



LEO INOCÊNCIO BORGES DE SOUSA
Licenciado em Ciências da Engenharia

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NA INDÚSTRIA
METALOMEÂNICA EM ALCOCHETE**
UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA PRENSO METAL

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

MARÇO, 2024

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA EM ALCOCHETE

UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA PRENSO METAL

LEO INOCÊNCIO BORGES DE SOUSA

Licenciado em Ciências da Engenharia

Orientador: André Mendes de Carvalho,
Professor Auxiliar, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA,
Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Ana Paula Ferreira,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

Arguentes: Radu Godina,
Professor Auxiliar, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

Orientador: André Mendes de Carvalho,
Professor Auxiliar, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

Março, 2024

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA EM ALCOHETE

Um estudo de caso na empresa Prenso Metal

Copyright © Leo Inocência Borges de Sousa, NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

A NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

É com profunda gratidão que expresso meu reconhecimento ao Professor André Carvalho pelo apoio fornecido ao longo dos últimos meses. A sua dedicação durante as nossas reuniões foi essencial para o desenvolvimento e conclusão desta tese, sendo um mentor exemplar que contribuiu significativamente para meu crescimento académico.

À Universidade NOVA de Lisboa e ao Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial (DEMI), agradeço pela notável oportunidade de realizar esta tese e por fazer parte do curso de Engenharia e Gestão Industrial. A experiência enriquecedora proporcionada pela instituição foi fundamental para meu desenvolvimento profissional e académico.

Expresso um agradecimento especial aos senhores Miguel Félix, Álvaro Félix, Vítor Pires e a toda a equipa da Prenso-Metal. A sua generosidade ao acolher-me na empresa e a constante disponibilidade para prestar auxílio foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

À minha mãe, dedico um agradecimento especial. A sua dedicação incansável à minha formação, tanto académica quanto pessoal, foi uma fonte inestimável de apoio e inspiração.

À minha namorada e aos meus amigos, expresso a minha sincera gratidão. A sua influência foi, também, preponderante no meu desenvolvimento emocional e profissional.

“Whoever is first in the field and awaits the coming of the enemy, will be fresh for the fight; whoever is second in the field and has to hasten to battle will arrive exhausted.”

— Sun Tzu

Resumo

Na realidade industrial atual, a quantidade de desperdício produtivo tem de ser minimizada constantemente, de forma às empresas manterem-se competitivas num mercado altamente acirrado e que pode enfrentar desafios imprevisíveis como foi o caso do COVID-19. A implementação de metodologias Lean é fundamental para o desenvolvimento de medidas anti desperdício nas empresas. A indústria da metalomecânica está particularmente atrasada no que diz respeito à implementação de ditas medidas, sendo que algumas empresas começaram recentemente a desenvolver e a aplicar ferramentas Lean nos seus processos. Este estudo surgiu com a necessidade de mudar o panorama atual da empresa Prenso Metal, empresa esta que, apesar da sua vasta experiência no setor, se encontra em dificuldades financeiras. Para alcançar esta mudança, primeiramente, identificou-se quais os processos que apresentavam maiores desperdícios e, conseqüentemente, aplicaram-se fundamentos teóricos de gestão Lean para diminuir ditos desperdícios.

Após a implementação das medidas que visavam à redução de desperdícios alcançou-se uma redução de 46,5% no tempo de picking e 68,89% no tempo de chamada de técnicos.

As recomendações feitas neste estudo baseiam-se em resultados que foram obtidos empiricamente e em fundamentos teóricos, visto que, devido à situação financeira desfavorável vivida pela empresa não foi possível aplicar na prática algumas das recomendações.

Palavras-chave: Metalomecânica, Metodologias Lean, Desperdício, Processos Produtivos, Dificuldades Financeiras

Abstract

In today's industrial dynamics, the constant minimization of production waste is imperative for the sustainability and competitiveness of companies, especially in a market marked by intense competition and unpredictable challenges, as evidenced during the COVID-19 pandemic. The adoption of Lean methodologies is essential to effectively implement anti-waste measures in organizations. In the metallurgy sector, there is a relative reluctance to incorporate these practices, although some companies have recently started applying Lean tools to their processes.

