sementes. A divisão da área da saúde, atua como farmacêutica operando com soluções em medicamentos, vacinas e tratamentos.

As unidades que processam sementes são as chamadas usinas de beneficiamento, e são subdivididas pelos tipos de sementes. A usina desse estudo beneficia sementes de milho e fica localizada em uma cidade no estado de Minas Gerais, sendo responsável por ensacar sacos de sementes para plantio. O processo de beneficiamento da usina opera com etapas esquemáticas, e pode ser representado igualmente pelo fluxograma de Saraiva (2017) na Figura 10:

Figura 10: Fluxograma de beneficiamento de sementes



Fonte: Saraiva (2017).

Todo ano, a usina passa por dois períodos importantes em suas operações, as chamadas safras verão, que acontecem entre o primeiro semestre do ano e as safras inverno, que acontecem na segunda metade do ano; a quantidade de meses que compõe uma safra pode variar. O período de “pausa” entre uma safra e outra é chamado de entressafra e é o período em que não há beneficiamento.

A usina possui dois principais setores compostos por subprocessos: setor de Recebimento, que se divide em Despalha, Secagem e Debulha, e o setor da Torre, dividida por Pré-Limpeza, Classificação, Tratamento e Ensaque. O processo analisado dentro do estudo é a Despalha, o primeiro processo do Recebimento, sendo responsável pela retirada da palha da matéria prima bruta - os chamados híbridos, que são espigas de milho geneticamente modificadas - para que sigam à Secagem. A linha de produção da Despalha possui uma série de equipamentos chamado de despalhadeira, que retira a palha do híbrido, e é considerado como um dos equipamentos mais críticos de toda a usina, dado que inicialmente a matéria prima bruta (híbridos) passa por ele; portanto, caso venha a falhar e não esteja em condições de execução, o processo de produção será impactado significativamente e não pode continuar. A usina opera durante vinte e quatro horas durante os sete dias da semana, e as operações são alternadas em escalas de três turnos diariamente, com todas as áreas operando alinhadas.

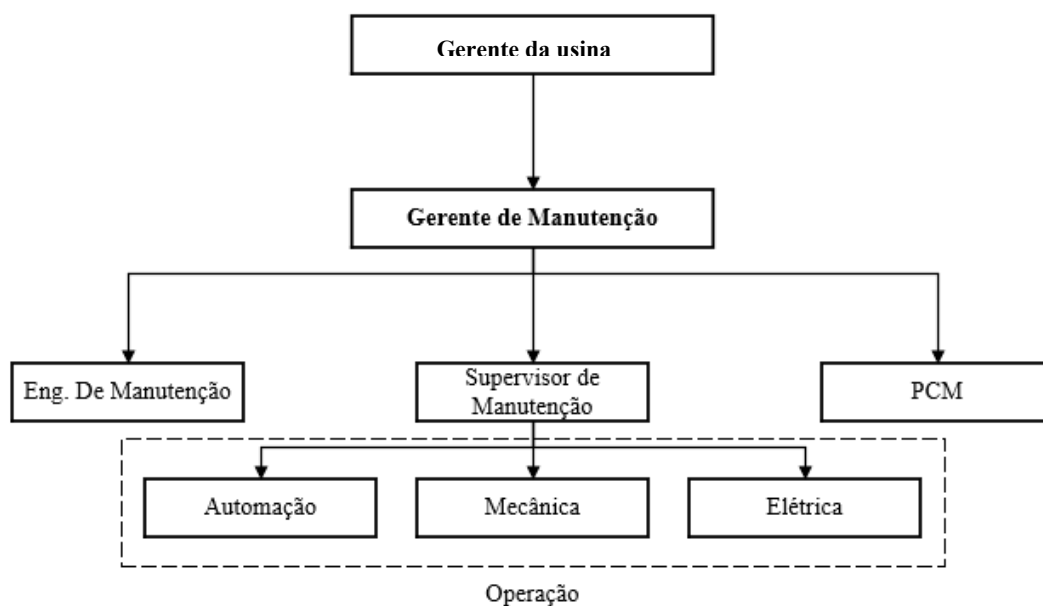
Dentre as distintas áreas, com distintas responsabilidades na usina, a Manutenção é a responsável pela entrega de OEE dos equipamentos de produção, entre eles, as despalhadeiras, minimizando intervenções inesperadas e garantindo que estes equipamentos estejam disponíveis e confiáveis para operação.

4.2. Mapeamento da realidade empresarial

Para garantir a conformidade de normas de qualidade dos processos, a área de Manutenção conduziu uma auditoria interna, realizada por membros da própria equipe. Através dessa auditoria, foi realizada a análise de *wrench time* com o objetivo de identificar e reduzir os desperdícios de atividades que não geram valor. A análise permitiu um melhor entendimento da produtividade nas operações, direcionando esforços para mitigar as inconformidades encontradas.

A estrutura de Manutenção na usina é representada na Figura 11. Para a qualidade de seus processos, a área segue todos os tipos de manutenção citados no tópico de fundamentação teórica e segue os princípios do TPM como estratégia principal, alinhada às melhores práticas do mercado. Para a realização dessa pesquisa, será considerada somente a manutenção do tipo preventiva, devido as intervenções no equipamento despalhadeira serem programadas através de um plano de execução que não impacta o processo produtivo.

Figura 11: Estrutura de Manutenção da usina



Fonte: Autoria própria.

Uma das estratégias embasadas no TPM que a Manutenção utiliza, é a de realizar manutenções preventivas com intervenções programadas em equipamentos da usina. Através de um estudo corporativo detalhado, foram definidos como críticos alguns equipamentos cujo ocorra falha de funcionamento, impactarão consideravelmente o processo de beneficiamento. Portanto, manutenções do tipo preventiva - que visam antecipar falhas de integridade - são consideradas como prioridade no cronograma de manutenção. A equipe de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) trabalha com a programação da rotina das atividades de manutenção a serem realizadas juntamente com o engenheiro e supervisor de manutenção, e são definidas por meio da captação de necessidade de intervenções em equipamentos que entraram em falha e/ou intervenções preventivas em equipamentos críticos de toda a usina.

Para a realização das atividades, é necessária a ordem de manutenção (OM), que vem acompanhada de um plano de manutenção, sendo uma lista de tarefas detalhando as etapas de como realizar aquela atividade. Uma OM é basicamente um relatório que possui diversas informações sobre a atividade proposta, e deve conter: o título e descrição da intervenção a ser realizada, o tempo necessário para realização, a etiqueta de identificação do equipamento em área, data e turno programado para realizar a intervenção, o plano de manutenção – a lista de tarefas, e uma folha de verso para registro do que foi executado e o tempo consumido na atividade. No início de toda semana de trabalho, a programação é montada e disponibilizada em um quadro *kanban* junto com as OM para gestão visual dentro da oficina de manutenção, e acompanhamento do progresso das atividades. Antes de iniciar as atividades, os operadores

precisam coletar as OM que lhes foram atribuídas e estão impressas junto a programação no quadro *kanban* e carregá-las em sua bolsa de ferramentas individual.

Após realizar a OM, cada executante - no caso os operadores - precisa apontar/registrar na folha de verso desta OM o tempo de horas-homem (HH) utilizado para realizar a atividade, o que foi realizado na intervenção, e se houveram obstáculos para sua conclusão. O operador deve depositar a OM de volta no quadro *kanban* para que a equipe de PCM faça o lançamento dessas informações em um sistema de gestão *online*.

