

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

GUILHERME DE GRANDE DOS SANTOS

LEAN MANUFACTURING: PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO
DO ELEMENTO ESTABILIDADE NO ALMOXARIFADO DE UM
INTEGRADOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM MINAS
GERAIS

ITUIUTABA
2024

GUILHERME DE GRANDE DOS SANTOS

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO ELEMENTO
ESTABILIDADE NO ALMOXARIFADO DE UM INTEGRADOR
DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Uberlândia, Campus
Pontal, como requisito parcial para a obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano
Castilho

ITUIUTABA
2024

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO ELEMENTO ESTABILIDADE NO ALMOXARIFADO DE UM INTEGRADOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Uberlândia, Campus
Pontal, aprovado como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Produção pela banca examinadora formada
por:

Ituiutaba, 23 de setembro de 2024.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo (orientador), FACES/UFU

Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, FACES/UFU

Prof. Dr. Daniel França Lazarin, FACES/UFU

*Dedico este trabalho ao meu pai Sinésio, a minha mãe Regina
E a minha irmã Natália.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para minha trajetória de vida e para a realização deste trabalho acadêmico. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer imensamente ao meu pai, Sinésio, à minha mãe, Regina, e à minha irmã, Natália. Seu apoio incondicional, sua confiança e seus incentivos durante todos os momentos foram fundamentais em cada etapa desta jornada acadêmica.

Também gostaria de estender meus agradecimentos aos amigos que fiz ao longo da graduação: Adriel, Ana Paula, Lucas e Stéfani. Sua presença constante e seu apoio durante os desafios do curso foram extremamente importantes. Além de compartilharmos momentos acadêmicos juntos, vocês também estiveram presentes em minha vida pessoal, e isso foi verdadeiramente significativo para que a experiência de fazer uma faculdade pudesse ser a melhor possível.

Não poderia deixar de reconhecer o papel fundamental do meu professor e orientador, Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo. Sua orientação experiente e comprometida contribuiu imensamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, apoiaram, incentivaram e estiveram presentes em meu percurso acadêmico. Sem dúvida, cada gesto de apoio e companheirismo contribuiu para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos vocês, meu mais sincero obrigado por fazerem parte desta minha jornada.

“Para obter sucesso, primeiro precisamos acreditar que podemos”

(Nikos Kazantzakis)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem metodológica para propor a implementação do elemento estabilidade no almoxarifado de uma empresa do setor de energia fotovoltaica localizada em Minas Gerais. A pesquisa adotou uma metodologia aplicada, com abordagem qualitativa descritiva e utilização da pesquisa-ação como procedimento. A coleta de dados foi realizada por meio de observação e entrevistas, enquanto a análise dos dados empregou a técnica dos 6 M's. A pesquisa identificou oportunidades de melhoria nos seis aspectos dos 6 M's: meio ambiente, método, mão de obra, matéria-prima, medida e máquina. Para cada aspecto, foram propostas ferramentas e metodologias de gestão, como o programa 5s para organização do ambiente e criação de disciplina, ferramentas de padronização para tarefas rotineiras, capacitação da mão de obra, gestão visual dos materiais, uso do sistema kanban para controle de estoque e adoção do TPM para a manutenção dos equipamentos. O estudo conclui que as recomendações apresentadas podem contribuir significativamente para o aprimoramento do ambiente de trabalho e o sucesso operacional da empresa.

Palavras-chave: Estabilidade; Almoxarifado; Energia fotovoltaica; 6 M's.

ABSTRACT

This paper presents a methodological approach to suggest the implementation of the stability element in the warehouse of a photovoltaic energy company located in Minas Gerais. Our study adopted an applied methodology, with a descriptive qualitative approach and the use of action research as a procedure. Data collection was carried out through observation and interviews, while data analysis employed the 6 M's technique. We identified improvement opportunities in the six aspects of the 6 M's, related to environment, method, workforce, raw material, measurement, and machine. For each aspect, we suggested management tools and methodologies, such as the 5s program for environmental organization and discipline creation, standardization tools for routine tasks, workforce training, visual management of materials, use of the kanban system to control inventory, and adoption of TPM for equipment maintenance. In conclusion, the recommendations presented here can significantly contribute to the improvement of the work environment and the operational success of the company.

Keywords: Stability; Warehouse; Photovoltaic Energy; 6 M's.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	21
Figura 2 – Quadro de Gestão à Vista	25
Figura 3 – Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado.....	27
Figura 4 – Sistema fotovoltaico on-grid.....	31
Figura 5 – Fluxograma do macroprocesso da jornada do cliente	36
Figura 6 – Representação 3D do almoxarifado	38
Figura 7 – Fotos do almoxarifado.....	39
Figura 8 – Sugestão de layout	40
Figura 9 – Itens fora do lugar	42
Figura 10 – Itens sem identificação	43
Figura 11 – Identificação das prateleiras.....	44
Figura 12 – Esboço do kanban de controle de estoque	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Desenvolvimento dos 6 M's	37
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

STP	Sistema Toyota de Produção
JIT	Just in Time
TP	Trabalho Padronizado
TPM	Manutenção Produtiva Total
TCTP	Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado
TWI	Training Within Industry
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica

LISTA DE SÍMBOLOS

Wp	Watt-pico
GW	Giga Watt
MW	Mega Watt

SUMÁRIO

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	15
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	LEAN MANUFACTURING	17
2.1.1	<i>Antecedentes históricos.....</i>	17
2.1.2	<i>Princípios do Lean Manufacturing.....</i>	18
2.1.3	<i>Os 8 desperdícios</i>	19
2.1.4	<i>Estrutura do Sistema Toyota de Produção</i>	21
2.1.5	<i>Ferramentas para o alcance da estabilidade</i>	23
2.1.5.1	<i>Trabalho Padronizado</i>	23
2.1.5.2	<i>Manutenção Produtiva Total (TPM)</i>	24
2.1.5.3	<i>Gestão à Vista.....</i>	24
2.1.5.4	<i>Kanban.....</i>	25
2.1.5.5	<i>Programa 5s</i>	25
2.1.5.6	<i>Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado</i>	26
2.1.5.7	<i>Treinamento dentro da Indústria</i>	27
2.1.5.8	<i>Os 6M's.....</i>	28
2.2	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	29
3	METODOLOGIA	32
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	32
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS.....	33
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	33
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4	RESULTADOS	35
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	35
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	35
4.3	ESTABILIDADE	37
4.3.1	<i>Meio Ambiente.....</i>	38
4.3.2	<i>Método.....</i>	40
4.3.3	<i>Mão de obra.....</i>	41
4.3.4	<i>Matéria prima.....</i>	42
4.3.5	<i>Medida.....</i>	45
4.3.6	<i>Máquina</i>	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
5.1	CONCLUSÕES DO TRABALHO	48
5.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	48
5.3	TRABALHOS FUTUROS	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Justificativa

Apesar de ser novo no panorama econômico nacional, o mercado de energia fotovoltaica cresce exponencialmente a cada dia, seja no formato de usinas de grande porte, ou no de sistemas de geração própria de energia elétrica, presentes nos telhados de casas, fachadas e pequenos terrenos (Nascimento; Sauaia; Koloszuk, 2022).

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR, 2023), o estado de Minas Gerais está na segunda colocação quando se analisa a potência instalada de energia fotovoltaica, correspondendo a 13,7% do total nacional. Além disso, é o estado que mais se destaca em relação a quantidade de potência que ainda será instalada, ou seja, apresenta diversas obras outorgadas, porém não efetivadas, que correspondem a cerca de 31.635,6 MW (Mega Watts).

Desse modo, é notável que o setor está em crescimento constante, assim como as empresas que estão inseridas nele, o que gera o aumento da competitividade e, conseqüentemente, a grande necessidade de implementação de melhorias, dentre elas, as relacionadas a gestão dos insumos armazenados no almoxarifado. De acordo com Paoleschi (2019), almoxarifado é o local em que estão devidamente armazenados e protegidos os insumos de uma empresa, que correspondem, em média, a 50% do seu patrimônio. Dessa maneira, o manuseio e a armazenagem desses insumos devem ser aperfeiçoados por meio de técnicas administrativas que tenham como objetivos a redução dos custos, o aumento da produtividade e uma maior segurança nas operações de controle.

Com base nesse contexto, torna-se importante ir em busca daquilo que auxilie na melhoria de todos os aspectos relacionados ao almoxarifado. Com origem em 1950 e relação direta com o Sistema Toyota de Produção, o *Lean Manufacturing* caracteriza-se como uma iniciativa que visa a eliminação de desperdícios, a fim de excluir o que não gera valor ao cliente (Werkema, 2022). Conforme afirma Dennis (2009) a produção *Lean* está baseada em fazer mais com menos, menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos máquinas e menos material. Ainda segundo o autor, para que o *Lean* seja iniciado e implementado, é necessário passar por algumas etapas, sendo a primeira delas a estabilidade, a qual constitui a base do *Lean Manufacturing*.

A estabilidade tem como objetivo principal a busca da previsibilidade e da disponibilidade constante referentes à mão de obra, máquinas, materiais e métodos (Smalley, 2005).

A empresa objeto de estudo trata-se de um integrador de energia fotovoltaica, que é responsável pela instalação de usinas fotovoltaicas de pequeno e grande porte. Em seu almoxarifado, responsável pelo armazenamento dos insumos que dão suporte para as instalações, foram identificados problemas relacionados ao aproveitamento do espaço físico devido à má disposição das prateleiras e demais móveis, ao conhecimento a respeito das quantidades de insumos estocados, à movimentação, ao endereçamento, à organização lógica dos insumos, à limpeza do local e à padronização da rotina de trabalho.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor a implementação do elemento estabilidade no almoxarifado de um integrador de energia fotovoltaica, visando a melhoria do sistema produtivo.

1.2.2 Objetivos específicos

Descrever e analisar o sistema produtivo com relação aos aspectos de mão de obra, máquinas, materiais, métodos, medidas e meio ambiente.

Propor ferramentas para cada um dos componentes do elemento estabilidade.

1.3 Delimitação do trabalho

O trabalho delimita-se na proposta de implementação do elemento estabilidade, tópico muito estudado pela Engenharia de Produção, principalmente, por ser a base para a implementação da qualidade total.

O presente trabalho foi aplicado em sua totalidade no almoxarifado de um integrador de energia fotovoltaica, portanto, não envolveu diretamente as demais áreas da empresa. Desse modo, apenas as pessoas e os recursos diretamente relacionados ao almoxarifado foram necessários.

1.4 Estrutura do trabalho

Em primeiro lugar, é apresentada a introdução e a justificativa do presente trabalho, iniciando com informações referentes ao mercado de energia fotovoltaica de Minas Gerais e do Brasil no geral, passando pela contextualização a respeito do que é um almoxarifado e qual sua importância, chegando até uma sucinta explicação a respeito do *Lean Manufacturing* e do elemento estabilidade e finalizando com a justificativa do trabalho.

Em seguida, é evidenciada a fundamentação teórica com referências de pesquisas produzidas por autores que se destacam frente ao tema, além do levantamento de estudos que fornecem dados históricos importantes a respeito da implementação da metodologia.

No tópico de metodologia, é definido o caráter da pesquisa de acordo com os procedimentos e as técnicas utilizadas, evidenciando assim a forma como ela foi conduzida durante todo o trabalho.