This study comes as a response to the need to restructure the Prenso Metal company, which, despite its vast experience in the sector, is facing significant financial challenges. To promote this transformation, the study identified the most wasteful processes and applied theoretical principles of Lean management to mitigate these problems.

After implementing the measures aimed at reducing waste, a reduction of 46.5% was achieved in picking time and 68.89% in technician call-out time.

The recommendations emanating from this study are based on empirically obtained results and solid theoretical foundations. It is worth noting that, due to the company's unfavorable financial situation, some of the suggestions could not be implemented in practice. Even so, the guidelines provided aim to steer Prenso Metal towards more efficient management, helping to maximize operational efficiency and, consequently, overcome the financial challenges faced by the company.

Keywords: Metallurgy Industry, Lean Methodologies, Waste, Productive Efficiency, Financial Difficulties

Índice

Índice de figuras	xiii
Índice de tabelas.....	xv
Lista de siglas e símbolos.....	xvii
Introdução	1
Enquadramento do estudo.....	1
Objetivo do estudo	2
Estrutura da tese	3
Metodologia e ferramentas.....	5
Metodologia de investigação	5
Metodologia de estudo	6
Metodologia de revisão de literatura	7
Ferramentas <i>Lean</i>	8
Revisão de literatura.....	15
Filosofia <i>Lean</i>	15
Princípios <i>Lean</i>	16
Tipos de desperdícios	17
<i>Lean Management</i> atualmente na indústria metalomecânica	18
Estudo: Contexto, problema e propostas de melhoria.....	21
Descrição da empresa	21
Problema	24
Identificação de desperdícios e propostas de melhoria.....	25
Limitações do estudo.....	39
Discussão de Resultados.....	41
Conclusão	47
Referências	49
Anexo I.....	53
ANEXO II	54

Índice de figuras

Figura 1 - Cartão Kanban e Caracteres Kanji para Kanban	10
Figura 2 - Poka Yoke do cartão SIM	12
Figura 3 - Número de artigos sobre Lean publicados no Sciencedirect por ano	18
Figura 4 - Layout da fábrica principal	23
Figura 5 - OEE dos meses de Janeiro a Agosto de 2023	24
Figura 6 - Punção a ser afiada.....	26
Figura 7 - arrumação das ferramentas de medição.....	27
Figura 8 - ferramentas de medição antes da intervenção.....	28
Figura 9 - etiqueta de verificação da ferramenta de medição.....	28
Figura 10 - Zona de entrada de peças	28
Figura 11 - Empilhadora bloqueada devido às paletes estarem no corredor	30
Figura 12 - Painel de gestão visual em estado de testes	31
Figura 13 - Relógio pager.....	31
Figura 14 - Etiqueta de identificação	32
Figura 15 - Arrumação das ferramentas de medição	32
Figura 16 - armazém subaproveitado visto do piso 0.....	33
Figura 17 - material guardado no armazém subaproveitado	34
Figura 18 - Kanban usado na Prensa Metal.....	37
Figura 19 - Painel em funcionamento	43
Figura 20 - Botão de chamada de operador.....	43
Figura 21 - Instrução de trabalho para a arrumação do armazém.....	53

Índice de tabelas

Tabela 1 - Princípios do 5S.....	11
Tabela 2 - Os 7 MUDAs.....	17
Tabela 3 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico de ferramentaria .	26
Tabela 4 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico da manutenção ...	27
Tabela 5 - Tempos de Picking.....	29
Tabela 6 - Produtos armazenados no armazém principal	35
Tabela 7 - Análise ABC	36
Tabela 8 - Primeira proposta de arrumação	37
Tabela 9 - Arrumação final proposta	38
Tabela 10 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico da manutenção após implementação do painel de gestão visual	42
Tabela 11 - Tempos de picking após arrumação do armazém	44
Tabela 12 - Expedições mensais e projeções para as referências produzidas em 2023	54

Lista de siglas e símbolos

CEO – *Chief Executive Officer*

ETO – *Engineer To Order*

GV – *Gestão Visual*

JIT – *Just In Time*

LMS – *Lean Manufacturing Systems*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

1. Introdução

“Everything can be improved.”