A engenharia de uma despalhadeira funciona através de rolos que giram intensamente para retirar a palha, possuindo dois modelos: com faca para materiais mais rígidos, e os comuns para materiais menos rígidos. Uma das práticas de intervenção preventiva em um equipamento é realizar a inspeção de elementos que o compõem; essas inspeções podem ser realizadas a olho nu do operador, ou com o auxílio de dispositivos digitais e analógicos. Uma OM da atividade de inspeção preventiva em despalhadeira, define executar a atividade com o equipamento parado e energia desligada com dispositivos de energia zero, abrir as proteções de partes rotativas, lubrificar e analisar a condição dos rolos, analisar motor e painéis de energia. Somente após fechar as proteções do equipamento e retirar o dispositivo de energia zero, deve-se dar partida no equipamento para medição da temperatura dos rolos, verificar o nível de graxa na lubrificação e outros componentes funcionando. Atualmente na usina, totaliza-se seis despalhadeiras na linha da Despalha.

As inspeções preventivas nas despalhadeiras são programadas para serem realizadas diariamente, uma vez ao dia e geralmente no primeiro turno, podendo variar pela quantidade de toneladas recebidas de matéria bruta – o que pode delongar a oportunidade de atuação, pelo processo mais longo de beneficiamento em maiores quantidades de toneladas recebidas. Como parte da estratégia interna da empresa, os equipamentos não podem ser interditados para realização de manutenções - ressalva para intervenções emergenciais – e é possível a execução somente por oportunidade enquanto o equipamento estiver ocioso, onde não estiver sendo utilizado para beneficiar. Tal oportunidade de atuação, será determinada e alinhada junto a equipe da área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) que é responsável pela programação de beneficiamento da usina; tal estratégia é chamada de “parada programada” do equipamento.

Depois de lançadas as informações no sistema de gestão *online*, o gerente e o engenheiro de manutenção acompanham o desempenho das atividades através de diferentes indicadores para embasar tomadas de decisões mais consistentes. Um dos indicadores da área é o de Utilização, e é calculado através da Equação (2), ilustrando o “aproveitamento” de horas-

homem (HH) nas atividades em um determinado intervalo de tempo, que variam entre diariamente, semanal, mensal e anualmente. A meta desse indicador por decisão corporativa, é de 90 % de utilização de HH em todos os intervalos de tempo citados.

$$\text{Utilização} = [\text{Tempo total utilizado (horas)} / \text{Tempo total programado (horas)}] \times 100 = \% \text{ de Utilização} \quad (2)$$

As inspeções preventivas em despalhadeiras são as únicas atividades que são executadas sistematicamente todos os dias na usina devido a criticidade do equipamento, portanto, foi a atividade selecionada para verificação do realizado em área através das auditorias.

Após iniciadas as auditorias em área, as primeiras inconsistências foram apresentadas: as OM estavam sendo apontadas com seu tempo total de planejamento – as 2 horas completas, enquanto o acompanhamento em área comprovou que as atividades estavam sendo realizadas com menor duração de tempo. O indicador de Utilização é fonte de direcionamentos estratégicos como planejamento de HH, planejamento de número de atividades por turno, e estudo da efetividade do trabalho de Manutenção. Inconformidades na produtividade deste indicador pode prejudicar a consistência nas circunstâncias em que é utilizado.

4.3. Propostas de melhoria

Para estruturação do estudo da problemática, o Relatório A3 foi utilizado através dos sete passos de Shook (2008), com o auxílio das ferramentas *Lean* citadas na fundamentação teórica para organizar os dados e informações. Para entendimento das condições atuais, foram realizadas as auditorias internas por meio de acompanhamentos em área e realizada análise do *wrench time* das inspeções preventivas em despalhadeiras. A análise consiste no acompanhamento destas atividades do início ao fim, cronometrando os tempos de cada uma das etapas realizadas pelos operadores de manutenção.

4.3.1. I - Contexto

Um plano de manutenção para a OM de inspeção preventiva em equipamentos de despalhadeiras contém nove tópicos críticos na lista de tarefas a serem seguidos para realizar uma inspeção que contemple quesitos de garantia e pleno funcionamento contínuo do equipamento. Entre os tópicos da lista de tarefas, têm-se a verificação do nível de graxa dos

rolos, pois o movimento elevado de rotação requer que os rolos estejam intensamente lubrificados para evitar o aumento de atrito e desgaste acelerado. Além disso, têm-se a verificação se os rolos estão bem alinhados e sem folgas entre si, pois se estiverem com largas folgas o material passa direto pelos rolos sem retirar sua palha. Outra verificação analisada é o desgaste desses rolos, pois se estiverem com a extremidade desgastada, perdem a eficiência de retirar a palha do material. Todas as verificações devem ser seguidas fielmente para precisão da funcionalidade do equipamento e garantia da vida útil dos rolos, evitando que sejam trocados de maneira antecipada desnecessariamente. O tempo planejado na OM de inspeção para realizar todas as etapas da lista de tarefas é de 2 horas, contemplando as seis despalhadeiras da linha de produção da Despalha, sendo aproximadamente 20 minutos para cada equipamento.

As nove atividades de inspeção acompanhadas durante o mês de março de 2023, evidenciaram o quão eficaz estavam sendo as verificações dos tópicos da lista de tarefas por parte dos mecânicos, e se o tempo apontado nas OM estavam condizentes com o executado em área.

4.3.2. II - Condições atuais

Depois de acompanhar as atividades em área e coletar as medições de tempo, foi necessária a organização destes dados. Todas as informações coletadas foram transcritas em uma ficha de detalhamento, com campos de preenchimento como: “Nome da Atividade”, “Turno”, “Hora início” e “Hora fim” e “Observações”. A Figura 12 ilustra o modelo utilizado para organizar as medições.

Figura 12: Modelo de ficha para detalhamento das atividades

Data:		Turno: 1º		Detalhamento Atividade - Inspeção Despalhadeira 1	
Atividade	Hora início	Hora fim	Observações		
Horário início					
Horário fim					
Tempo de duração	00:00:00				

Pausa

Espera

Deslocamento

Wrench time

Reunião

Planejamento

Instrução

Treinamento

Pessoal

Fonte: Autoria própria.

Ao lado direito da ficha, foram utilizadas as categorias de tempos de acordo com a teoria do SMRP (2017). Ao lado esquerdo da ficha, o campo “Atividade” foi preenchido com a ação realizada e sua respectiva duração nos campos “Hora início” e “Hora fim”. Ao meio da ficha, o campo “Observações” seria preenchido caso houvesse uma informação que o observador gostaria de registrar, além da classificação relacionando se aquela atividade despende tempo: i) não produtivo e necessário, ii) não produtivo e desnecessário e iii) tempo de valor (*wrench time*).