Logo depois, no tópico de resultados, descreve-se a realidade empresarial sobre cada um dos componentes do elemento estabilidade, pautando-se nos 6M's. Na sequência, procede-se a análise e identificação das problemáticas e dos desperdícios ao longo do fluxo produtivo e, finalmente, geram-se as propostas de melhoria, baseadas no uso das ferramentas *Lean*.

Por fim, são apresentadas as considerações finais, as quais evidenciam as conclusões frente da execução do trabalho, as limitações encontradas e as propostas de melhoria que ocasionarão em futuros estudos e implementações que agregarão ao exposto no presente trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing*, traduzido para o português como Manufatura Enxuta, também é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) e tem como objetivo a eliminação de desperdícios (Godinho; Fernandes, 2004). Segundo Pereira (2010), o *Lean* surge como uma forma de gestão produtiva que responde às mudanças impostas a ele, de maneira a possibilitar o surgimento de uma maior flexibilidade, rapidez e qualidade referentes ao que é produzido, assim proporcionando maior vantagem competitiva. Ainda de acordo com a autora, ao eliminar todos os desperdícios apenas restarão as atividades que agregam valor para a organização.

2.1.1 *Antecedentes históricos*

Com surgimento na Inglaterra no século XVIII, a Revolução Industrial marca a introdução de técnicas e métodos de custeio, pesquisa de mercado, planejamento de instalações, estudos de arranjos físicos, programação da produção, entre outras atividades, por empresários e administradores, nas indústrias existentes na época (Piratelli, 2005). De acordo com Cunha (2002), desde o início da Revolução Industrial, há a busca de patamares cada vez maiores em relação a produtividade, desse modo, métodos e técnicas de operacionalização dos sistemas produtivos passaram a ser criadas.

Nesse contexto, tem-se o Taylorismo, que foi concebido por Frederick Winslow Taylor nas últimas décadas do século XIX. Esse modelo constitui-se pela gerência científica, ou seja, uma forma de criar regras e maneiras padrão de executar o trabalho por meio de métodos de experimentação. Tais regras e maneiras padrão seriam alcançadas pela melhor relação entre tempo e movimento, já que para Taylor a garantia da eficiência era parte fundamental da gerência (De Freitas Ribeiro, 2015). Segundo Santos (2015), no modelo taylorista existia uma hierarquia rígida que separava a execução e o planejamento, trabalhadores executam e gerentes planejam, com a finalidade de pensar na melhor maneira de alcançar os resultados produtivos e acúmulo de capital.

Em contrapartida surge o Fordismo, cujo intuito não era apenas ter domínio acerca da força de trabalho, mas também ter a adesão dos trabalhadores. Com a implementação da esteira rolante houve a tentativa de racionalização da organização de trabalho, que gerou uma enorme intensificação, automatização e mecanização dos processos de trabalho, já que a esteira se

tornou uma forma de controlar o ritmo de trabalho (De Freitas Ribeiro, 2015). Para Ford (1964), a produtividade não era o único objetivo, também deveria haver a especialização da mão de obra para que a tarefa fosse realizada de uma forma automatizada com o mínimo de movimentos do operário, ou seja, um operário fazia apenas uma tarefa repetidas vezes.

Devido ao sucesso, o sistema de produção em massa fordista serviu de inspiração para diversas outras empresas do mundo, sendo uma dessas empresas a Toyota, que tentou por vários anos reproduzir o que a Ford fazia, porém não obteve sucesso (Ghinato, 2000). Depois da Segunda Guerra Mundial, o engenheiro japonês Eiji Toyoda foi até os Estados Unidos com o objetivo de aprender sobre a produção em massa. Durante essa viagem, Toyoda entendeu que era possível melhorar o sistema de produção norte-americano, então ele foi em busca de um novo método produtivo que permitiria competir mesmo com as limitações que o Japão do pós-guerra possuía. Com isso, inicia-se o modo enxuto de ser e pensar a organização da produção, que é caracterizado pela redução de lotes, pela eliminação de custos financeiros dos grandes estoques e pelo aumento da diversificação da produção, o que amplia a qualidade do que é produzido e evita o retrabalho, proporcionando assim uma maior agregação de valor referente as tarefas executadas. Como consequência, há o surgimento do conceito de Produção Enxuta (Ramos; Filho; Bernolino, 2016).

Conforme afirma Pereira (2010), o Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*), citado anteriormente, apresenta 5 princípios, o quais são apresentados a seguir.

2.1.2 Princípios do Lean Manufacturing

Muitas vezes denominado como “pensamento magro”, o *Lean Thinking* surgiu e cresceu na indústria automobilística, e mais tarde evoluiu e ganhou espaço em outros setores. Ele é considerado uma metodologia inovadora quando o assunto são as práticas de liderança e gestão de uma empresa, além de ter como objetivos a criação de valor e a eliminação gradual do desperdício por meio de processos simples e de fácil acesso (Farinha, 2015). De acordo com Pereira (2010), se há a eliminação de desperdícios, consequentemente há a eliminação dos custos; desse modo, o pensamento Lean busca mudanças que acrescentem valor ao produto ou serviço, além de eliminar tudo que não agrega valor.

O *Lean Thinking* pode ser resumido em cinco princípios fundamentais: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição (Womack e Jones, 2004). Conforme afirma Toledo (2020), os cinco princípios são explicados da seguinte forma.

O valor constitui o alicerce para a aplicação dos demais princípios e consiste basicamente na tentativa de definir de maneira precisa o valor em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, ofertadas a um preço específico para um cliente em específico. Assim, o cliente é o principal responsável por definir o valor, pois valor é tudo aquilo que o cliente considera importante em um produto.

A identificação do fluxo de valor inicia com o mapeamento de todo o conjunto de atividades relacionadas ao produto, desde a concepção até o lançamento. A partir disso, há a separação dos processos em três categorias: processos que efetivamente geram valor, processos que não geram valor, mas são necessários, e processos que não agregam nenhum valor, ou seja, desperdícios, os quais devem ser eliminados.

O fluxo contínuo nada mais é do que fazer uma peça de cada vez, passando de um estágio para outro sem que ocorram paradas ou desperdícios. O efeito imediato do fluxo contínuo é a redução dos tempos de produção, de processamento de pedidos e de estoque.

A produção puxada é caracterizada por produzir de acordo com a demanda dos clientes, o que faz com que o cliente puxe o fluxo, reduzindo a necessidade de estoques e agregando valor ao produto. Por fim, a busca pela perfeição está ligada à melhoria contínua, que tem como foco principal a eliminação gradual dos desperdícios. Esse princípio visa a atuação dos demais princípios no fornecimento de valor, pois caso os outros não estejam atuando da melhor maneira, não há como fazer melhorias nem buscar a perfeição. Abaixo estão presentes os tipos de desperdícios existentes no ambiente de trabalho.

2.1.3 Os 8 desperdícios

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção consiste em uma metodologia que busca eliminar totalmente os desperdícios com a finalidade de aumentar a produtividade. Tais desperdícios estão relacionados a todo e qualquer elemento presente no processo produtivo que proporciona o aumento de custos e não agregação de valor como, por exemplo, o excesso de pessoas, de estoques e de equipamentos. Os desperdícios mais recorrentes nas empresas são superprodução, excesso de estoque, transporte, espera, processamento desnecessário, movimento, defeito e desperdício intelectual (Ferreira, 2018).

A superprodução consiste em produzir em excesso ou cedo demais, o que resulta em fluxos de materiais e informações irregulares, além de ser considerado o desperdício que mais traz problemas por ser oposto ao *Just-in-time* (JIT) (Farinha, 2015). Conforme afirma Ferreira (2018), existem dois tipos de desperdícios por superprodução, os quantitativos, caracterizados

pela produção além do necessário e os por antecipação, caracterizados pela produção sem que haja solicitação.

De acordo com Papandrea et al. (2020), o desperdício relacionado ao excesso de estoque causa *Lead Times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenamento, além de atrasos, desbalanceamento da produção, entre outros. Estoque em excesso representa custo elevado, problemas de controle e gestão de estoques, grandes áreas ocupadas e grandes distâncias entre os processos (Ferreira, 2018).

Transporte é tudo aquilo relacionado à movimentação ou transferência de materiais e produtos, de um local para o outro devido a um motivo (Farinha, 2015). Para Ferreira (2018), as perdas de transporte estão relacionadas com a movimentação de materiais pelo processo, promovendo a geração de custos e não agregação de valor ao produto. Em contrapartida, apesar de não gerar valor, o transporte é necessário, devido aos longos caminhos percorridos pelo material ao longo do processo (Oliveira, 2016). Desse modo, apenas o transporte realmente desnecessário para o sistema produtivo é que precisa ser eliminado.

A espera consiste nos períodos em que pessoas, equipamentos, materiais, peças e informação estão parados, ou seja, não há a fluidez (Farinha, 2015). De acordo com Oliveira (2016), as perdas relacionadas à espera ocorrem quando trabalhadores e máquinas não estão sendo produtivos, ou seja, não estão contribuindo para a agregação de valor.

Os desperdícios relacionados ao processamento desnecessário ocorrem quando são utilizadas técnicas inadequadas, equipamentos superdimensionados e execução de processos que não são exigidos pelos clientes. Além disso, também são levadas em consideração aquelas atividades que são ineficientes ou desnecessárias, responsáveis por causar atrasos na produção (Bergmann, 2021).

As perdas de movimento estão relacionadas a dois componentes, o humano e o mecânico. Em relação ao primeiro, os desperdícios estão pautados na ergonomia do local de trabalho, que promovem caminhadas, alcance de materiais e torções desnecessárias; já em relação ao segundo, os desperdícios estão pautados, por exemplo, no posicionamento e movimentos que as máquinas precisam fazer (Dennis, 2009). Segundo Ferreira (2018), operações inúteis na linha de produção ou nas máquinas são responsáveis por gerar movimentos improdutivos.

Para Turino (2017), os desperdícios referentes aos defeitos estão relacionados a executar fora da qualidade especificada, o que causa o retrabalho ou a eliminação do que já estava pronto, gerando assim problemas com o custo e a qualidade previstos inicialmente.

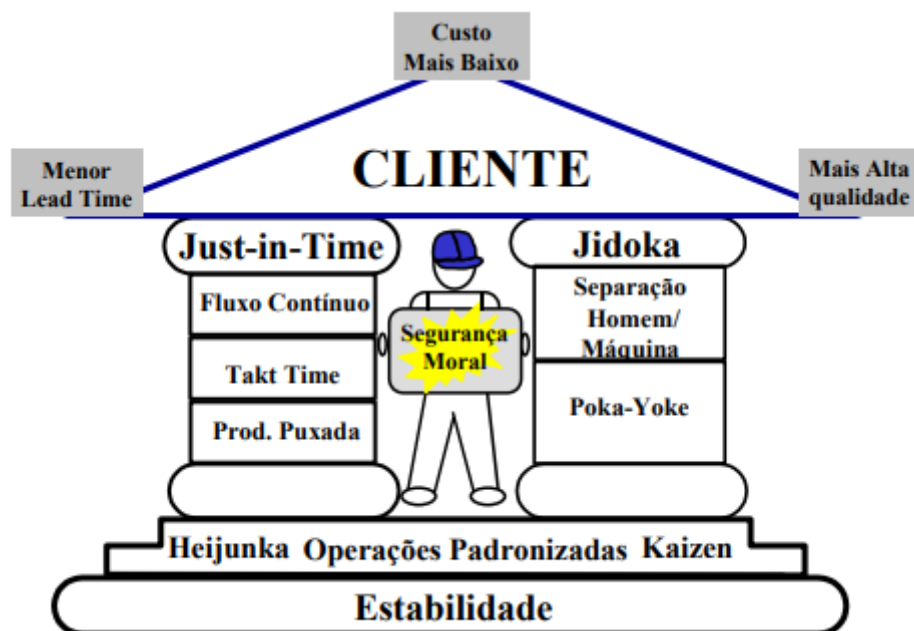
Recentemente, o desperdício intelectual passou a ser considerado como um desperdício da filosofia *Lean Manufacturing*, que é configurado quando não há o bom uso das pessoas que fazem parte da organização, ou seja, geralmente ocorre em situações nas quais a empresa dá pouca atenção para o que os funcionários pensam, além de não ir atrás de tudo que eles podem contribuir (Bergmann, 2021).