Clarence W. Barron

Este é o capítulo introdutório que engloba a motivação da dissertação, os objetivos e a metodologia do estudo e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do estudo

Nos dias de hoje, cada unidade fabril procura reduzir os seus custos de produção sem comprometer a qualidade e aspira fazê-lo no menor espaço temporal possível. Para atingir esses objetivos, a implementação dos Sistemas de Produção *Lean – Lean Manufacturing Systems* (LMS) bem delineado incorpora uma diversidade de métodos destinados a eliminar os desperdícios frequentemente presentes nos pisos de produção (Habib, 2023).

Alguns dos desperdícios indesejados, derivam de atividades que incluem movimentos sem valor acrescentado e da disposição inadequada do local de trabalho, atividades estas que acabam por reduzir a taxa de produtividade.

A gestão *Lean* surgiu como sistema ou filosofia de produção em meados do século XX na Toyota, que necessitava de flexibilizar a produção para servir mercados mais pequenos com uma maior variedade de veículos. Os esforços da Toyota levaram à criação de um sistema integrado de fabrico concebido para minimizar stocks e reduzir a variabilidade do sistema (Moyano-Fuentes and Sacristán-Díaz, 2012).

Com a finalidade de se tornarem organizações flexíveis e eficientes, as empresas devem procurar abordagens inovadoras de gestão, visando constantemente à inovação e à melhoria contínua. Essa busca contínua por estratégias adaptativas auxilia as empresas a superarem obstáculos que emergem ao longo do tempo.

A filosofia *Lean* emerge como um guia para a melhoria contínua, concentrando-se na erradicação de desperdícios. O seu propósito é atender às expectativas dos clientes utilizando os recursos mínimos essenciais, incluindo mão-de-obra, materiais e equipamentos. Esta abordagem visa identificar claramente o que é valorizado pelo cliente, eliminando tudo o que não contribui, direta ou indiretamente, para a satisfação dos requisitos e, consequentemente, para o acréscimo de valor ao produto, promovendo a eficiência do processo (Womack & Jones 2003).

Mantendo constantemente em mente o princípio da melhoria contínua e diligenciando esforços contínuos para perpetuar a implementação das suas práticas, torna-se possível transformar o ambiente de operação de qualquer empresa. Dada a identificação da resistência à mudança como o principal desafio para o êxito na instauração da filosofia *Lean*, é notório que, à medida que os trabalhadores destas organizações se tornam mais familiarizados com as práticas de melhoria contínua, a resistência à adoção de novos métodos de trabalho tende a diminuir, conforme sublinhado por Melton (2005).

Este estudo foi desenvolvido na empresa Prenso Metal, uma organização na indústria transformadora de metal, especializada na prensagem de chapas metálicas maioritariamente para a indústria automóvel. A Prenso Metal enfrenta desafios de elevados tempos de *setup*, movimentações desnecessárias dos operadores, má organização e arrumação no chão de fábrica, elevados tempos de picking, entre outros, em suma é uma organização que beneficiaria com a implementação de uma filosofia *Lean*.

1.2 Objetivo do estudo

O presente estudo teve como objetivo principal a melhoria dos processos operacionais da empresa alvo, para aumentar a sua competitividade no mercado. Para alcançar este objetivo geral, foram definidas metas específicas.

A primeira meta era aumentar o OEE da empresa, que se encontrava abaixo da média da indústria de 75%. O OEE é uma métrica fundamental que avalia a eficácia geral dos equipamentos de produção, tem em conta a disponibilidade, a performance e a qualidade. Melhorar esta métrica significa não apenas aumentar a produtividade, mas também reduzir perdas e maximizar a utilização dos recursos disponíveis.

O segundo objetivo era reduzir as atividades que não agregam valor ao produto final. Estas atividades, conhecidas como desperdícios, consomem recursos sem contribuir para a criação de valor e impactam negativamente a eficiência e a rentabilidade da empresa. Identificar e eliminar tais atividades foi crucial para melhorar os processos e reduzir custos operacionais.

O terceiro objetivo foi implementar ferramentas Lean na organização. O Lean Management é uma filosofia de gestão focada na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua dos processos. Ferramentas como 5S, *Gemba Walks*, e Gestão Visual foram aplicadas para melhorar a organização e promover a eficiência operacional.