Depois de preenchidas as informações na ficha, as atividades foram coloridas ao lado esquerdo de acordo com a categoria de tempo em que pertence, por exemplo: se é tempo de “Pausa”, se é tempo de “Deslocamento” ou tempo de “*wrench time*” como mostra a Figura 13:

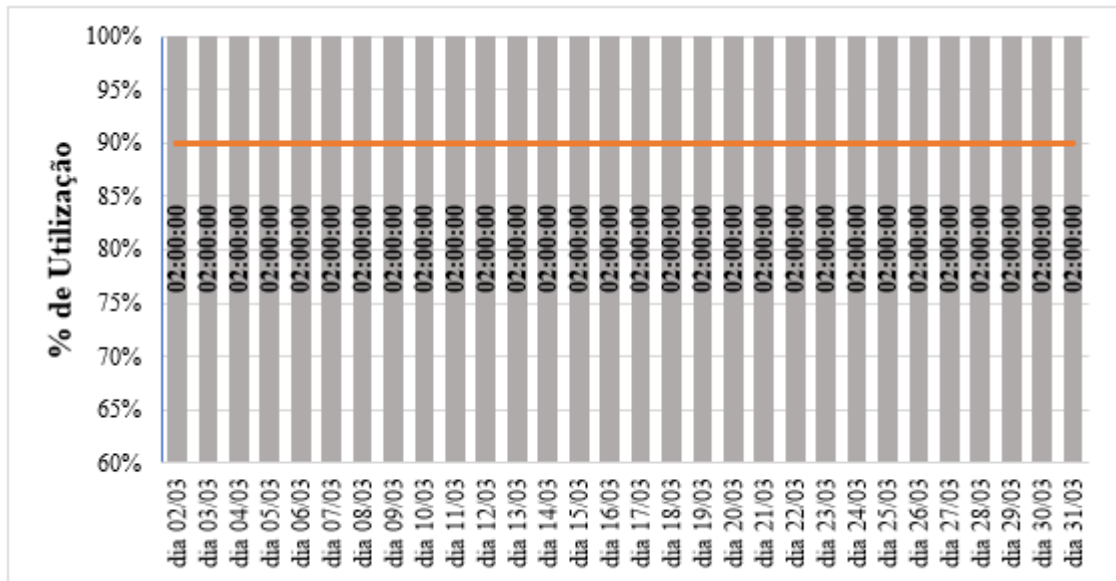
Figura 13: Detalhamento de uma ficha das medições de inspeção

Data: 10/06/2013		Turno: 1º	Detalhamento Atividade - Inspeção Despalhadeira 2		
Atividade	Hora início	Hora fim	Observações		Pausa
Horário Início	08:16:00				
Separação de JSA	08:16:00	08:20:52	Já tinha as ferramentas separadas - Não produtivo e Necessário		Espera
Abriu PT	08:20:52	08:25:01	Foi até o supervisor e responsável abriu a PT - Não produtivo e Necessário		
Voltar à oficina para pegar luva	08:25:01	08:28:57	Mecânico percebeu que estava sem luva e voltou à oficina para pegar - Não produtivo e desnecessário		Deslocamento
Lubrificação despalhadeira	08:28:57	08:51:59	Produtivo		
Ir a oficina pegar pano limpa	08:51:59	08:56:22	Não produtivo e desnecessário		Wrench time
Verificar nível da graxa da bomba	08:56:22	09:03:03	Mecânico teve de pausar a atividade para verificar nível de graxa na bomba e percebeu que tinha acabado - Não produtivo e Necessário		
Pausa para água	09:03:03	09:05:07	Não produtivo e Necessário		Reunião
Voltar à área	09:05:07	09:06:02	Não produtivo e Necessário		
Aguardar partida despalhadeiras	09:06:02	09:10:43	Não produtivo e Necessário		Planejamento
Inspeção despalhadeiras	09:10:43	09:19:04	Produtivo		
Organizar área	09:19:04	09:23:27	Limpou os excessos de graxa no chão e no maquinário - Não produtivo e Necessário		Instrução
Descartar panos de limpeza	09:23:27	09:23:47	Não produtivo e desnecessário		
Horário fim	09:23:47				Treinamento
Tempo de duração	1:07:47				Pessoal

Fonte: Autoria própria.

O indicador de Utilização contabiliza o total de HH trabalhadas em um intervalo determinado, e pode ser utilizado para medir o índice de utilização de HH de uma ou mais OM em específico. Para comparar com os resultados obtidos nos acompanhamentos em área, foram coletados através do sistema de gestão *online* da empresa, todos os apontamentos das OM do mês correspondente em que seriam feitos os acompanhamentos das inspeções de despalhadeira, e estão ilustrados no Gráfico 1.

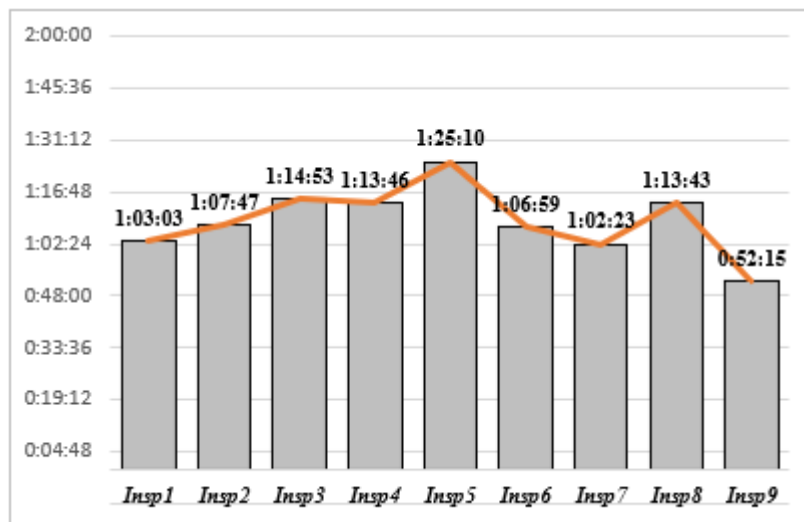
Gráfico 1: Apontamentos das OM referente ao mês dos acompanhamentos



Fonte: Autoria própria.

É possível observar que todas as OM realizadas nesse período, tiveram os apontamentos em tempo cheio em relação ao planejado, indicando que todo o tempo designado para a atividade foi utilizado, ou seja, 100 % de Utilização do HH. Entretanto, o Gráfico 2 mostra o resultado das atividades acompanhadas durante a pesquisa, sendo possível observar que nenhuma das nove inspeções contabilizou 2 horas de trabalho completos.

Gráfico 2: Duração das atividades de inspeção em área

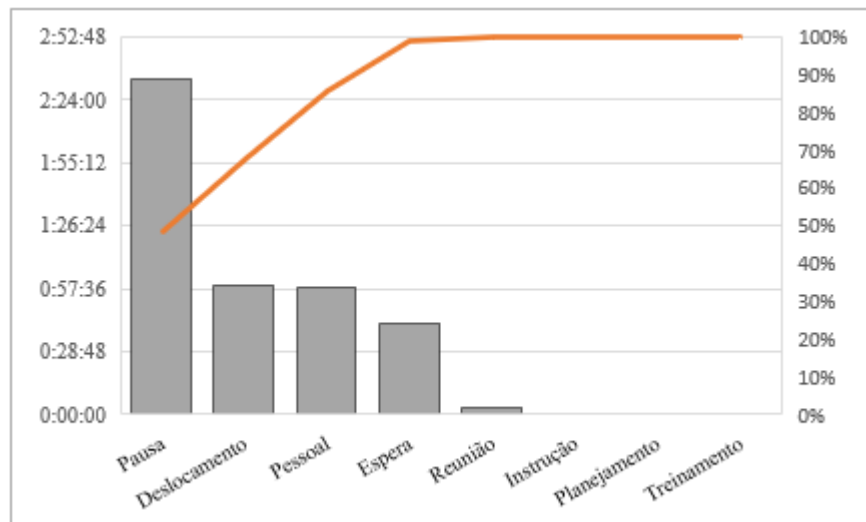


Fonte: Autoria própria

O Gráfico 2 também apresenta que não há um pico de concentração entre os valores e a distribuição é quase uniforme dentro do intervalo medido, ou seja, os valores são próximos entre si.