2.1.4 Estrutura do Sistema Toyota de Produção

A base do STP é a eliminação total dos desperdícios, portanto, são necessários dois pilares indispensáveis para a sustentação desse sistema: o *Just-in-time* e a Autonomia. O primeiro é caracterizado pela busca do estoque zero, já o segundo está ligado a ideia de as máquinas evitarem problemas de maneira automática (Ohno, 1997).

O STP, muitas vezes, é retratado pela estrutura de uma casa, contendo os elementos citados anteriormente e outros elementos, que estão representados na Figura 1:

Figura 1 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000)

De acordo com Dennis (2009), o sistema *Lean* apresenta como bases principais a estabilidade e a padronização, que são responsáveis pela sustentação dos pilares *Just-in-Time* e *Jidoka*. O primeiro pilar é representado pela metodologia *Just-in-Time*, na qual cada processo precisa ser abastecido com os materiais exatos, no momento exato, na quantidade exata e no

lugar exato. Além disso, o *JIT* apresenta como objetivos principais a identificação, a localização e a eliminação de perdas, promovendo assim o Fluxo Contínuo, o *Takt Time* e a Produção Puxada (Ghinato, 2000).

O segundo pilar é representado pela metodologia *Jidoka*, ou Autonomia, como também é denominada. Segundo Santana (2022), tal metodologia pode ser compreendida como uma automatização com um toque humano, já que a máquina para automaticamente quando detecta qualquer defeito. No entanto, é dever do operador identificar o problema que ocasionou a parada e resolvê-lo. Para que isso seja possível, há a busca pela implementação de dispositivos a prova de falhas, que são conhecidos como *Poka-Yokes* (Oliveira, 2019).

De acordo com Oliveira (2019), os pilares *Just-in-Time* e *Jidoka* apresentam em sua base sustentada pelo *Heijunka* (nivelamento da produção), operações padronizadas e *Kaizen* (melhoria contínua). Com base nesse contexto, a padronização tem como objetivo aumentar a produtividade e, para isso, busca identificar e colocar em prática tudo aquilo que contribui para reduzir ou eliminar os desperdícios. O *Heijunka* busca o nivelamento das quantidades de mix de produtos, o que garante a produção de diferentes itens e a garantia do fluxo de produção e, por sua vez, o *Kaizen* objetiva a implementação de uma cultura de melhoria, ou seja, a busca pela evolução de uma atividade atual, com foco no aprimoramento do processo.

Abaixo dos níveis citados anteriormente está presente a principal base do Sistema Toyota de Produção, denominada estabilidade, que é caracterizada como uma estrutura sob controle e com previsão garantida para a obtenção de uma produção tendendo ao zero defeito, em sua máxima quantidade e no momento mais propício (Oliveira, 2019). Para Ghinato (2000), a estabilidade é um pré-requisito para que o STP seja implementado, já que a execução do planejamento da produção e das ações de melhoria só acontecem da melhor maneira em um ambiente controlado e previsível. Ainda segundo o autor, a condução da identificação das perdas ocorre em condições estáveis; caso contrário, não haverá a solução do problema, mas, sim, a resolução momentânea, culminando na repetição do problema em um novo momento.

Conforme afirma Smalley (2005), para averiguar se há estabilidade em um processo, é necessário responder a algumas perguntas com base em 4 M's:

- A empresa possui disponibilidade suficiente de máquinas para produzir de acordo com a demanda dos clientes?
- A empresa possui material suficiente em mãos, todos os dias, para cumprir a produção?

- A empresa possui funcionários treinados em quantidade suficiente para lidar com os processos atuais?
- A empresa possui métodos de trabalho, tais como instruções básicas definidas ou padrões estabelecidos?

O autor conclui que se algumas das respostas para as perguntas acima for “não”, será necessário parar tudo e resolver o problema antes de continuar. Desse modo, é necessário o uso de ferramentas que suportem e garantam a implementação da estabilidade em uma empresa. Algumas dessas ferramentas serão citadas a seguir.

2.1.5 Ferramentas para o alcance da estabilidade

Devido ao fato deste trabalho ser focado no elemento estabilidade, as ferramentas trazidas abaixo têm como objetivo a busca e a consolidação desse elemento no almoxarifado da empresa objeto de estudo.

2.1.5.1 Trabalho Padronizado

De acordo com Kishida, Silva e Guerra (2006), o Trabalho Padronizado (TP) consiste em uma ferramenta básica do *Lean Manufacturing* que visa a eliminação de desperdícios por meio da análise do movimento e trabalho do operador, e sua aplicação se dá em situações nas quais o trabalho apresenta repetitividade. O TP é caracterizado como a melhor maneira para efetuar uma determinada tarefa, e quando uma maneira ainda melhor é encontrada, deve-se adotá-la como referência, substituindo a que foi utilizada anteriormente (Vieira et al., 2022). Conforme afirma Dennis (2009), o trabalho padronizado é composto por três elementos:

1. Tempo Takt – Frequência com a qual é necessário produzir um produto;
2. Sequência de Trabalho – Ordem na qual o trabalho é efetuado em um dado processo;
3. Estoque em processo – Mínima quantidade de peças inacabadas que são necessárias para que o operador complete o processo e não fique ocioso.

O modo mais eficiente para o alcance da consistência no desempenho é o estabelecimento de processos, atividades e procedimentos padronizados, que auxiliem no atendimento da busca pela melhoria contínua (Brasileiro; De Araújo, 2020).

2.1.5.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Segundo Do Nascimento (2020), a Manutenção Produtiva Total (TPM) consiste em um método de gerenciamento do sistema de manutenção, portanto, pode ser utilizada como uma metodologia que gerencia integralmente o sistema de produção, além de poder ser considerada como ferramenta básica utilizada nas indústrias. Na TPM, existem técnicas que auxiliam os operadores a conservarem os equipamentos no melhor estado possível com a ajuda do setor de manutenção, responsável por embasar a operação destinada ao cuidado da máquina (Gomes, 2012).

Conforme afirma Dennis (2009), as seis grandes perdas da TPM são:

1. Equipamento avariado;
2. Atrasos referentes aos ajustes e montagens (ex: trocas de ferramentas);
3. Ociosidade e pequenas paradas (ex: máquina funcionando sem produto em processamento);
4. Velocidade real menor que a velocidade projetada;
5. Defeitos de processamento;
6. Redução de rendimento (ex: desde quando a máquina inicia até o momento que ela estabiliza a produção).

A Manutenção Produtiva Total visa modificar os conceitos de manutenção para dispor ao máximo dos recursos disponíveis e aumentar a performance de produção (Santos, 2021).

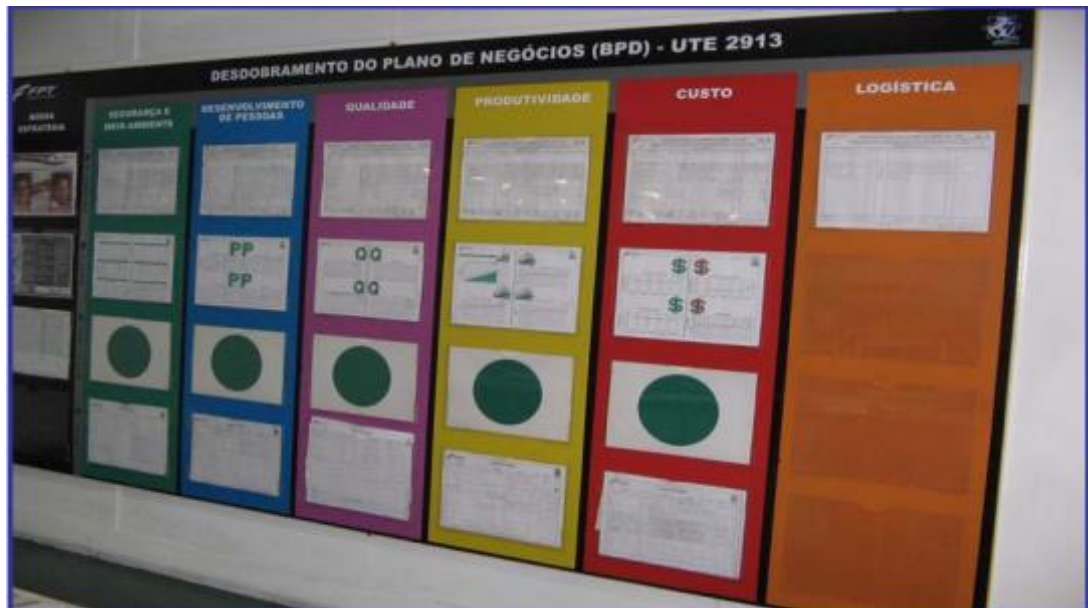
2.1.5.3 Gestão à Vista

Gestão à Vista ou Gestão Visual é uma forma de comunicação disponível em linguagem acessível que pode ser observada visualmente por qualquer pessoa que trabalhe ou esteja de passagem por determinada área da empresa (Mello, 1998). A Gestão Visual caracteriza-se pela disponibilização de ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho, em local de fácil acesso, de modo que todos os envolvidos analisem e entendam rapidamente a

situação do sistema (Santos, 2020). Para Silva e Loss (2017), a Gestão à Vista é uma ferramenta que possibilita o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade, da comunicação interna e do fluxo de informações, bem como o suporte para as tomadas de decisão.

A Figura 2 apresenta um exemplo do uso da Gestão à Vista:

Figura 2 – Quadro de Gestão à Vista



Fonte: Rocha (2008)

2.1.5.4 Kanban

Para Ohno (1997), o Kanban nada mais é do que o método de operação utilizado pelo Sistema Toyota de Produção, que impede a superprodução e, conseqüentemente, o estoque extra. A palavra Kanban significa cartão ou sinalização, ajudando a controlar os estoques e a produção (Da Silva; Anastácio, 2019). Conforme afirma Dennis (2009), Kanban é uma ferramenta visual que busca alcançar a produção JIT e caracteriza-se como a autorização para produzir ou parar a produção. Ainda segundo o autor, existem dois tipos de Kanban: o Kanban de produção e o Kanban de retirada. O primeiro especifica a quantidade de produto que precisa ser produzido (relacionado ao fornecedor), já o segundo especifica o tipo e a quantidade de produto que pode ser retirado (relacionado ao cliente).