O quarto objetivo era promover uma mentalidade e cultura de melhoria contínua dentro da empresa. A implementação de uma cultura Lean requer a participação ativa de todos os colaboradores e um compromisso constante com a melhoria dos processos. Este objetivo era o mais difícil de ser alcançado, uma vez que a resistência à mudança é, normalmente, um dos maiores desafios enfrentados na aplicação de metodologias Lean.

O quinto e último objetivo era analisar os resultados obtidos com as melhorias feitas e estabelecer correlações entre os resultados esperados e os resultados obtidos. Esta análise permitiu avaliar a eficácia das medidas implementadas e identificar áreas para futuras melhorias. Através desta abordagem, é possível validar as hipóteses formuladas e ajustar as estratégias conforme necessário para garantir a melhoria contínua dos processos.

1.3 Estrutura da tese

A presente dissertação encontra-se repartida por 6 capítulos, inclusive o capítulo atual que introduz o estudo realizado, começando por fazer o enquadramento, apresentar a motivação e os objetivos, depois a metodologia utilizada e, finalmente, a sua estrutura.

O capítulo dois, consiste na introdução das metodologias e ferramentas relevantes para a concretização do estudo. Começa por definir a metodologia de investigação, a metodologia de estudo e a metodologia da revisão de literatura. Por último aborda as principais ferramentas do *Lean* relevantes para o estudo de caso.

O terceiro capítulo apresenta a revisão de literatura. Este capítulo apresenta os conceitos da filosofia e dos princípios do *Lean*, os tipos de desperdícios e, por último, analisa o *Lean* na atualidade na indústria da metalomecânica.

O quarto capítulo engloba a apresentação da empresa e da unidade fabril onde o estudo foi realizado. De seguida, é apresentada a identificação dos problemas, que inclui a determinação dos artigos mais importantes através de uma análise de Pareto, a *gemba walk* e os questionários realizados. Por fim, apresenta-se a elaboração detalhada das propostas de melhoria o desenvolvimento de cada proposta em pormenor.

No capítulo cinco é feita a análise e discussão dos resultados previstos provenientes da sua implementação e no sexto capítulo apresentam-se as conclusões do estudo e são propostos trabalhos futuros.

No final, este documento contempla ainda todas as referências bibliográficas; e os anexos, constituídos por figuras e tabelas auxiliares ao estudo.

2. Metodologia e ferramentas

2.1 Metodologia de investigação

Este estudo segue uma metodologia de investigação ação, ou seja, procuram-se fazer ações transformadoras através do processo simultâneo de investigação e ação. Este é um processo de investigação levado a cabo por e para quem toma a ação, onde se procura superar o habitual dualismo entre teoria e prática. A investigação ação é cada vez mais usada uma vez que permite que o problema seja resolvido à medida em que é estudado (Santos, n.d.).

Primeiramente procurou-se identificar os problemas a serem estudados, esta foi a primeira fase, realizaram-se *Gemba Walks* e interagiu-se com todos os departamentos da empresa para a identificação dos problemas.

Após os problemas serem identificados fez uma recolha de dados sobre a gravidade do problema e para ser feita, posteriormente, uma comparação com as medidas de melhoria implementadas para testar a sua eficácia. Neste caso procedeu-se à medição do tempo de chamada dos trabalhadores do departamento da ferramentaria e do departamento de mecânica, também se recolheu dados sobre o tempo que demorava o picking do produto acabado. A medição dos tempos de chamada foi feita de modo que o tempo começasse a contar assim que a máquina parasse e parava quando o respetivo colaborador chegasse junto da mesma. Para diminuir ao máximo a interferência com estes valores, tentou-se que os operadores não percebessem que estavam a ser observados, encorajando assim que mantivessem um comportamento normal. Relativamente à medição do tempo de picking iniciava-se o cronómetro assim que o operador responsável pelo picking estivesse no armazém com a ficha que contém as instruções para o picking, parava-se o cronómetro assim que todas as caixas estivessem arrumadas na doca de carga.