Em relação a análise do *wrench time*, quando estratificadas, as fichas de detalhamento trazem a evidência de que, atualmente, o maior tempo utilizado nas atividades acompanhadas são os tempos de pausa diversas, conforme o Gráfico 3 ilustra.

Gráfico 3: Gráfico estratificando os desvios da análise *wrench time*



Fonte: Autoria própria

Entre as observações realizadas, os tempos de pausa dos mecânicos se concentravam em:

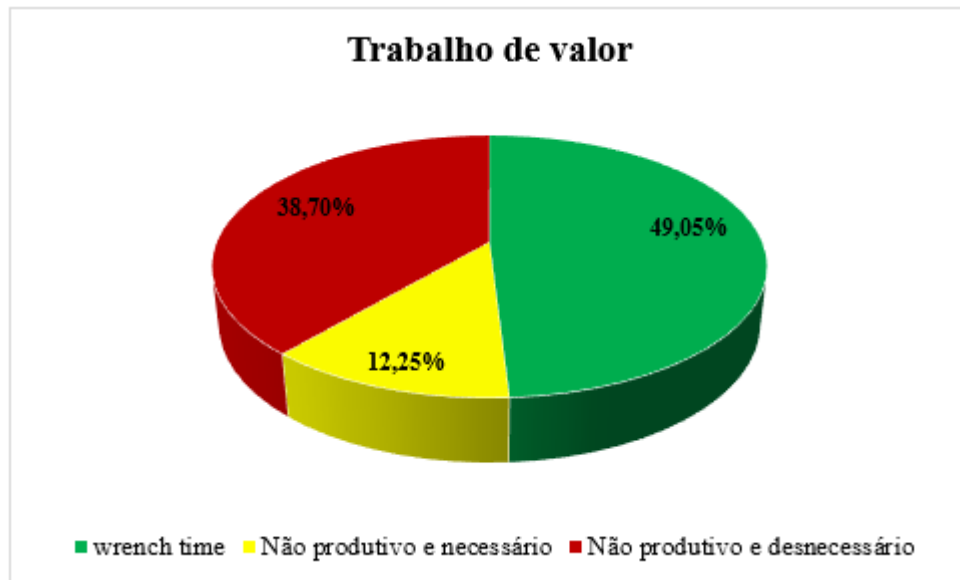
- Retorno excessivo à oficina, por esquecimento de equipamentos;
- Uso de celular em área, para uso pessoal ou para iluminar o local;
- Tempo ocioso na oficina antes de iniciar a atividade;
- Dificuldade em encontrar ferramentas pessoais, que estavam com outro colega mecânico, ou estavam em outro local fora da oficina;
- Tempo tentando realizar inspeção visual com o equipamento rodando, pois algumas despalhadeiras são mais difíceis de visualizar;
- Tempo limpando o local, por sujeira de graxa ou excesso de palha no local.

As nove coletas somam um total de 10h19m em inspeções. Em relação ao *wrench time*, somadas as horas de trabalho de valor, totalizam 5h04m, sendo assim possível calcular o fator de produtividade, como mostra a Equação (1):

$$\text{Percentual Wrench Time} = [5h04m/10h19m] \times 100 = 49,05 \% \quad (1)$$

Quando comparado ao padrão “*best in class*” de 55 %, o resultado demonstra que há margem aberta para oportunidade de melhoria nos processos, visto que não representa ao menos 50 % de todo o tempo total utilizado pelos mecânicos nas inspeções. O Gráfico 4 mostra o percentual equivalente ao trabalho de valor quando comparado às três classificações de tempo do *wrench time*.

Gráfico 4: Percentual das três classificações de tempo do *wrench time*



Fonte: Autoria própria

Através de interpretação, é observado que 4 horas representadas em 38,70 % de tempo não produtivo e desnecessário, foram verificadas nas atividades acompanhadas e são ilustradas nos desvios estratificados no Gráfico 3. Ao avaliar as causas raiz, será possível identificar quais são os fatores que levam à improdutividade nesse tipo de atividade de inspeções.

4.3.3. III – Objetivos / Metas

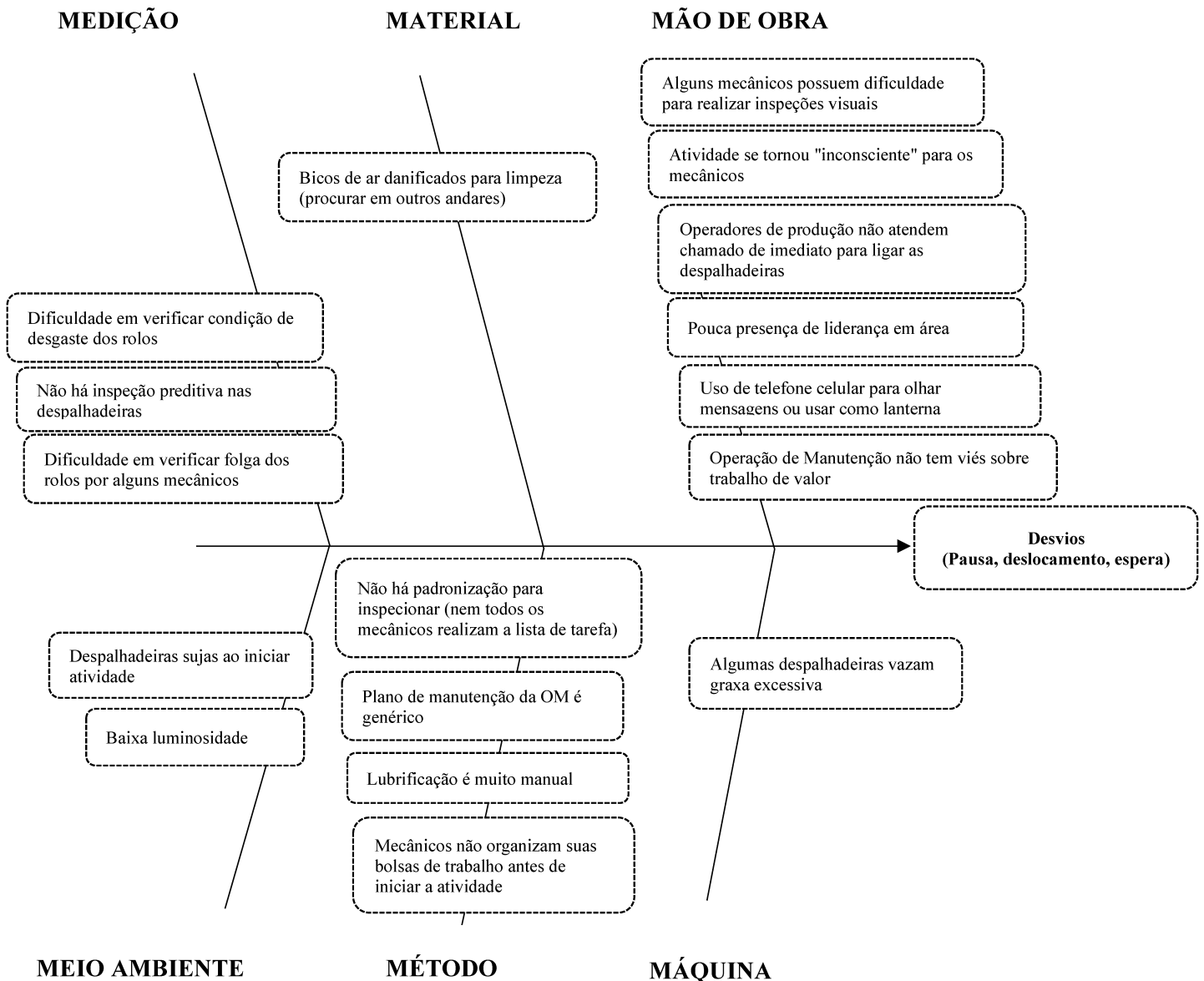
Observando o Gráfico 2 e a variação das atividades, foi possível calcular que o tempo médio das coletas é de 1h08m, com coeficiente de variação de 13,39 %, o que indica que a maioria dos tempos está próximo da média com uma baixa variabilidade. O tópico “IV – Análise” estuda quais foram as causas raiz dos tempos não produtivos, e posteriormente no