2.1.5.5 Programa 5s

Segundo Campos et al. (2005), o programa 5s caracteriza-se pelo empenho de um grupo de pessoas em organizar o local no qual executam suas tarefas, por meio da conservação apenas

do que é necessário no dia a dia, da limpeza, da padronização e da disciplina durante a realização das tarefas. Além de ser uma ferramenta de ensino na Cultura Toyotista, o 5s é importante no desenvolvimento de padronizações mais complexas e de solução de problemas (Liker; Hoseus, 2016). Além disso, o programa compreende uma coletânea de tarefas que tem como objetivo a eliminação de desperdícios que contribuem para os erros, defeitos e acidentes de trabalho (Liker, 2021). Ainda de acordo com o autor, estes são os cinco sentidos que compõem a estrutura dessa ferramenta:

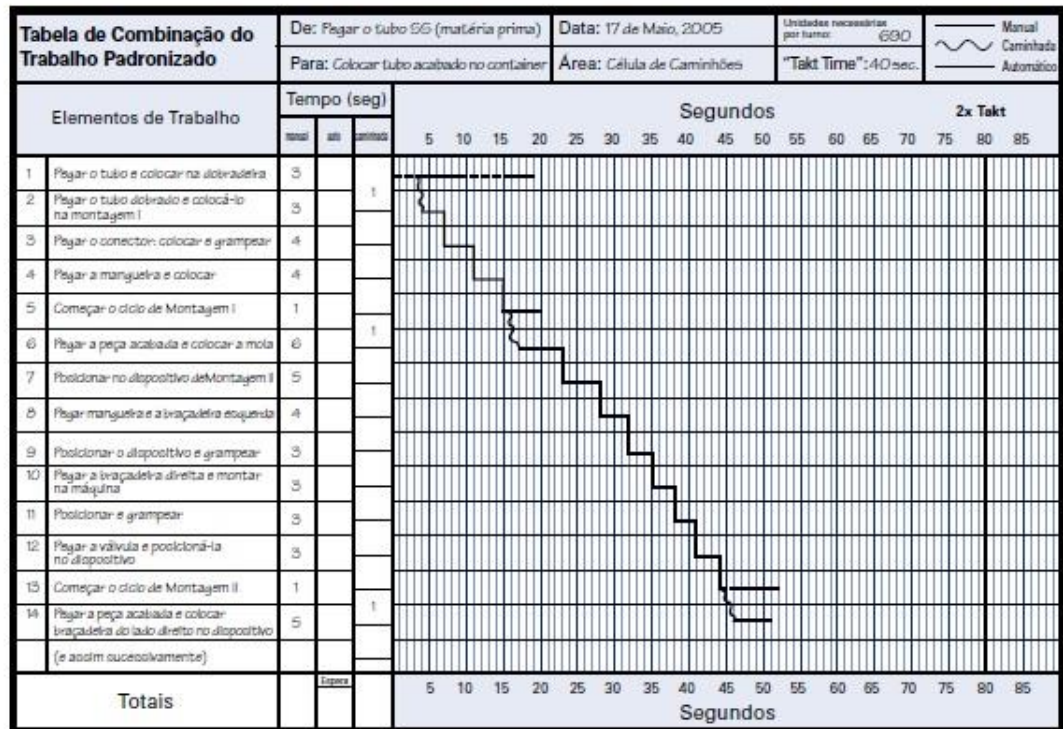
1. *Seiri* (Sentido de classificação) – Classificar e manter apenas o que é necessário no ambiente de trabalho;
2. *Seiton* (Sentido de organização) – Colocar cada coisa no devido lugar;
3. *Seiso* (Sentido de limpeza) – Realizar um processo de limpeza frequente, para que situações de anormalidade sejam facilmente identificadas;
4. *Seiketsu* (Sentido de padronização) – Desenvolver procedimentos e sistemas que mantenham e monitorem os sentidos anteriores;
5. *Shitsuke* (Sentido de autodisciplina) – Manter a estabilidade do ambiente de trabalho a fim de buscar a melhoria contínua.

Muitas vezes, o 5s é visto como uma grande faxina, porém, ele é muito mais do que isso ao oferecer uma mudança de valores e explorar três dimensões básicas: a dimensão física (layout), a dimensão intelectual (realização de tarefas) e a dimensão social (relações e ações diárias). Assim, a partir do momento que uma das dimensões é alterada ou otimizada, as outras também sofrem alterações (Campos et al., 2005).

2.1.5.6 Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado

A Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado (TCTP) configura-se em uma ferramenta que demonstra o tempo do trabalho manual, o tempo de locomoção do trabalhador e o tempo da máquina para cada operador (Cintra et al., 2019). Segundo Lean Institute Brasil (2003), a TCTP mostra as interações entre os operadores e as máquinas frente a um processo, além de permitir o recálculo do conteúdo de trabalho de um operador de acordo com o comportamento do Tempo Takt. Essa ferramenta é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado



Fonte: Lean Institute Brasil (2010)

2.1.5.7 Treinamento dentro da Indústria

Também conhecida como Training Within Industry Service (TWI), tal ferramenta tem como objetivo auxiliar na formação dos supervisores, a fim de que sejam capazes de instruir sua equipe de trabalho, liderar e facilitar as atividades. Existem três fases: o ensino correto de um trabalho, as relações no trabalho e os métodos no trabalho. A primeira relaciona-se à instrução do supervisor sobre como fazer determinada atividade, enquanto a segunda pauta-se no desenvolvimento de uma relação harmoniosa entre pessoal, que é promovida pelo supervisor, além da resolução de conflitos de relações humanas de uma forma segura. Por último, a terceira está relacionada ao desenvolvimento de planos de ação que eliminem desperdícios e aperfeiçoem processos (De Lima Malheiros, 1995).

De acordo com Milan, Gimenez e Romanelli (2021), o TWI surgiu como uma maneira de auxiliar a formação da mão de obra industrial por meio de treinamentos. Seus fundamentos proporcionam um ambiente ideal para a implantação de métodos que valorizem os trabalhadores e que os desenvolvam criativamente, com a finalidade de aumentar a competitividade. Com essa ferramenta, o supervisor não é mais caracterizado como alguém que

dá ordem e fiscaliza, mas, sim, alguém que treina e orienta. Assim, é necessário que ele tenha um conhecimento profundo sobre os processos referentes à sua área e crie uma cultura de aprendizado organizacional focada no aprender fazendo.

2.1.5.8 *Os 6M's*

De acordo com Da Costa et. Al (2023), os 6Ms são um conjunto de fatores que podem ser caracterizados da seguinte maneira:

Método

Está relacionado com a forma como as tarefas são executadas, ou seja, os procedimentos, métodos e processos que compõem uma atividade, os quais podem ser as causas dos problemas que estão sendo analisados.

Matéria-prima

Relaciona-se diretamente ao material ou à matéria-prima utilizada no processo; quando ela não é adequada, alguns problemas e desvios de qualidade podem acontecer.

Mão de obra

Nada mais é do que as atitudes e as dificuldades das pessoas ao desenvolver uma determinada atividade. Alguns exemplos são a falta de qualificação, a pressa, a imprudência, a falta de competência, entre outros.

Máquina

Tem relação direta com o funcionamento de uma máquina utilizada na execução de uma tarefa. Alguns exemplos de causas de um problema são o mau funcionamento, uma falha mecânica, entre outros.

Medida

Configura-se em tudo aquilo que é utilizado para medir, monitorar e controlar o objeto de análise. Alguns exemplos são a eficácia de ferramentas de calibração, os indicadores e as metas.

Meio ambiente

Existem dois tipos de ambientes, o interno e o externo, e eles estão relacionados ao objeto de estudo. Alguns estão diretamente relacionados, como a falta de espaço do local e o layout, e outros estão indiretamente relacionados, como a poluição e o calor.

2.2 Energia Solar Fotovoltaica

O efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo físico Edmond Becquerel. Esse efeito constitui a transformação dos fótons contidos na luz em energia elétrica, por meio do uso de células solares. Dentre os materiais mais adequados para essa transformação, destaca-se o silício (Da Silva, 2019). Conforme afirmam Pinho e Galdino (2014), no ano de 1876 surgiu o primeiro aparelho fotovoltaico baseado nos estudos físicos referentes ao estado sólido da matéria, mas foi somente no ano de 1956 que o elevado crescimento eletrônico permitiu o início da produção industrial de equipamentos fotovoltaicos.

Os primeiros agentes impulsionadores do desenvolvimento dessa tecnologia foram as empresas de telecomunicação, pelo fato de elas terem a necessidade de utilizar energia elétrica em lugares remotos, nos quais seus dispositivos eletrônicos estavam instalados. O segundo agente impulsionador foi a famosa “corrida espacial”, pois novamente havia a necessidade de obter energia em um lugar remoto, e a solução mais adequada, considerando o baixo custo, o baixo peso e a alta segurança para fornecer energia por longos períodos no espaço, era e ainda continua sendo a energia solar fotovoltaica. Por fim, a crise do petróleo de 1973 surgiu como o terceiro agente impulsionador mais marcante do desenvolvimento fotovoltaico (Pinho; Galdino, 2014).

Ainda segundo Pinho e Galdino (2014), durante a maior parte da década de 1990, os Estados Unidos foram os maiores líderes mundiais na produção da tecnologia fotovoltaica, porém, com os incentivos governamentais no final da década, a Alemanha e a China também passaram a participar desse cenário. No ano de 1998, a produção mundial de células

fotovoltaicas passou por um crescimento que foi impulsionado pela China, com um total de 150 MWp¹ de células produzidas. Atualmente, a China é a maior produtora e consumidora de energia fotovoltaica do mundo, responsável por consumir cerca de 50% de toda a produção mundial (Sangar, 2022).

Já no Brasil, o contexto do início do desenvolvimento fotovoltaico está ligado à década de 1950, porém, apenas nos anos 90 há a instalação, em concessionárias de energia elétrica, universidades e centros de pesquisa, dos primeiros sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição elétrica. Somente no ano de 2012 é definida pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) a regulamentação da instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (Pinho; Galdino, 2014). Para Lagrimante (2018), o país apresenta grande potencial fotovoltaico, desse modo, a expansão anual prevista é cada vez maior. De acordo com Koloszuk; Sauaia; Meyer (2019), apesar do mercado de energia fotovoltaica ser muito novo no Brasil, o país tem previsões e projeções que indicam um aumento na relevância dentro do setor elétrico nacional, tornando-se assim um dos mercados mais relevantes nos próximos anos.

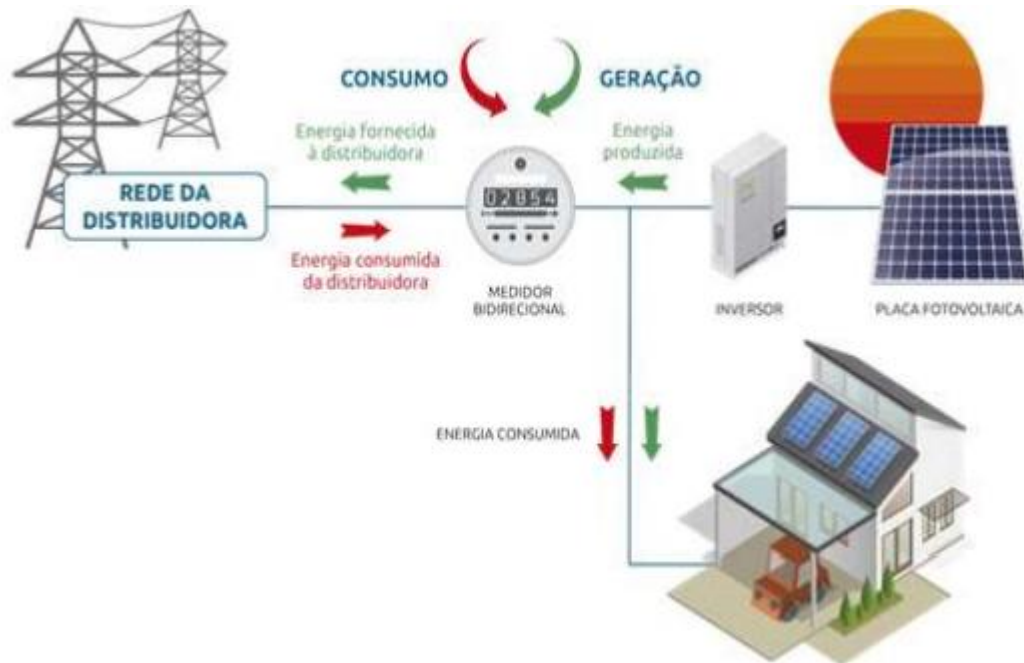
Em maio de 2023, o Brasil ultrapassou 30 GW de potência fotovoltaica instalada, considerando usinas de grande porte, também conhecidas como usinas de geração centralizada, e usinas de geração própria, também conhecidas como usinas de geração distribuída (Casarin, 2023). Ainda de acordo com o autor, em 2021, o Brasil ficou na quarta posição em relação ao acréscimo de capacidade e, pela primeira vez, entrou para o Top 10 países geradores de energia solar fotovoltaica. Segundo Absolar (2023), a energia fotovoltaica correspondia a cerca de 13,1% da matriz energética brasileira, ficando atrás apenas da energia hídrica, no ano de 2023.