Seguidamente, analisou-se os dados recolhidos e delineou-se um plano para reduzir os desperdícios causados pelos problemas identificados. O plano proposto foi sendo alterado durante o período de estágio à medida que melhor se compreendia o problema e as suas conjecturas. A primeira medida proposta foi a colocação de um sistema de gestão visual no departamento de ferramentaria. A medida inicialmente compreendia apenas a colocação de um painel com luzes Led que transmitissem o estado da máquina, no entanto, ao perceber melhor o problema, juntamente aos operadores do departamento, esta proposta passou a incorporar um sistema de som que funciona em conjunto com as luzes Led de modo a transmitir a informação mais eficazmente. Outra medida proposta no plano foi a arrumação do armazém de produto acabado. Esta medida foi feita em conjunto com todos os funcionários do departamento de logística que trabalhassem diretamente neste armazém. Os dados iniciais disponíveis apontavam para uma arrumação que era pouco eficiente em uso de espaço. No

entanto, novos dados foram sendo apresentados pela equipa, que por sua vez contribuiu para uma melhor compreensão do problema e, que por sua vez, permitiu chegar a uma proposta final mais eficiente e eficaz para este armazém.

Com a eficácia das medidas assegurada, procedeu-se a fazer sugestões de melhorias para trabalhos futuros uma vez que o tempo de estágio chegou ao fim. Alguns dos futuros trabalhos propostos são produtos da redução de desperdícios alcançada com o projeto.

2.2 Metodologia de estudo

Este estudo empreendeu uma abordagem multifásica e abrangente, consistindo em diversas etapas sequenciais, que foram cuidadosamente delineadas para promover uma análise exaustiva dos processos operacionais. Inicialmente, imergiu-se nos distintos departamentos da empresa, como manutenção, ferramentaria, qualidade, logística e produção, durante o período de estágio, adotando a prática diária de *Gemba Walks*. Simultaneamente, realizou-se uma revisão bibliográfica minuciosa, enriquecendo conhecimentos sobre a área e identificando possíveis focos de ineficiências operacionais.

Esta etapa inaugural, que se estendeu ao longo de três semanas, proporcionou uma compreensão abrangente do cenário operacional da empresa.

A subsequente deliberação direcionou a atenção para a planta fabril responsável pela produção preponderante, uma escolha estratégica fundamentada na identificação dos principais pontos problemáticos. Procedeu-se à identificação de ineficiências nos setores de ferramentaria, manutenção, logística e produção, sendo que o departamento de qualidade demonstrou uma relativa ausência de desperdícios em comparação aos demais setores.

A terceira fase, caracterizada pelo desenvolvimento de soluções para as ineficiências anteriormente diagnosticadas, incorporou um desafio adicional relacionado às restrições financeiras da empresa. Algumas propostas de solução não puderam ser implementadas devido a essas limitações. A discussão e validação de todas as soluções propostas envolveram interações com o diretor de produção, a diretora de logística e, posteriormente, com o CEO da empresa. Esse processo, contudo, revelou-se prolixo, em grande parte devido à concorrida agenda do CEO, resistência organizacional à mudança e às próprias limitações financeiras.

Subsequentemente, foi desencadeada a etapa de implementação das soluções acordadas, um processo complexo permeado pelos desafios financeiros e resistências organizacionais. Finalmente, a

última fase do estudo envolveu uma análise aprofundada dos resultados decorrentes das mudanças implementadas, avaliando o impacto tangível dessas alterações nos processos operacionais da empresa.

Esta forma de abordagem, que combina pesquisa prática, revisão de literatura, desenvolvimento de soluções e sua aplicação, surgiu como uma abordagem abrangente para explorar e resolver problemas de eficiência operacional, levando em conta aspectos financeiros e nuances específicas da dinâmica empresarial.

2.3 Metodologia de revisão de literatura

Para realizar esta tese foi adotada uma abordagem metodológica que combinou pesquisa bibliográfica e documental. O objetivo foi obter uma compreensão abrangente do estado atual do *Lean Management* no setor da indústria metalomecânica, bem como identificar as melhores práticas e os desafios enfrentados pelas empresas metalúrgicas e metalomecânicas.

De modo a conduzir-se a pesquisa bibliográfica, recorreu-se à utilização do *ScienceDirect* de forma a explorar as principais fontes acadêmicas e científicas, foram realizadas pesquisas utilizando termos como "*Lean Management*", "*Lean Tools*", "*Lean Management*" + "*Metal Printing Industry*" e "*Lean Management*" + "*Metallurgy*". Essas pesquisas forneceram uma ampla gama de artigos científicos, estudos de caso e revisões relevantes para o tema em questão, para diminuir o número de resultados selecionou-se apenas artigos de engenharia. A consequente escolha dos artigos que resultaram da pesquisa foi feita através da leitura dos *abstracts*, podendo desta forma fazer uma rápida pré-seleção dos artigos mais interessantes.