tópico “VI - Plano” as sugestões de melhorias para implementação. Para a meta SMART ser específica, mensurável, atingível, relevante e temporal, foi proposta a redução do tempo planejado da OM de Inspeção de Despalhadeiras - anteriormente de 2 horas - para 1 hora, visto que a variabilidade das coletas é relativamente baixa e as ações propostas em “VI – Plano” são focadas em reduzir a improdutividade que geram tempos “desnecessários”.

4.3.4. IV - Análise

Para conhecer as causas que possam ter gerado os desvios encontrados na análise do *wrench time*, foi utilizada a ferramenta Diagrama de Ishikawa. Foi realizado um *brainstorming* com o engenheiro e o supervisor de manutenção, e na Figura 14 as causas encontradas são retratadas. É possível observar que uma das causas evidenciada foi a falta de planejamento e organização pessoal dos mecânicos antes de iniciar a OM. Outro fator que apareceu em evidência foi a falta de padronização na execução da lista de tarefa da OM, visto que cada mecânico realiza a tarefa de um modo diferente e informal, fazendo com que algumas inspeções sejam mais breves e outras menos breves.

Figura 14: Diagrama de Ishikawa para identificar causas raiz dos desvios das inspeções



Fonte: Autoria própria.

Desmembrando os 6Ms, no quadrante de **MEDIÇÃO**, uma das causas raiz para o efeito (Desvios) foi a dificuldade de alguns mecânicos em verificar a folga entre os rolos, pois não possuem nenhuma ferramenta que possa aferir com acuracidade e garantir visualmente o desgaste dos rolos, pois se desgastado é necessária a troca. Outra causa apontada foi a falta de inspeções preditivas nestes equipamentos, que poderiam atribuir maior confiabilidade e agilidade no processo.

No quadrante de **MATERIAL**, esporadicamente os bicos de ar comprimido para limpeza aparecem danificados, o que leva os mecânicos a procurarem substitutos em outros setores da usina.

No quadrante de MÃO DE OBRA, os operadores de produção responsáveis pela partida das despalladeiras, não atendem alguns dos chamados dos mecânicos imediatamente e geram espera. Outra causa raiz é a questão de o time operacional da Manutenção não possuir mentalidade de trabalho de valor, o que prejudica no entendimento sobre a importância de “utilizar bem” o tempo de trabalho. Observou-se também que a atividade de inspeção, por ser realizada diariamente e repetitivamente, pode ter se tornado “inconsciente” para os mecânicos, que perdem o senso de criticidade e as realizam de modo “automático”. Além disso, alguns deles possuem dificuldade em inspecionar visualmente a condição do equipamento, e por isso acabam não realizando a atividade por completo. O uso de telefone celular em área também foi um ponto capturado, como parte do tempo utilizado para conferir mensagens ou usar como lanterna. Há também o fato de que parte da liderança visita com baixa frequência o chão de trabalho.

No quadrante de MEIO AMBIENTE, as causas raiz encontradas foram o fator de baixa luminosidade dentro das despalladeiras e a sujeira encontrada pelos mecânicos ao iniciar a atividade, geralmente por palhas e graxa espalhadas no chão, cuja responsabilidade é da operação de produção para realizar a limpeza da usina.

Em MÉTODO, alguns mecânicos realizam a inspeção de maneira mais sucinta porque inspecionam de acordo com sua experiência e não seguem um padrão de inspeção pré-determinado. Isto leva a outra causa raiz observada que seria, o plano de manutenção atual genérico, pouco específico e pouco praticável, não revisado a mais de um ano. Como causa identificou-se também o fato da lubrificação das despalladeiras ser um processo muito manual devido ao sistema de lubrificação automático estar desativado. Outro fator foi a falta de organização de alguns mecânicos antes de iniciar a atividade em área, onde geralmente esqueciam itens básicos como luvas e panos de limpeza, os fazendo retornar à oficina para buscá-los.

Por fim, no quadrante de MÁQUINA foi relatado e observado que algumas despalladeiras vazam graxa por não possuírem medidores de nível de graxa, fazendo com que a lubrificação seja feita de forma inadequada, e quando excedido o nível a graxa vaza e torna necessário uma limpeza ao finalizar a inspeção.

4.3.5. V – Contramedidas propostas

Depois de preencher o Diagrama de Ishikawa, as causas raiz foram compiladas e atreladas aos desvios referentes na análise do *wrench time*: Pausa, Deslocamento, Pessoal e

Espera. Dessa forma, foram propostas soluções listadas no Quadro 1. Para definir as prioridades de forma estratégica, foi utilizada a Matriz de Esforço/Impacto.

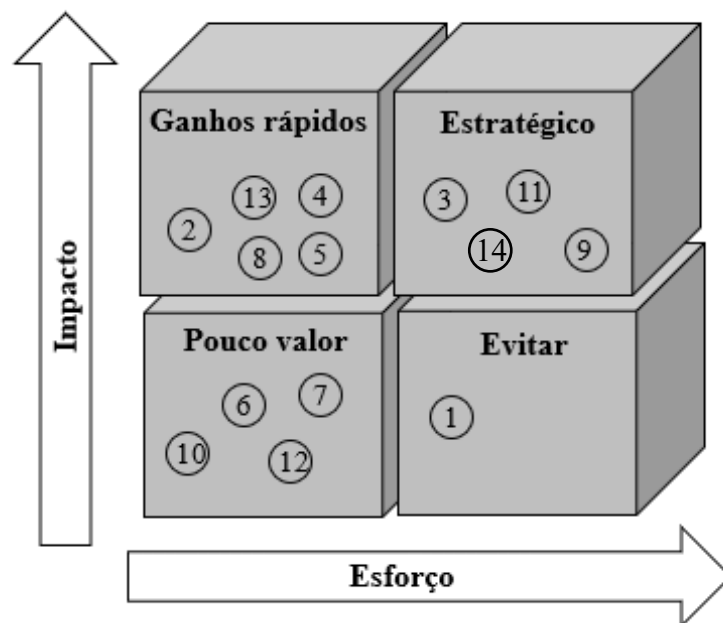
Quadro 1: Propostas de solução para as causas raiz encontradas no Diagrama de Ishikawa