Com base nesse contexto e conforme declarado em Neosolar (2022), surge a figura do integrador de energia fotovoltaica, que é responsável por conectar a distribuição dos equipamentos fotovoltaicos ao cliente final, suprindo-o com materiais, projetos, instalações e manutenções no sistema. Os integradores exercem atividades desde a prospecção e venda ao consumidor final, a instalação dos sistemas fotovoltaicos, a homologação e regularização, e o pós-venda e a manutenção, ou seja, eles atuam em toda etapa final de produção, que vai desde a compra dos equipamentos até o acompanhamento da pós instalação.

A Figura 4 mostra um esquema básico e genérico de uma usina fotovoltaica instalada em uma residência.

¹ Wp (watt-pico) é a unidade de potência de saída de um gerador fotovoltaico, sob as condições padrão de ensaio

Figura 4 – Sistema fotovoltaico on-grid



Fonte: Lima Júnior (2019)

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é caracterizada como a atividade base da ciência, pois ela permite uma aproximação e um entendimento entre aquilo que está sendo investigado e a realidade. Além disso, a pesquisa científica busca resolver um problema, de maneira minuciosa, recorrendo a procedimentos científicos (Silveira; Córdova, 2009). No Quadro 1 está representada a metodologia de pesquisa utilizada no presente trabalho.

Quadro 1 – Classificação da pesquisa

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA			
Natureza	Problema	Objetivos	Procedimentos
Aplicada	Qualitativa	Descritiva	Pesquisa-ação

Fonte: Autor (2023)

A natureza da pesquisa será Aplicada, pelo fato de haver a busca do conhecimento para gerar soluções de problemas específicos encontrados no almoxarifado da empresa, em conformidade com Alegria, Rosa, et al. (2011), que dizem que a pesquisa aplicada tem finalidade prática e específica para construir conhecimento ou proporcionar seu avanço.

Com relação a abordagem do problema, há a característica Qualitativa que, segundo Lira (2019), visa uma análise relacionada a observação, sem utilizar instrumentos estatísticos para o alcance dos resultados da pesquisa.

O objetivo de pesquisa foi Descritivo que, segundo Sampaio (2022), busca caracterizar a realidade do objeto de estudo, além de ser pautado na análise, na observação e no registro, conectando variáveis sem a necessidade de manipulá-las (Heerdt, 2022).

Já em relação ao procedimento, foi utilizada a pesquisa-ação que, de acordo com Thiollent (2022), é um tipo de pesquisa na qual os pesquisadores estão ativos de modo a cooperar ou participar de todo o processo que envolve a problemática levantada. Tal procedimento foi escolhido devido ao fato de o autor participar diretamente e ativamente do

levantamento de dados e da resolução das problemáticas encontradas no almoxarifado da empresa.

3.2 Técnicas de coleta de dados

Neste tópico serão abordadas as técnicas de coleta de dados que foram utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. A primeira delas é a observação e a segunda, a entrevista. Conforme afirma Sampaio (2022), a observação constitui-se pela participação direta do pesquisador no alvo do estudo, exigindo assim atenção e controle no registro das informações relevantes que são levantadas durante o processo. Ainda segundo a autora, a observação é altamente valorizada em pesquisas de cunho qualitativo.

Já a entrevista pode ser considerada um instrumento básico de coleta de dados, em que há um roteiro a ser seguido com o objetivo de colher todas as informações necessárias (Botelho; Cruz, 2013). De acordo com Ana e Lemos (2018), a entrevista tem um caráter interativo entre entrevistador e entrevistado, criando uma relação de reciprocidade entre ambos, o que permite a captação das informações, de uma forma imediata.

3.3 Técnicas de análise de dados

Como técnica de análise de dados, serão utilizados os 6 M's, que correspondem às categorias de método, matéria-prima, mão de obra, máquina, medida e meio ambiente, que já foram abordados anteriormente.

Desse modo, a partir da análise de cada “M” será possível identificar e entender onde se encontram as causas relacionadas aos problemas levantados e, com isso, conseguir propor soluções para cada um deles.

3.4 Procedimentos metodológicos

A pesquisa desenvolveu-se, inicialmente, através do levantamento bibliográfico a respeito do *Lean Manufacturing*, que abordou o contexto histórico de seu surgimento, seus princípios, os 8 desperdícios e as ferramentas necessárias para o alcance da estabilidade, além da origem e evolução da energia fotovoltaica até os dias atuais.

Posteriormente, houve a coleta das informações necessárias para o estudo, por meio das técnicas metodológicas citadas anteriormente, ou seja, da observação do ambiente e da rotina

relativas ao almoxarifado, além de entrevistas com o funcionário e com o gestor responsável pelo local. Para as entrevistas foram elaboradas perguntas que buscaram entender as principais dores existentes no dia a dia.

Por fim, houve a contextualização do almoxarifado para entender e elaborar como se dará uma possível implementação das ferramentas que visam o alcance da estabilidade básica. Além disso, também foi abordada a possibilidade de trabalhos futuros, tendo em vista a proposta apresentada.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa

A empresa objeto de estudo trata-se de um integrador de energia fotovoltaica situado na cidade de Ituiutaba (MG), responsável pela instalação e manutenção de usinas fotovoltaicas presentes em cinco estados do território nacional: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Fundada em agosto de 2017, a empresa possui como principal objetivo entregar, com qualidade, energia limpa para sua rede de clientes, composta por donos de residências, comércios, indústrias e agronegócios, a fim de contribuir com a redução de custos e a responsabilidade ambiental.

Inicialmente, no ano de 2017, havia apenas 2 funcionários, que se dividiam em tarefas de gestão e operação. Essa realidade foi mudando ao longo do tempo pois, atualmente, seu quadro de pessoal conta com cerca de 40 funcionários, divididos em equipes que vão desde o administrativo até o operacional, sendo que, parte da equipe operacional é formada por terceiros. Ao longo desses sete anos, já são mais de 1500 usinas fotovoltaicas instaladas em operação por todo o território nacional.

Estruturalmente, a empresa contém salas de escritório e um local destinado para o armazenamento de materiais, incluindo itens transitórios das usinas de clientes ou componentes básicos que servem para o complemento da instalação de uma usina fotovoltaica, como fios de cobre, disjuntores, conduítes, parafusos, entre outros. Desse modo, os itens de maior porte, como os módulos fotovoltaicos, inversores, microinversores, estruturas e demais itens, são adquiridos dos fornecedores e entregues diretamente ao cliente, sem que haja necessidade de armazenamento no almoxarifado.

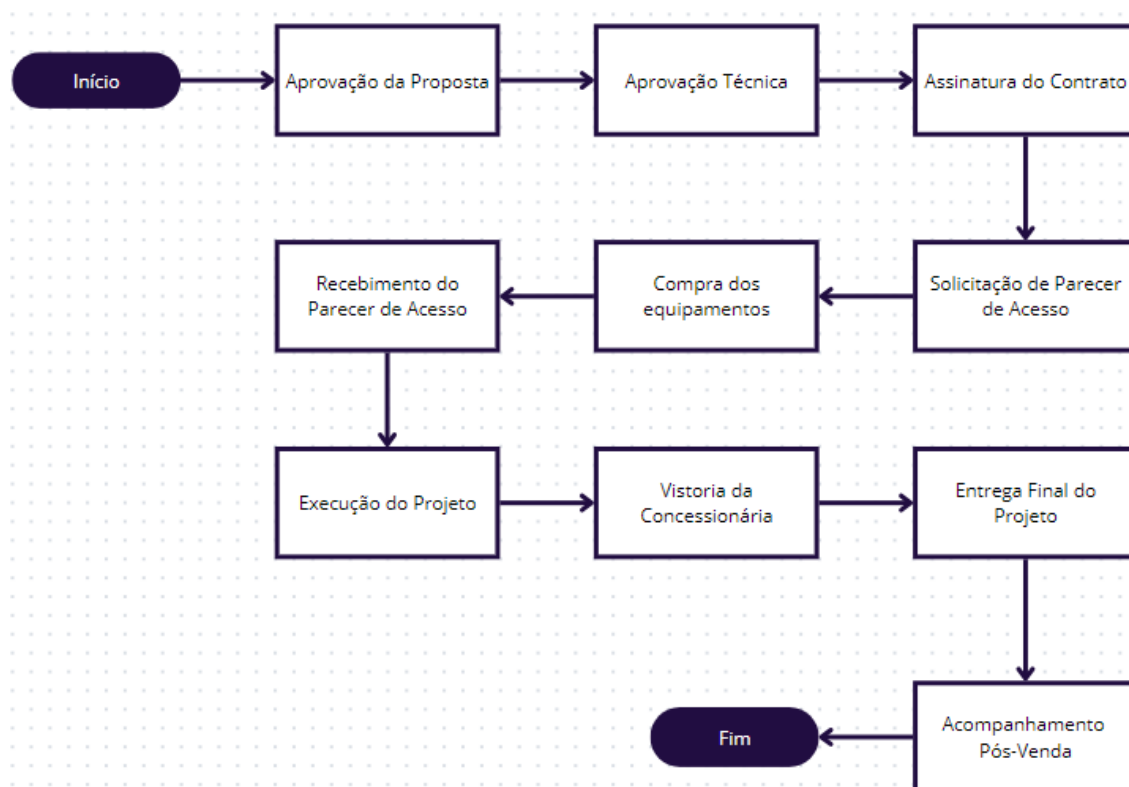
4.2 Mapeamento da realidade empresarial

Devido ao fato de o escopo do trabalho estar pautado na busca da estabilidade, é importante entender qual é o processo macro referente ao funcionamento da empresa, desde o contato com o cliente até a instalação da usina fotovoltaica e pós-venda, desse modo, possibilitando o melhor entendimento sobre a realidade da empresa e quais pontos merecem atenção.