Além da consulta a artigos científicos, foram identificados e consultados livros em formato PDF que foram citados nas referências dos artigos e teses encontrados durante a pesquisa no *ScienceDirect*. Essa abordagem permitiu uma exploração mais aprofundada de conceitos-chave e teorias relacionadas ao *Lean Management* na indústria da metalomecânica.

Para obter uma visão mais abrangente das teses e dissertações acadêmicas sobre o tema, foram realizadas pesquisas no repositório científico de acesso aberto de Portugal (RCAAP). Isso permitiu o acesso a trabalhos acadêmicos produzidos por estudantes em universidades portuguesas, que abordam especificamente o *Lean Management* na indústria da metalomecânica.

A combinação destas duas abordagens de pesquisa proporcionou uma base sólida para a elaboração da revisão de literatura desta tese. A análise crítica dos resultados obtidos permitiu identificar

lacunas de conhecimento e áreas de interesse para investigações futuras no campo do *Lean Management* na indústria da metalomecânica.

2.4 Ferramentas *Lean*

OEE

O Índice Geral de Eficácia de Equipamento (OEE) é um indicador de desempenho amplamente reconhecido que reflete de forma abrangente o rendimento de uma máquina de produção. O OEE foi introduzido na década de 1980 por Nakajima no contexto da Lean Manufacturing.

Este indicador integra seis grandes perdas de máquinas de fabricação num único indicador, resultante da multiplicação de três componentes distintos (Thiede, 2022), a disponibilidade, a performance e a qualidade.

A qualidade é definida pela comparação percentual entre o número de peças conformes e o número de peças produzidas.

A disponibilidade reflete a paragem de máquinas devido a falhas não planeadas e tempos de preparação.

A performance leva em consideração ineficiências através de paragens desnecessárias ou paragens breves, assim como a redução de velocidade, que eventualmente resulta em menor produção possível (Thiede, 2022).

Estes podem ser calculados através das seguintes equações:

Equação 1 - Fórmula da disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo planeado de produção}} \times 100$$

Equação 2 - Fórmula da qualidade

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Número de peças conformes}}{\text{Número de peças produzidas}} \times 100$$

Equação 3 - Fórmula da performance

$$\text{Performance} = \frac{\text{Velocidade de produção real}}{\text{Velocidade de produção ideal}} \times 100$$

Equação 4 - Fórmula do OEE

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \times \text{Performance}$$

JIT

As empresas procuram por maior eficiência de produção, aprimoramento da qualidade, redução de desperdícios e manutenção da eficiência operacional. Adotar a abordagem de fabricação "*Just-in-Time*" (JIT) em contraste com a tradicional "*made-to-stock*" proporciona a oportunidade de minimizar os custos associados a inventário e armazenamento (Soleymanizadeh, 2022).

O JIT permite produzir apenas o necessário, na quantidade requerida, no momento certo e entregar no local correto (Singh, 2013).

SMED

O objetivo de reduzir o tempo de inatividade da máquina e, ao mesmo tempo, acelerar as configurações é alcançado pela eliminação ou diminuição simultânea de procedimentos que não adicionam valor. Uma maneira de atingir a redução do tempo de troca de configuração é através do SMED.

A metodologia SMED tem sido empregada em diversas indústrias com o propósito de reduzir custos operacionais e aprimorar a eficiência, atuando na eliminação de desperdícios e otimização de processos (Toki, 2023). Esta metodologia visa reduzir o tempo de troca de produto, através da substituição de ferramentas em menos de 10 minutos. O conceito de "Single Minute" indica que o tempo necessário para a troca deve ser de apenas um dígito em minutos. Como a troca de ferramentas é um processo que não agrega valor, deve reduzir-se a sua duração (Serapicos, 2009).