Desvio	Causas raiz compiladas (Ishikawa)	Propostas de solução	Nº
Pausa	Falta de acompanhamento do chão de fábrica em tempo real	Implementar reuniões de planejamento diárias com os chefes de equipe	1
		Aperfeiçoar acompanhamento de execução dos planos de manutenção em área	2
	Alguns componentes do plano de manutenção desatualizados	Incluir uso do estroboscópio para inspeção dos rolos no plano de manutenção da OM	3
		Fazer aquisição de ferramenta calibre para medição de folga dos rolos	4
		Adequar o plano de manutenção da OM de inspeção preventiva de despaldadeira com 5W2H	5
	Processos não formalizados	Criar instruções de trabalho visuais e dispor no Recebimento	6
	Condições de trabalho não ideais	Fazer aquisição de lanternas para capacetes	7
	Comportamento “automatizado”	Realizar treinamento e orientação sobre apontamento de OM	8
		Realizar orientação sobre “importância de seguir o plano de manutenção corretamente”	9
		Incluir checklist de ferramentas essenciais no plano de manutenção da OM	10
Deslocamento	Partilha de informação deficiente entre departamentos	Incluir time de Produção nas reuniões de planejamento semanal de Manutenção	11
	Falta de organização (comportamento “automatizado”)	Distribuir pastas individuais para os operadores (para guardar OM, checklist de segurança, entre outros)	12
Pessoal	Uso de telefone celular no chão de fábrica	Reforçar política da empresa sobre uso de celular em postos de trabalho	13
Espera	Partida de equipamentos depende da Produção	Alinhar previamente com a produção o momento em que será realizado a manutenção nos equipamentos	14

Fonte: Autoria própria.

Para priorizar as propostas de solução, cada uma delas foi atribuída conforme enumeração no Quadro 1 em quadrantes da Matriz de Esforço/Impacto na Figura 15, de acordo com sua dificuldade de implementação (esforço) e resultado esperado (impacto). Algumas ações teriam um baixo impacto se comparado com o esforço empenhado, então as ações foram priorizadas de acordo com o grau de impacto levando em consideração sua relevância para a solução e resultado.

Figura 15: Propostas de solução aplicadas na Matriz de Esforço/Impacto



Fonte: Autoria própria.

No quadrante de “Pouco valor”, a contramedida proposta (6) de criar instruções de trabalho visuais e colocar na área do Recebimento foi considerada uma atividade de baixo esforço, porém poderia se tornar um desvio de prioridade dos mecânicos em seguir a lista de tarefas do plano de manutenção, visto que é um procedimento. Fazer a aquisição de lanternas para os capacetes (7) é uma atividade de baixo esforço e baixo impacto pois a lanterna restringe o acesso dos mecânicos em algumas áreas da usina por questões de segurança. Incluir checklist de ferramentas no plano de manutenção da OM (10) seria redundante antes de iniciar a atividade já que praticamente todas as ferramentas para realizar as inspeções já devem estar dentro da bolsa dos mecânicos. Distribuir pastas para os mecânicos (12) não os impediriam de esquecer os itens em outros lugares.

No quadrante de “Ganhos rápidos”, aperfeiçoar o acompanhamento de membros de liderança da equipe de Manutenção (2) é algo que requer baixo esforço se planejado corretamente e alto impacto, já que aumenta a presença de líderes em área e melhora a percepção dos mesmos. Adquirir a ferramenta calibre (4) tem um baixo esforço já que por pesquisas prévias foi verificado que é um item de custo razoável, e reduzirá consideravelmente a dificuldade em verificar a folga dos rolos e melhor precisão na medição. Adequar o plano de manutenção da OM no formato 5W2H (5) vai direcionar de maneira mais estratégica e otimizada o que tem de ser feito indispensavelmente na atividade, melhor alinhando as expectativas entre o que é exigido e o executado. Depois de adequar o plano para o 5W2H, é necessário realizar um treinamento para apresentar ao time o novo modelo, o que possui um baixo esforço. Após apresentado o novo modelo do plano, deve-se realizar um treinamento de reciclagem para o time sobre como apontar corretamente as OM (8) e a importância da fidelidade das informações. Também, realizar a orientação da proibição do uso de celular em área (13).

No quadrante de “Evitar”, implementar reuniões diárias de planejamento com chefes de equipe (1) é de baixo esforço e baixo impacto, pois com a decorrência dos dias também poderia se tornar algo “automático” e impactaria no tempo de início das atividades diárias dos operadores.

No quadrante de “Estratégico”, incluir o uso da ferramenta estroboscópio (3) faria com que os mecânicos não tivessem que parar o equipamento para poder inspecionar, sendo um alto impacto visto que ocorrem casos de espera gerados pelo time de operação de produção para o desligamento das despachadeiras. Este é um equipamento que possui câmeras de alta definição, melhorando a visibilidade da inspeção, porém seria necessário deslocar um profissional da empresa fabricante da ferramenta, o que não tem custos já que a empresa possui contrato com a empresa, mas a agenda desses profissionais é restrita. Realizar a orientação sobre seguir o plano de manutenção corretamente (9) tem um alto esforço, pois não seria feito em uma ação isolada, teria de ser algo contínuo e necessitaria de acompanhamento em área para verificar a eficácia dessas orientações. Incluir o time de produção nas reuniões de planejamento semanal de manutenção (11) tem um alto esforço por ter de conciliar agendas dos participantes e criar um novo escopo de reunião, mas geraria o impacto de melhorar o alinhamento de intervenções e expectativas com outro departamento sobre a manutenção nos equipamentos (14) - tendo de ser um esforço mútuo.

4.3.6. VI - Plano

Em relação ao proposto no Quadro 1 e priorizado na Matriz de Esforço/Impacto na Figura 14, as ações nos quadrantes de “Ganhos rápidos” e “Estratégico” são consideradas ações que trarão maior produtividade e segurança, tornando o processo ainda mais ágil e confiável. As ações nos quadrantes “Pouco valor” e “Evitar” serão postergadas, pois não estão alinhadas com o atual objetivo, e proporcionariam ganhos baixos. Para que as ações sejam colocadas em prática, foi estruturado através do método 5W2H um plano de ação com prazos, responsáveis e descritivo das atividades a serem realizadas, as tornando praticáveis para a equipe de manutenção.

No Quadro 2, as ações (2, 3, 4, 5, 8, 9, 11 e 13) foram atribuídas de acordo com os responsáveis que participam rotineiramente dos processos envolvidos no estudo, e assim direcionando esforços para saná-las de modo pertinente e sustentável.