O processo inicia-se no contato com o cliente, seja ele de uma forma ativa ou passiva. Em seguida, é feita uma proposta que deve passar por uma aprovação técnica e do cliente,

depois há a assinatura do contrato, a solicitação do parecer de acesso, a compra dos equipamentos, que são entregues diretamente para o cliente, o recebimento do parecer de acesso, a execução do projeto, a vistoria da concessionária, a entrega do projeto e, por fim, o acompanhamento pós-venda. Tal sequência está evidenciada na figura 5:

Figura 5 – Fluxograma do macroprocesso da jornada do cliente



Fonte: Autor (2024)

Para este trabalho, foram consideradas as questões diretamente associadas à execução do projeto e ao pós-venda, por serem etapas que possuem relação direta com o almoxarifado da empresa. O almoxarifado representa grande parte do capital investido e não recebe a atenção necessária, pois não há organização e controle dos itens presentes no local, que são de suma importância para que as obras das usinas sejam executadas e entregues no prazo, da melhor maneira possível.

Como a empresa apresentou um crescimento rápido em seus sete anos de existência, nunca houve um foco referente à implementação de ferramentas e metodologias que auxiliem na melhor gestão e consolidação do negócio, consequentemente, o conhecimento a respeito dessas ferramentas e metodologias é bem raso e pouco explorado.

4.3 Estabilidade

Com o objetivo de propor melhorias para o ambiente de trabalho, a rotina, a gestão e a manutenção do almoxarifado e, de acordo com todos os levantamentos bibliográficos e mapeamentos da realidade atual da empresa, citados anteriormente, o elemento estabilidade foi explorado por meio dos 6M's, a fim de sugerir as tratativas que resolverão as problemáticas abordadas no decorrer deste tópico.

Conforme as observações e entrevistas realizadas com os responsáveis pela empresa e pelo almoxarifado, concluiu-se quais eram as necessidades relacionadas a cada um dos 6 M's. Portanto, estão presentes abaixo, em cada "M", as problemáticas identificadas e as sugestões de ferramentas para a melhoria da realidade do almoxarifado da empresa.

Tabela 1 – Desenvolvimento dos 6 M's

6 M's	Problemáticas	Sugestões
Meio ambiente	Ambiente com espaço mal aproveitado, desorganizado, consideravelmente sujo e com dificuldades de acesso para limpeza nas partes mais baixas.	Implementação da Ferramenta 5s no almoxarifado.
Método	Não há padronização nas tarefas rotineiras, seja das mais simples até as mais complexas.	Implementação da tabela de combinação de trabalho padronizado e do trabalho padronizado.
Mão de obra	Por se tratar de uma empresa recente e pelo fato de o setor não ter a atenção necessária, a mão de obra não possui o treinamento devido e, consequentemente, não desenvolve a maturidade esperada.	Implementação de treinamentos, usando a metodologia, treinamento dentro da indústria.
Matéria-prima	O condicionamento do material não é o mais adequado, pois ele é armazenado sem que haja uma lógica, além de estar misturado com materiais aleatórios.	Implementação da gestão à vista como forma de facilitar a identificação dos materiais presentes no almoxarifado.

Medida	Falta de um controle bem executado referente à quantidade de matéria-prima em estoque.	Utilização do kanban para controle e redução de estoque.
Máquina	Equipamentos que não colaboram para o desenvolvimento dos processos.	Utilização do TPM a fim de melhorar o cenário atual.

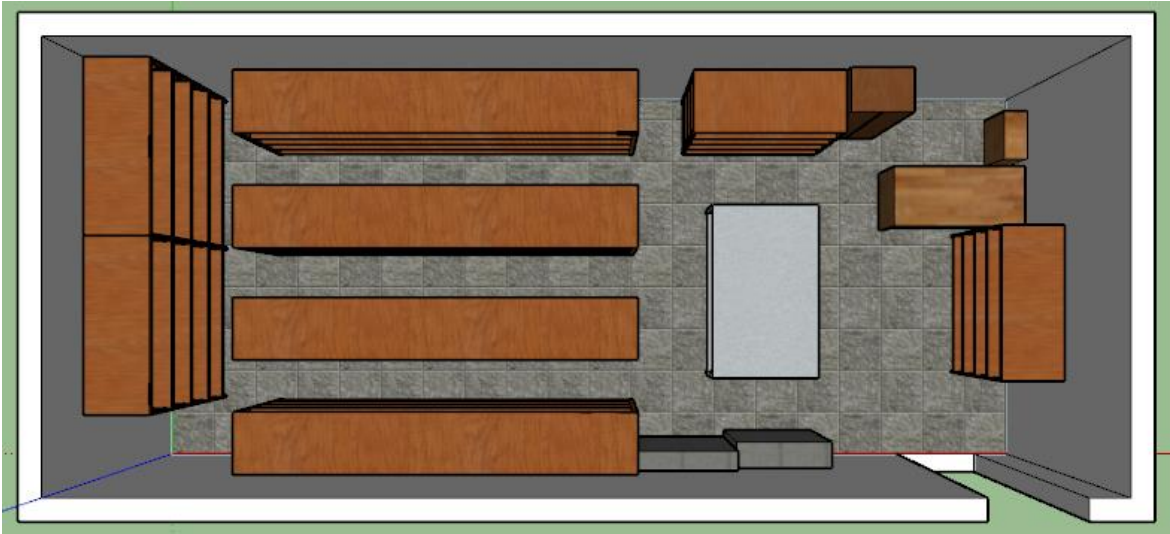
Fonte: Autor (2024)

Com base nas informações presentes no Quadro 2, foi explorado o passo a passo para chegar nas sugestões propostas, além de acrescentar os desperdícios e as melhorias identificadas no decorrer de todo o processo.

4.3.1 Meio Ambiente

O meio ambiente do almoxarifado da empresa objeto de estudo foi caracterizado por todo seu espaço físico e tudo aquilo que o compõe, como prateleiras, mesas e estantes, além de itens transitórios e/ou itens que são utilizados para o funcionamento adequado do local. A figura 6 mostra a representação 3D do cenário atual do almoxarifado, considerando a real disposição dos móveis por todo o ambiente:

Figura 6 – Representação 3D do almoxarifado



Fonte: Autor (2024)

Abaixo também estão evidenciadas algumas fotos do ambiente, que mostram exatamente o cenário encontrado no local e, com base nelas, é possível notar qual é o principal desperdício e quais são as oportunidades de melhoria existentes.

Figura 7 – Fotos do almoxarifado



Fonte: Autor (2024)

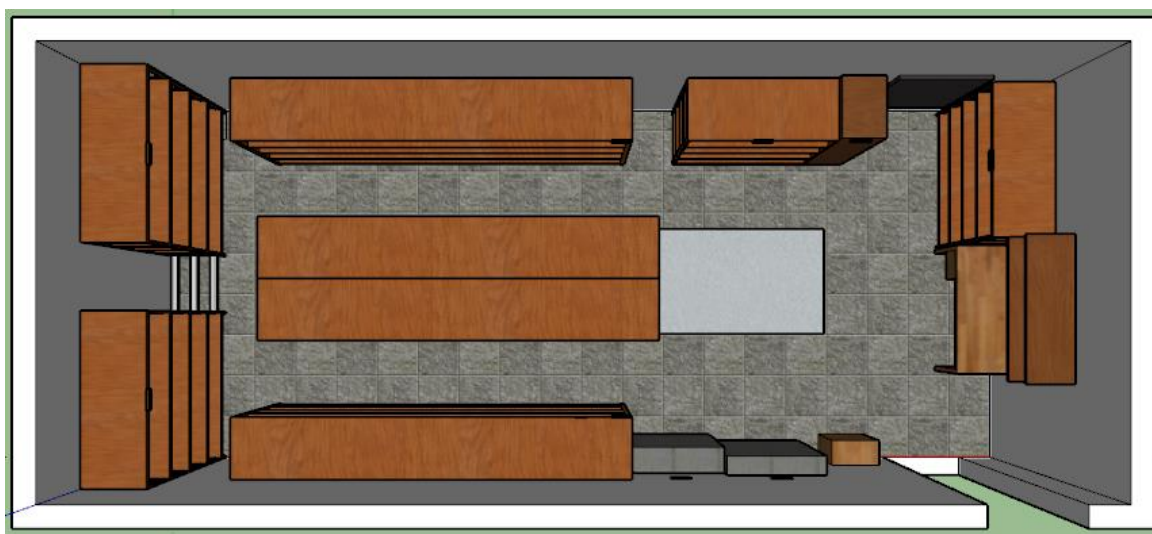
Com base na Figura 6 e na Figura 7, é perceptível o pouco espaço devido à má organização do layout do local, além da grande quantidade de caixas e itens que não possuem um lugar adequado e estão apenas espalhados por todo o ambiente. Como resultado, há um desperdício relacionado à movimentação, já que todos os móveis e objetos presentes dificultam a locomoção. Além disso, fica evidente que existem oportunidades de melhoria relacionadas à rotina de organização, à limpeza e à padronização do ambiente de trabalho.

Portanto, para resolver o desperdício e aplicar as oportunidades identificadas, referentes ao meio ambiente, é preciso implementar o programa 5s, para que haja a segregação de tudo aquilo que está presente no almoxarifado e que não deveria estar lá. Esse processo passa pela organização de todo espaço físico, desde o layout até o que está presente nas prateleiras e mesas, pela padronização e demarcação dos locais onde cada móvel e item deve ficar, por meio de fitas e nomes daquilo que deve estar no espaço demarcado, pela limpeza do local e pela autodisciplina de manter tudo o que está relacionado aos quatro primeiros “s”, auxiliando assim

a melhoria contínua. Para que tudo isso funcione da melhor maneira, é necessário implementar um formulário de auditoria que averigue todas as questões abordadas em todos os “s”, desde a verificação de limpeza e organização até a checagem das demarcações feitas.

A figura 8 exibe uma sugestão representada por um desenho 3D, que está relacionada à melhoria do espaço físico, ou seja, uma forma de organizar o ambiente com o objetivo de tratar o desperdício identificado e auxiliar na implementação do programa 5s.

Figura 8 – Sugestão de layout



Fonte: Autor (2024)

4.3.2 Método

Como a empresa é consideravelmente nova, muitos processos são executados sem que haja um padrão mapeado e estabelecido, fazendo com que as atividades dependam da forma como o colaborador acredita que seja a melhor maneira de execução. No presente estudo, isso representa desperdícios, especialmente de movimento e processamento, já que existem tarefas, como a separação de material para obra, que estão diretamente ligadas à movimentação do colaborador pelo almoxarifado, obrigando-o a seguir um fluxo de coleta que não apresenta nenhum tipo de padrão estabelecido. Quanto ao processamento, existem atividades que podem conter etapas a serem substituídas ou eliminadas, a fim de simplificar e melhorar a eficiência do processo.

Grande parte dos processos existentes no almoxarifado não apresenta padronização e nem mesmo sua documentação, dificultando a rotina de quem é responsável por gerir o local. Desse modo, com a finalidade de solucionar os problemas encontrados e reduzir ou eliminar os

desperdícios, é necessária a implementação de duas ferramentas que visam a padronização das atividades, sendo elas o Trabalho Padronizado e a Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado. Com isso, será possível levantar todos os processos e atividades existentes, encontrar a melhor maneira de execução, padronizar e entender quais são os gargalos presentes durante todo o processo, por meio dos tempos de cada etapa, com o objetivo de melhorar a eficiência do trabalho, bem como permitir a melhoria contínua dos processos. Para colocar as duas ferramentas em prática, é necessário o uso de softwares de mapeamento, como o Microsoft Visio, além de um modelo de tabela semelhante, por exemplo, à tabela da Figura 3 deste estudo. Esses softwares irão auxiliar o desenvolvimento do passo a passo das atividades, colocando em sequência, de maneira visual e destrinchada, cada etapa do processo.