São identificados dois tipos de operações de configuração (Pellegrini, 2012):

- Internas, que correspondem às operações que a serem realizadas quando a máquina se encontra parada; (Kulkarni & Lahiri, 2020)
- Externas, que compreendem às operações que podem ser concluídas com a máquina em funcionamento; (Kulkarni & Lahiri, 2020)

Kanban

O cartão *Kanban* funciona como um mecanismo de sinalização, concedendo autorização para encomendar ou produzir peças para repor aquelas que foram consumidas. Isso segue uma abordagem de "*take one, make one*". Ao analisar os caracteres *Kanji* japoneses que compõem o termo *Kanban*, torna-se evidente que *Kanban* originalmente refere-se ao quadro de avisos onde os cartões *Kanban* eram tradicionalmente exibidos (Powell, 2017).

Na figura 1 a) encontram-se os caracteres *kanji* para *Kanban* e observa-se um exemplo de um cartão *Kanban* na figura 1 b).

a)

Descrição do produto				ID do produto	
Cartão Kanban				1/3	
Quantidade	250	Lead time	6 dias	Data do pedido	
Fornecedor	Soluções industriais SA			Data de entrega	
Solicitado por	J. Peres	Cartão 2 de 3			
		Localização	Estante R8		

b)

Figura 1 - Cartão Kanban e Caracteres Kanji para Kanban

Kan, o primeiro caracter traduz-se em “olhar atentamente”, o segundo caracter, *Ban*, traduz-se em “placa” ou “tábua de madeira”.

Kaizen

Um evento *Kaizen* é um "projeto de melhoria focado e estruturado, utilizando uma equipa dedicada e multifuncional para aprimorar uma área de trabalho específica, com metas específicas, num período de tempo acelerado" (Glover, 2011).

Kaizen significa "melhoria contínua", é um fator chave no sucesso económico das indústrias japonesas. Com técnicas "tradicionais" como círculos de qualidade (ou atividades em pequenos grupos) e círculos de gestão (planear-fazer-verificar-agir), o *kaizen* tem o transformador de uma empresa sem lucro para uma empresa lucrativa sem a necessidade de investimentos avultados em equipamentos (Lyu, 1995).

5S

O sistema 5S é uma ferramenta amplamente utilizada para a implementação do *Lean Manufacturing*, que significa "*sort*" (ordenar), "*set*" (definir), "*shine*" (brilhar), "*standardize*" (normalizar) e "*sustain*" (sustentar). O método ajuda a normalizar o local de trabalho diário para obter e manter a ordem e a limpeza contínuas. O método 5S é um método de gestão visual em cinco etapas que ajuda a eliminar etapas inúteis e a promover a limpeza, as marcações ordenadas, a rotulagem do local de trabalho e a boa manutenção (Lakshmanan, 2023).

A implementação eficaz do método 5S proporciona uma variedade de vantagens significativas, tais como a criação de um layout e processos transparentes, o reforço da segurança e a promoção de um ambiente de trabalho funcional. Estes benefícios contribuem diretamente para um aumento da qualidade e produtividade no referido ambiente, demonstrando a eficácia e impacto positivo dessa abordagem (Muotka, 2022).

Apesar da concordância geral quanto à eficácia da ferramenta 5S e da sua neutralidade em relação à sua adequação a diferentes ambientes, a sua implementação frequentemente implica a introdução de novos conceitos e ideias no ambiente de produção e entre o pessoal, que já possui sistemas de valores e processos estabelecidos. Neste cenário, os engenheiros encarregados do processo de implementação dos 5S necessitam de ferramentas e métodos que lhes permitam compreender mais profundamente a experiência do utilizador ao interpretar a ferramenta 5S, visando obter soluções práticas e funcionais (Muotka, 2022).

Na Tabela 1 encontram-se os cinco princípios do 5S.

Tabela 1 - Princípios do 5S

<i>Seiri</i>	<i>Sort</i>	Identificar e retirar todos os objetos desnecessários do local de trabalho.
<i>Seiton</i>	<i>Set</i>	Todos os artigos necessários são organizados e a sua ordem é sistematizada através de etiquetas e marcação no chão para facilitar a localização, utilizar e guardar os objetos.
<i>Seiso</i>	<i>Shine</i>	Manter o local de trabalho limpo e livre de resíduos.
<i>Seiketsu</i>	<i>Standardize</i>	Uniformizar os métodos de trabalho.
<i>Shitsuke</i>	<i>Sustain</i>	Manter o contínuo uso das etapas anteriores através de monitorização, controlo e implementação de uma cultura <i>Lean</i> na empresa.