A ação (2), se executada, confirmaria que os alinhamentos de apontamento correto das OM e a importância de seguir os planos de manutenção corretamente estivessem sendo praticados em área pelos mecânicos e demais operadores. A ação (3), traria agilidade e precisão no processo de verificações das condições dos rolos das despallhadeiras, possibilitando a inspeção com o equipamento desligado. A ação (4), tornaria a medição da folga dos rolos mais precisa, devido a ferramenta calibre ser referência nesse tipo de atividade e diretamente recomendada pelo fabricante das despallhadeiras. Ação (5), formalizaria um plano mais estruturado e intuitivo na descrição das execuções de cada uma das atividades das listas de tarefas. Já as ações (8) e (9), idealizariam um treinamento sobre apontamento das OM de acordo com o padrão esperado nas auditorias externas e a importância do impacto para a área de manutenção e produção sobre executar as atividades do plano de manutenção de modo crítico e correto nas inspeções das despallhadeiras. Na ação (11), o time de produção participaria das reuniões semanais de planejamento de atividades de manutenção na usina, para maior visibilidade das intervenções e melhor alinhamento de expectativas e comunicação com manutenção. A ação (13), o Coordenador de Manutenção reforçaria a política do uso proibido de celular nas áreas de trabalho por questões de segurança física dos colaboradores. E a ação (14), foi identificada como oportunidade para treinamento do time de Manutenção sobre *wrench time* e tempo de valor, incitando conceitos de pensamento enxuto e redução de desperdícios nas atividades rotineiras de manutenção.

Quadro 2: Ações estruturadas com o método 5W2H

Nº	O que?	Quem?	Onde?	Quando?	Porque?	Como?	Quanto custa?	Status
2	Aperfeiçoar acompanhamento de execução dos planos de manutenção em área	Engenheiro de Manutenção	Recebimento (Despalha)	Entressafra VE24	Para confirmar se o que foi alinhado nos itens 8 e 9 está sendo executado em área corretamente	Será estruturado um cronograma de pessoas em área para acompanhar esporadicamente os operadores durante a realização das inspeções	Zero	Não iniciado
3	Incluir uso do estroboscópio para inspeção dos rolos no plano de manutenção da OM	Supervisor de Manutenção	SAP	Entressafra VE24	O estroboscópio é uma ferramenta óptica que permite registrar o movimento contínuo de velocidade de um objeto como se ele estivesse parado, assim, os mecânicos teriam maior exatidão em verificar o desgaste dos rolos em movimento	Será realizado treinamento do uso do estroboscópio por um profissional da SKF	Zero	Não iniciado
4	Fazer aquisição de ferramenta calibre para medição de folga dos rolos	Engenheiro de Manutenção	Oficina de manutenção	Entressafra VE24	Atualmente os mecânicos têm dificuldade em medir corretamente a folga entre os rolos; com a aquisição de um calibre, a medição é praticamente exata	Incluir a ferramenta na lista de tarefas no plano de manutenção e orientar os mecânicos sobre o uso correto	Realizar orçamento	Não iniciado

5	Adequar o plano de manutenção da OM de inspeção preventiva de despalladeira com 5W2H	Engenheiro de Manutenção	SAP	Entressafra VE24	Será formalizado um padrão através do método 5W2H (plano de ação) a ser executado durante todo o processo de inspeção de despalladeiras, com a intenção de contemplar quesitos de segurança, otimização do trabalho, organização e planejamento	Alterando a lista de tarefas do SAP com a participação dos mecânicos, pois já possuem experiência com a atividade e a executam com frequência	Zero	Não iniciado
8	Realizar treinamento sobre apontamento de OM	PCM	Oficina de Manutenção	Entressafra VE24	Será realizado um treinamento reciclagem com o procedimento padrão de apontamento já existente	Toda a equipe de operação será reunida na oficina de manutenção e será projetado um <i>slide</i> com os principais tópicos do procedimento	Zero	Não iniciado
9	Realizar orientação sobre “importância de seguir o plano de manutenção corretamente”	Supervisor de Manutenção	Oficina de Manutenção	Entressafra VE24	Depois de atualizado o plano de manutenção com o 5W2H, será realizado uma orientação alinhando com a equipe de operação sobre a importância de seguir a lista de tarefas e reforçar a criticidade em avaliar as condições das despalladeiras no ato das inspeções	Toda a equipe de operação será reunida na oficina de manutenção e será apresentado o plano de manutenção revisado	Zero	Não iniciado

11	Incluir time de Produção nas reuniões de planejamento semanal de Manutenção	Coordenador de Manutenção	<i>Microsoft Teams</i>	Entressafra VE24	Uma vez que o time de produção participe das reuniões de programação semanal de manutenção, haverá maior visibilidade das intervenções de manutenção na usina, assim alinhando expectativas e oportunidades	Será realizado alinhamento com o engenheiro de produção da usina para inclusão do time de produção nas reuniões semanais de programação de manutenção através do <i>Microsoft Teams</i>	Zero	Não iniciado
13	Reforçar política da empresa sobre uso de celular em postos de trabalho	Coordenador de Manutenção	Oficina de Manutenção	Entressafra 24	A empresa já possui uma política restringindo o uso de telefone celular nos postos de trabalho, justamente para evitar acidentes ou vazamento de informações sensíveis	Toda a equipe de manutenção será reunida na oficina e será realizado o alinhamento através do Coordenador	Zero	Não iniciado

-	Realizar treinamento sobre <i>wrench time</i> com a operação de Manutenção	Coordenador e Engenheiro de Manutenção	Oficina de Manutenção	Entressafra VE24	Atualmente a operação não tem pleno conhecimento sobre trabalho de valor e a importância de utilizar o tempo de maneira otimizada; apresentar a metodologia pode trazer um viés mais consciente sobre o tópico	Será explicada a metodologia <i>wrench time</i> sobre seus conceitos e como gerar valor através do trabalho de manutenção	Zero	Não iniciado
---	--	--	-----------------------	------------------	--	---	------	--------------

Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões do trabalho

O presente estudo foi baseado na abordagem dos passos do Relatório A3, ferramenta que a empresa já utiliza internamente em sua política de redução de desperdícios, juntamente com os princípios da filosofia do *Lean Manufacturing*. Como referência para estruturação do processo de auditoria interna em área, utilizou-se o *wrench time* para acompanhamento das atividades de inspeções em despachadeiras, com o objetivo de analisar oportunidades nos processos de manutenção no setor de Recebimento, verificando a efetividade do indicador de Utilização.

De acordo com o objetivo geral apresentado na introdução deste trabalho, o propósito foi alcançado ao realizar a análise de *wrench time* e utilizando a filosofia *Lean* e suas ferramentas para encontrar as causas raiz dos desvios e estruturar medidas de correções. E assim, também foram atingidos os objetivos específicos, com a estruturação do estudo através do Relatório A3 e entendimento do cenário atual através dos acompanhamentos em área e estudo dos dados coletados, utilizando de ferramentas *Lean* como Diagrama de Ishikawa para identificar as causas raiz, e o 5W2H para estruturar um plano de ação visando reduzir os tempos improdutivos encontrados na análise.

Através desse estudo, foi identificado que o tempo de HH planejado na OM de inspeção em despachadeiras não era totalmente utilizado em área, prejudicando a confiabilidade do indicador de Utilização. A análise também chegou ao resultado de um *wrench time* de 49,05 %, resultado abaixo do padrão mundial e indicando que menos de 50 % de todo o tempo total de HH em uma atividade de inspeção em despachadeira, é utilizado em trabalho de valor.