4.3.3 Mão de obra

O almoxarifado configura-se como o setor no qual há uma grande rotatividade de pessoas. Uma das causas para que isso ocorra é a falta de um plano de desenvolvimento do colaborador, pois quando ele não possui apoio e treinamento necessários, a rotina torna-se mais difícil do que o proposto para o cargo, já que não existe o conhecimento profundo a respeito de suas atividades e do ambiente de trabalho. Além disso, tais questões geram o desperdício intelectual, devido ao fato de pessoas com potencial de se desenvolverem no cargo acabarem desistindo.

Com base nesse cenário, é proposta a implementação da ferramenta Treinamento dentro da Indústria que seria colocada em prática por meio do acompanhamento diário pelo gestor responsável do almoxarifado, de no mínimo trinta minutos por dia, durante o período de uma semana. Isso visa auxiliar o ensino correto da maneira de trabalho que a empresa busca no dia a dia, o desenvolvimento de relações com as partes interessadas, a criação da rotina de pensar em métodos que colaborem na facilitação do trabalho, bem como a entrega dos documentos de padronização que serão desenvolvidos no tópico “Método”, fazendo com que haja o estudo de como cada processo deve ser realizado. Assim, qualquer dúvida que houver, o gestor responsável pela área deverá ser acionado. Isso tudo tem o objetivo de promover o desenvolvimento do responsável pelo almoxarifado para que ele possa desempenhar sua função da melhor maneira possível e para que a rotatividade de pessoas no cargo diminua.

4.3.4 Matéria-prima

Outro fator analisado é referente à disposição e ao armazenamento dos insumos presentes no local. Logo de início, foram encontrados materiais que não deviam estar ali armazenados, além de ser evidente a falta de planejamento para o armazenamento nas prateleiras e gavetas destinadas aos parafusos. Por conta disso, encontrar o local onde estão os materiais necessários para a coleta ou para reposição de estoque torna-se uma tarefa difícil, ocasionando desperdícios de movimentação, pois se gasta muita energia para procurar os materiais pelo almoxarifado. Em conclusão, há movimentações desnecessárias que proporcionam perda de tempo e não agregação de valor. A seguir estão algumas fotos que ilustram tudo o que foi mencionado acima.

Figura 9 – Itens fora do lugar



Fonte: Autor (2024)

Figura 10 – Itens sem identificação



Fonte: Autor (2024)

Com base no cenário apresentado, é nítida a falta de gestão visual referente à organização dos materiais nas prateleiras, não existindo nenhum tipo de endereçamento que auxilie na identificação momentânea a respeito da localização de cada item presente no almoxarifado. Por esse motivo, sugere-se a implementação da ferramenta Gestão Visual como forma de facilitar a rotina de coleta e armazenamento dos insumos nas prateleiras e nas gavetas, seja por meio de placas de sinalização sobre qual prateleira se trata e sobre quais são os níveis existentes, além dos nomes ou tags, referentes ao insumo, que devem ficar em determinada posição na parte da frente do móvel.

A figura 11 apresenta um exemplo de gestão visual relacionado ao endereçamento que pode ser feito no almoxarifado.

Figura 11 – Identificação das prateleiras



Fonte: Autor (2024)

O endereçamento de cada prateleira seria dividido de acordo com a quantidade de andares e seguimentos que cada uma contém, já que existem prateleiras que apresentam três seguimentos, ou seja, três colunas. Assim, é preciso utilizar uma lógica matricial de organização. Considerando que a prateleira B apresenta cinco andares e apenas um segmento, e que a prateleira C apresenta cinco andares e três seguimentos, a nomenclatura das demarcações seria a seguinte:

Prateleira B

- Andar 1 – B1
- Andar 2 – B2
- Andar 3 – B3
- Andar 4 – B4
- Andar 5 – B5

Prateleira C

- Andar 1 e segmento 1 – C11
- Andar 2 e segmento 1 – C21

- Andar 3 e segmento 1 – C31
- Andar 4 e segmento 1 – C41
- Andar 5 e segmento 1 – C51

- Andar 1 e segmento 2 – C12
- Andar 2 e segmento 2 – C22
- Andar 3 e segmento 2 – C32
- Andar 4 e segmento 2 – C42
- Andar 5 e segmento 2 – C52

- Andar 1 e segmento 3 – C13
- Andar 2 e segmento 3 – C23
- Andar 3 e segmento 3 – C33
- Andar 4 e segmento 3 – C43
- Andar 5 e segmento 3 – C53

4.3.5 Medida

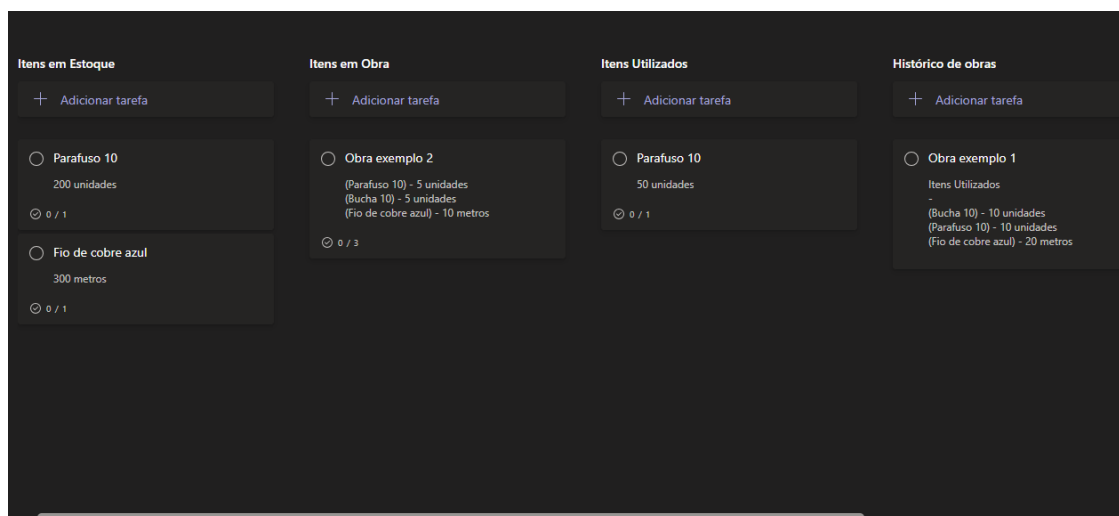
Em relação à medida, são observadas oportunidades associadas ao monitoramento e controle das entradas e saídas dos itens presentes no almoxarifado, porque não há uma forma eficiente para rastrear e contabilizar aquilo que já foi utilizado, que está sendo utilizado e o que não foi utilizado, além da falta de controle da quantidade aproximada de itens que estão em estoque. Desse modo, torna-se evidente que existe o desperdício de estoque, pois não há um controle bem definido. Consequentemente, podem ser feitas compras indevidas que acabam gerando um excesso de estoque e consumindo um espaço desnecessário, o qual poderia ser utilizado para armazenar outros tipos de itens que deveriam estar em maior quantidade no estoque, mas não estão, devido à falta de espaço.

Por outro lado, quando não há um controle bem definido, também é possível que ocorra a falta de itens em estoque, já que quando as entradas e saídas não são controladas, não há como saber se algum item em específico precisa ser reposto e quando é o melhor momento para ser reposto, podendo provocar transtornos quanto a disponibilidade de material para a execução de uma obra. Consequentemente, isso gera custos adicionais e aumento do tempo para a entrega de uma obra.

Com base nesse cenário, é proposta a implementação de um sistema kanban para o controle de estoque, com o objetivo de melhorar a eficiência do controle de estoque do almoxarifado da empresa. O kanban seria composto por quatro status, sendo eles, “Itens em Estoque”, “Itens em Obra”, “Itens Utilizados” e “Histórico de Obras”. Em “Itens em Estoque”, seriam mostradas as quantidades de cada item, além de ser o local onde seriam feitas todas as entradas de material, havendo uma separação por nome do item ou tag do item, de maneira a se relacionar com a identificação presente no endereçamento das prateleiras. Em “Itens em Obra”, seriam mostrados os nomes das obras, com os itens que estão sendo utilizados nela, os respectivos nomes ou tags, bem como a quantidade de cada item que foi levado. Em “Itens Utilizados”, estaria presente tudo aquilo que foi consumido pelas obras, no formato de saída de estoque por item, ou seja, haveria os nomes dos itens ou tags, juntamente com a quantidade utilizada até o momento. Por último, em “Histórico de Obras”, estariam presentes as obras finalizadas, juntamente com o que foi consumido de itens nelas. Dessa forma há a possibilidade de acompanhar o que foi e o que voltou em cada obra, criando uma base histórica, que pode auxiliar nas tomadas de decisões para a separação de material de obras futuras, redução de estoque, aumento da acuracidade e auxílio na criação de uma classificação ABC dos itens.

Assim, é possível aumentar o controle dos itens em estoque, proporcionando ainda a redução de estoque devido ao melhor aproveitamento do espaço de armazenamento, que é limitado, bem como a redução de custos e tempos referentes à entrega de uma obra. A figura 12 a seguir representa um exemplo visual de como seria esse controle utilizando o kanban.

Figura 12 – Esboço do kanban de controle de estoque



Fonte: Autor (2024)

4.3.6 Máquina

Por fim, no almoxarifado existem equipamentos necessários para seu funcionamento, dentre eles, o computador utilizado para todas as tarefas rotineiras que precisam ser realizadas de maneira digital, desde conversas com as partes interessadas até averiguações referentes aos itens presentes no local. Desse modo, notou-se que não existe um equipamento que esteja nas condições necessárias para o trabalho, já que, por diversas vezes, foi presenciado um mau funcionamento dele. Além disso, houve dias em que ele mal ligava, prejudicando o trabalho do responsável pelo almoxarifado e gerando certa insatisfação.

Com base nisso, foi identificado um desperdício relacionado à espera e defeito, pois até o problema do computador ser resolvido, houve um tempo perdido e, com isso, não foi possível executar as tarefas para as quais ele é necessário, além de gerar retrabalho devido ao não salvamento. Assim, foi sugerida a implementação do TPM como forma de melhorar o equipamento utilizado atualmente, seja pela troca ou reparação. Isso visa adiantar a rotina e evitar que mais defeitos ocorram e prejudiquem o dia a dia da empresa. Com o TPM, será possível garantir a melhor conservação do equipamento em questão e, caso seja necessário, ele poderá auxiliar no mantimento de outros equipamentos que hoje não são gargalos no almoxarifado, mas que futuramente podem ser, como é o caso da máquina de medir e cortar fio. Dessa forma, será possível garantir maior eficiência e confiabilidade quanto aos processos e atividades que dependem do computador presente no local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões do trabalho

O presente trabalho propôs a implementação do elemento estabilidade visando melhorias no almoxarifado de uma empresa do setor de energia fotovoltaica, com o objetivo de alcançar estabilidade em seus processos. A pesquisa foi guiada por uma metodologia aplicada, com a utilização de uma abordagem qualitativa descritiva e a escolha da pesquisa-ação como procedimento.

Por meio da análise das técnicas de coleta de dados, observação e entrevista, foi possível compreender a realidade do almoxarifado e identificar suas necessidades. O uso das técnicas de análise de dados, particularmente os 6 M's, permitiu uma avaliação abrangente dos problemas e a criação de uma proposta de soluções específicas para cada um deles.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, foram identificadas diversas oportunidades de melhoria nos seis aspectos dos 6 M's: meio ambiente, método, mão de obra, matéria-prima, medida e máquina. Para cada aspecto, foram propostas ferramentas e metodologias de gestão que visam otimizar os processos e eliminar desperdícios.

Destaca-se a importância da implementação do programa 5s para organizar e padronizar o ambiente de trabalho, bem como a necessidade de estabelecer métodos padronizados para as tarefas rotineiras. Além disso, a capacitação da mão de obra e a gestão visual dos materiais foram apontadas como medidas essenciais para melhorar a eficiência do almoxarifado.

A introdução do sistema kanban para controle de estoque e a adoção do TPM para a manutenção dos equipamentos foram propostas como formas de garantir um melhor gerenciamento dos recursos e evitar falhas operacionais.

Em suma, o presente estudo proporcionou uma análise detalhada da situação atual do almoxarifado, bem como a elaboração de um roteiro para alcançar a estabilidade e melhorar a eficiência dos processos. Espera-se que as recomendações apresentadas possam contribuir significativamente para o aprimoramento do ambiente de trabalho e para o sucesso operacional da empresa.

5.2 Limitações do estudo

O autor teve como limitações a disponibilidade de tempo para conseguir as informações necessárias, devido à rotina dos responsáveis pelo almoxarifado e pela empresa, e o pouco

espaço estrutural existente para o almoxarifado, dificultando pensar em soluções, principalmente de arranjo de layout e disposição dos materiais nas prateleiras. Por ser uma proposta de implementação, o estudo limitou-se apenas em entender as necessidades do local e propor soluções em forma de guia. Além disso, tudo o que foi planejado, foi executado e, mesmo com as dificuldades citadas, ainda foi possível levantar todos os dados necessários para o sucesso do trabalho.

5.3 Trabalhos futuros

A fim de dar continuidade ao trabalho em questão, a próxima etapa seria a implementação de todas as sugestões levantadas, já que o estudo teve como objetivo identificar oportunidades e propor soluções que lidem com as dificuldades e carências encontradas no almoxarifado da empresa. Assim, seria necessário implementar essas sugestões para consolidar o estudo e melhorar efetivamente a realidade empresarial atual em que o almoxarifado se encontra.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, 2023. **Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 23 mar 2023.

ALEGRIA, Rosa et al. **Teoria e Prática da Pesquisa Aplicada.** Elsevier Brasil, 2011.

ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen Cézar. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, 2018.

BERGMANN, Laura Loss. **Análise de uma linha de produção de leite uht sob a perspectiva do Lean Manufacturing.** 2021.

BOTELHO, Joacy Machado; CRUZ, Vilma Aparecida Gimenes. Metodologia científica. **São Paulo: Pierson Education do Brasil**, 2013.

BRASILEIRO, Gustavo Sá; DE ARAÚJO, Paulo Félix. APLICAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL EM CONJUNTO A IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO/LEAN MANUFACTURING PARA A MAXIMIZAÇÃO DE LUCRO EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE ASSENTOS AUTOMOTIVOS–UNIDADE PERNAMBUCO. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 5, n. 1, p. 137-155, 2020.

CAMPOS, Renato et al. A **ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total.** Simpep–Simpósio de Engenharia de Produção, v. 12, p. 685-692, 2005.

CASTRO, Rui MG. Introdução à energia fotovoltaica. **Universidade de Lisboa**, 2008.

CASARIN, Ricardo. **Brasil supera 30 GW de energia solar em operação.** Portal Solar, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/operacao-e-expansao/brasil-supera-30-gw-de-energia-solar-em-operacao>. Acesso em: 30 mai. 2023.

CINTRA, Gisele Amaral et al. Aplicação de ferramentas Lean Manufacturing: estudo comparativo entre indústrias de bens de consumo não duráveis. 2019.

CUNHA, G. D. Um panorama atual da Engenharia da Produção no Brasil. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

DA COSTA, Carlos Eduardo Silva et al. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE-CONTROLE ESTATÍSTICOS DE PROCESSOS E DIAGRAMA DE ISHIKAWA NA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE LIMÃO. **Revista Ibero-Americana de Humanidades**, Ciências e Educação, v. 9, n. 5, p. 1794-1819, 2023.

DA SILVA, Alexandre et al. Energia fotovoltaica no Brasil: uma revisão de literatura. **PI-Pesquisa e Inovação**, v. 1, n. 1, p. 100-115, 2019.

DA SILVA, Jessica Belém; ANASTÁCIO, FAMD. Método Kanban como Ferramenta de Controle de Gestão. **Revista multidisciplinar e de psicologia**, v. 13, n. 43, p. 1018-1027, 2019.

DENNIS, Pascal. Produção lean simplificada. Bookman Editora, 2009.

DE FREITAS RIBEIRO, Andressa. Taylorismo, fordismo e toyotismo. **Lutas Sociais**, v. 19, n. 35, p. 65-79, 2015.

DE LIMA MALHEIROS, Clovis. O TWI como técnica complementar de formação profissional de supervisores. **Arquivos Brasileiros de Psicotécnica**, v. 7, n. 4, p. 113-119, 1955.

DO NASCIMENTO, Viviane Alencar Marques Araújo. Manutenção Produtiva Total (TPM). **Tópicos em Administração Volume 34**, p. 24, 2020.

FORD, H. **Os princípios da prosperidade: minha vida e minha obra**. São Paulo/Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1964.

FARINHA, L. S. B. Lean Manufacturing—Uma História de Sucesso em Portugal. **Escola Superior de Gestão de Tomar**, 2015.

FERREIRA, R. **Sistemas Lean – Volume 1**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2018.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GODINHO FILHO, M. G.; FERNANDES, F. C. F. **Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras**. Revista Gestão e Produção, v.11, n.1, p.1-19, jan.-abr. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2004000100002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15 mai. 2023.

GOMES, M.; LIMA, C.; SILVA I. **Implantação da Lubrificação Autônoma como Ferramenta Essencial do TPM: Uma Abordagem Prática**. Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Anais ... Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

HEERDT, Mauri Luiz; LEONEL, Vilson. Metodologia científica e da pesquisa: livro didático. 2022.

KISHIDA, M.; SILVA, A.; GUERRA, E. **Benefícios da Implementação do Trabalho Padronizado na Thyssenkrupp**. Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/95/beneficios-da-implementacao-do-trabalho-padronizado-na-thyssenkrupp.aspx>. Acesso em: 05 jun. 2023.

KOLOSZUK, Ronaldo; SAUAIA, Rodrigo; MEYER, Rodolfo. Os guerreiros da geração distribuída solar fotovoltaica. **ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**, 2019. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/artigos/os-guerreiros-da-geracao-distribuida-solar-fotovoltaica/> . Acesso em: 30 mai. 2023.

LAGRIMANTE, Danilo; LANDIM, Leonardo; CRUZ, Victor; AMARANTE, Mayara. **Estudo da Aplicação de Energia Fotovoltaica**. Revista Braz Cubas, 2018.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. Trad. de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Trabalho Padronizado: apostila de curso. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2010.

LIMA JUNIOR, Elias Mota. **A energia fotovoltaica no agronegócio: gestão de custos e riscos, diversificação de receita e externalidades**. 2019. Tese de Doutorado.

LIRA, Bruno Carneiro. **Passo a passo do trabalho científico**. Editora Vozes, 2019.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2021.

LIKER, Jeffrey K.; HOSEUS, Michael. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. Bookman Editora, 2016.

MELLO, Carlos H. P. Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – EFEI, Minas Gerais, 1998.

NASCIMENTO, Camila; SAUAIA, Rodrigo; KOLOSZUK, Ronaldo. Energia solar: o papel do integrador na experiência do cliente final. **ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**, 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/artigos/energia-solar-o-papel-do-integrador-na-experiencia-do-cliente-final/> . Acesso em: 23 mar. 2023.

NEOSOLAR. Como se tornar um Integrador Solar. 2022. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/blog/como-se-tornar-um-integrador-solar/> . Acesso em: 30 mai. 2023.

OLIVEIRA, D. M. S. **Fatores críticos na prática de Lean Manufacturing em empresas de segmentos diferentes, com elevado ganho de produtividade**. Orientador: Prof. José Cristiano Pereira, D. Sc. 2019. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Gestão de Sistemas de Engenharia, Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, 2019.

OLIVEIRA, Pablo Lustosa de. **Análise dos sete desperdícios da produção em um abatedouro de aves**. 2016.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Bookman, 1997.

PAOLESCHI, Bruno. **Almoxarifado e gestão de estoques**. Saraiva Educação SA, 2019.

PAPANDREA, Pedro Jose et al. LEAN MANUFACTURING: REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS E A PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO. **Journal of Open Research**, v. 1, n. 1, p. e4-e4, 2020.

PEREIRA, Cristina Alves dos Santos. **Lean Manufacturing: aplicação do conceito a células de trabalho**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior.

PIRATELLI, Claudio Luis. A engenharia de produção no Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, XXXIII, Campina Grande-PB. 2005.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. [S. l.: s. n.], 2014. E-book.

RAMOS-FIC, Lucas Machado; FILHO-FIC, Roberto Souza Nazareth; BERTOLINO-FIC, Tarcísio Alves. **O sistema Toyota de produção e os sistemas enxutos**. 2016.

ROCHA, Cesar et al. Avaliação do impacto da implementação de ferramentas do Lean Manufacturing e técnicas de gestão de estoque nos principais processos envolvidos numa linha de usinagem. 2008.

SAMPAIO, Tuane Bazanella. Metodologia da pesquisa. 2022.

SANTOS, Cleito Pereira. Trabalho, controle e subordinação: o taylorismo-fordismo como modo de organização da autoridade do capital no século XX. **CSOnline-Revista Eletrônica de Ciências Sociais**, n. 19, 2015.

SANTOS, Bruno Sousa; SANTOS, Pedro Vieira Souza. Aplicação de ferramentas Lean em uma indústria de transformação de plásticos. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**, v. 5, n. 8, 2020.

SANTOS, Maria Izabel Lopez dos; ANDRADE, Raphael Lourenço de. TPM (manutenção produtiva total): conceito e implantação. 2021.

SANTANA, Karine Cabrera. **Avaliação do impacto ambiental do Lean Manufacturing em uma indústria de alimentos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANGAR, Matheus de Moura. **Estudo de células fotovoltaicas (solares) utilizando como elemento construtivo mosfet com geometria de porta não convencional**. 2022.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 33-44, 2009.

SILVA, Jonama Nascimento; LOOS, Mauricio Johnny. Proposta de implementação da gestão à vista no auxílio à produtividade. **Revista Espacios**, v. 38, n. 27, p. 34-46, 2017.

SMALLEY, Art. **Estabilidade é a base para o sucesso da produção lean**. Lean Institute Brasil, v. 21, 2005.

TOLEDO, Marcelo. Lean thinking (Mentalidade Enxuta). **Lean Six Sigma Brasil**, 2020. Disponível em: <https://leansixsigmabrasil.com.br/lean-thinking-mentalidade-enxuta/> . Acesso em: 25 mai. 2023.

TURINO, Carlos Eduardo. Relação entre os desperdícios levantados pelo sistema Toyota de Produção e os desperdícios no processo de ensino e aprendizado nas salas de aula do ensino superior. **ETIC-Encontro de Iniciação Científica-ISSN 21-76-8498**, v. 13, n. 13, 2017.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez editora, 2022.

VIEIRA, Diego Mariano et al. ESTUDO DE CASO: AUMENTO DA PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DAS METODOLOGIAS DO LEAN MANUFACTURING. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 8, p. 1082-1092, 2022.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011. *E-book*. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158214/>. Acesso em: 10 abr. 2023

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004