Sendo assim, foram propostas soluções para viabilizar a meta SMART proposta de 1h na OM de inspeção em despachadeiras, que não só trariam produtividade às inspeções, como também proporcionaria maior alinhamento à estratégia de TPM, que busca a eliminação de perdas nos processos de manutenção, justificando as ações propostas voltadas à otimização do trabalho humano em atividades rotineiras.

Com a execução das ações propostas, o resultado seria um time mais concentrado em suas atividades com expectativas bem alinhadas, conscientes da importância de trabalho de valor, e etapas dos processos do dia a dia mais otimizadas e menos manuais.

Para implementação do 5W2H gerado na pesquisa, seria fundamental que as operações da usina estivessem paralisadas, o que acontece somente em entressafas, pois requer movimentações que podem impactar o processo produtivo. Contudo, a equipe participante

desse estudo se comprometeu em colocar em prática as ações validadas e ainda se mostram à disposição para um futuro trabalho coletando os resultados frutos dessas implementações. Para verificação da eficácia da pesquisa, seria interessante realizar medições do cenário após implementações e extrair um novo *wrench time*, comparando-o com o inicial do estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. S. **Manutenção Mecânica Industrial – Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. Editora Saraiva, 2018.

ANDRADE, Fábio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BENETTI, H. P. **Diretrizes para Avaliar a Estabilidade do Fluxo de Valor sob a Perspectiva da Mentalidade Enxuta**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

BRITO, Marlene *et al.* **The eighth waste: non-utilized talento. Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges**, Nova Science Publishers, Inc, p. 151-164, 2019.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9 ed. Nova Lima: Falconi, 2013.

CARDOSO, Adriano Lindon Leite *et al.* **Planejamento de metas para redução de falhas no processo de distribuição de uma empresa transportadora**. Revista Gestão Industrial, v. 14, n. 2, 2018.

CARDOSO, Jonathan Villar. **Manutenção diagnóstica em elevadores: Estudo do benefício da inserção de tecnologias auxiliares aos métodos de manutenção em um elevador residencial em Porto Alegre-RS**, 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Produção nacional de grãos é estimada em 126,9 milhões de toneladas na safra de 2024/25**. Brasília, 2024.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva; MENDES, Meirivone Alves. **Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura.** Anais do X SIMPROD, 2018.

CRUZ, J. C. *et al.* **Milho – Cultivares para 2013/2014.** Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2013.

DEDERICHS, T.; BLANCO, J. G. **Lean Maintenance: A practical, Step-by-Step Guide for Increasing Efficiency.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2018.

DE HOLANDA, Lucyanno Moreira Cardoso *et al.* **Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB.** Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, v. 32, n. 4, p. 31, 2013.

DE PAULA, Izabella Dias; DE ANDRADE, Fernanda; SOARES, Thereza Maria Zavarese. **A CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISAS SEGUNDO OS MANUAIS DE METODOLOGIA CIENTÍFICA: UMA REFLEXÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.** In: 2º Workshop de Inovação, Pesquisa, Ensino e Extensão. 2016.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração.** São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

FERREIRA, F. P. **Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Socioprodutivos). Universidade de Taubaté, 2004.

FIORI, F.C.; BEZERRA, C.A. **Relações entre Tipos de Bolsas e Número de Publicações de Bolsistas de Iniciação Científica em Ciências Sociais Aplicadas: Um Estudo na Universidade Federal do Paraná.** Revista Administração em Diálogo-RAD, v. 20, n. 1, p. 57-81, 2018.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYŻANOWSKI, F.C. **Seed production and technology for the tropics.** In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA

AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tropical soybean: improvement and production. Roma: FAO, 1994. p.217- 240. 1994.

GALSWORTH, G. D. **Visual Workplace Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence Through the Technologies of the Visual Workplace**. 2 ed, p. 10, 2017.

GONZALES, K.G.; NEVES, T.G.; SANTOS, C.M. **Abordagens metodológicas de pesquisa: algumas notas**. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 19, n. 2, p. 217-226, 2018.

GROSELLI, Andressa Carla. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

GUIMARÃES, Leonardo Miranda; NOGUEIRA, Cássio Ferreira; DA SILVA, Margarete Diniz Brás. **Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM)**. e-xacta, v. 5, n. 1, 2012.

HILSDORF, W.C.; LOPES, A.P.V.B.V.; CITTATINI, C.; GHISINI, J.S. **Aplicação de ferramentas do lean manufacturing: estudo de caso em uma indústria de remanufatura**. Revista Produção Online, v. 19, n. 2, p. 640-667, 2019.

JAIN, Abhishek; BHATTI, Rajbir; SINGH, Harwinder. **Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions**. International Journal of Lean Six Sigma, 2014.

JUNIOR, C. C. M. F. **Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde**. São Paulo: INGEPRO, 2010.

JUNIOR, Muris Lage; GODINHO FILHO, Moacir. **Variations of the kanban system: Literature review and classification**. International Journal of Production Economics, v. 125, n. 1, p. 13-21, 2010.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: Função estratégica**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2019.

KRIPKA, R.M.L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D.L. **Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização**. Revista de investigaciones UNAD, Bogotá, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015.

LEE, Te-Shu; KUO, Mu-Hsing. Toyota A3 report: a tool for process improvement in healthcare. **Stud Health Technol Inform**, v. 143, p. 235-240, 2009.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKER, Jeffrey. **The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer**. McGraw-Hill, 2nd edition, 2020.

MARQUES, Ana Claudia; BRITO, Jorge Nei. **Importância da manutenção preditiva para diminuir o custo em manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, p. 8913-8923, 2019.

MARTO, Vitor Manuel Antunes. **A Gestão da mudança em sistemas de Informação: a migração do sistema de gestão de doentes para aplicação SONHO V2 no Centro Hospitalar de Leiria, EPE**. 2017. Tese de Doutorado.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do; SOUSA, F. L. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. Bookman Editora, 2009.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.** Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 2, 2008.

PALADINI, E.P.; BOUER, G.; FERREIRA, J. J. A.; DE CARVALHO, M.M.; MIGUEL, P. A. C.; SAMOHYL, R. W.; ROTONDARO, R. G. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

RIZLAN, Wardah; PURBA, Humiras Hardi; SUDIYONO, Sudiyono. **Performance maintenance analysis using qfd method: a case study in Fabrication Company in Indonesia.** ComTech: computer, mathematics and engineering applications, v. 9, n. 1, p. 25-35, 2018.

SARAIVA, L. A. **Implantação da Eficiência Global do Equipamento em uma Usina de Beneficiamento de Sementes de Milho.** 2017.

SOBEK, D. K. II; SMALLEY, A. **Understanding A3 thinking: a critical component of Toyota's PDCA management system.** New York: Taylor and Francis Group, 2011.

SMRP, Society for Maintenance & Reliability Professionals. **SMRP Best Practices.** 5 ed. SMRP Society, 2017.

SCHULTZ, A. L. **Integrating lean and visual management in facilities management using design science and action research.** Department of Construction Management and Facilities Management, Pratt Institute, Nova Iorque, USA, 2017.

SHOOK, J. **Managing to Learn: using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor and lead.** 1 ed. Lean enterprises Inst Inc, 2008.

SLACK, N, *et al.* **Administração da Produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

VENTURA, Magda Maria. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa.** Revista SoCERJ, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. 17. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. Free Press, 2003.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM–Manutenção produtiva total**. São Paulo Del Rei: ICAP, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.