Os LMS são dependentes dos princípios do 5S (Senthil Kumar, 2021).

Existe ainda a consideração de um sexto "S" de segurança (*safety*), destacando a importância de estabelecer normas de segurança ao realizar qualquer tarefa e operação com qualquer equipamento. No entanto, este não é um tema consensual, uma vez que medidas de segurança devem ser adotadas desde a criação das organizações (Srinivasan, 2016).

Poka Yoke

Poka Yoke vem das palavras japonesas *yokeru* (prova) e *poka* (erro inadvertido). Um *Poka Yoke* é qualquer mecanismo num processo que ajuda um operador de equipamento a evitar erros (Stocco da Silva, 2020). Na figura 2 pode-se observar um exemplo de *Poka Yoke*, um cartão SIM que só pode ser

colocado no telemóvel de uma única forma devido ao seu formato, evitando assim que seja colocado com o microchip invertido.



Figura 2 - Poka Yoke do cartão SIM

Gestão Visual (GV)

A GV é uma ferramenta chave da filosofia Lean (Liker, 2004). O seu principal objetivo é aprimorar o amplo fluxo de informações dentro do local de trabalho e eliminar as barreiras no fluxo das mesmas (Singh & Kumar, 2021).

Estímulos visuais comunicam informações importantes da organização de relance, ajudando a transmitir informações relevantes e fáceis de entender no contexto. Essa abordagem de gestão depende da ação com base nas informações apresentadas para alcançar a transparência nos processos organizacionais (Steenkamp, 2016).

De acordo com Helmold (2020), 83% da informação sobre problemas e processos é obtida por meio da observação visual. Essa constatação sustenta a importância da GV como uma parte crucial da metodologia de melhoria contínua.

Outra área que destaca o seu uso consiste numa coleção de ferramentas que ajudam visualmente a coordenar informações e atividades entre os intervenientes. As ferramentas de planeamento visual apoiam a coordenação entre diferentes atividades, compromissos e obrigações de maneira visual (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2014).

No âmbito deste estudo, foi abordada a aplicação da GV através da utilização de ferramentas específicas, classificadas em quatro naturezas distintas, conforme delineado por Tezel e Aziz (2017). Estas naturezas incluem a criação de informação acessível ao operador, a prevenção de falhas de informação através da entrega antecipada, o fornecimento direto de informação a partir do elemento de processo e a entrega de informação de forma simples e textual.

Adicionalmente, as ferramentas de GV são classificadas em quatro categorias distintas, segundo a mesma fonte (Tezel e Aziz, 2017):

- Indicador visual: apresenta informação de forma que o colaborador possa retirar a informação;
- Sinalizador visual: chama a atenção do colaborador, esperando que este capte a informação, exemplificado por sinais de trânsito;
- Controlo visual: limita, regula e guia a resposta humana em termos de tempo, tamanho e quantidade, como, por exemplo, vias de trânsito;
- Garantia visual: alerta explicitamente o colaborador sobre pontos críticos, como é comum em sistemas *Poka Yoke*.

No contexto da LP, Tezel e Aziz (2017) destacam algumas das ferramentas de GV mais utilizadas, incluindo *Poka Yoke*, *kanban*, *visual performance boards* e 5S. Estas ferramentas são reconhecidas por desempenhar um papel crucial na promoção da eficiência e organização nos sistemas de produção.

Gemba Walk

"Gemba" é uma palavra japonesa que se traduz como "o lugar real". O conceito de Gemba walk também é por vezes referido como *genchi genbutsu*, que é o "lugar real, coisa real". A sua prática foi desenvolvida por Taiichi Ohno, o pai do Toyota Production System (TPS) (Curtis, 2023). A Toyota compreendeu que o empenho e as ações dos líderes influenciam toda uma operação. Em vez de trabalhar no vácuo, a empresa desenvolveu o Gemba Walk para dar aos gestores e executivos a oportunidade de visitar o chão de fábrica e ver como é feita uma operação específica (Admin, 2019).

O Gemba walk em si é uma prática em que a gestão dedica tempo a percorrer regularmente o local onde decorrem as operações, para que possam rever e experimentar os processos em primeira mão, ver como os departamentos funcionam e determinar se tudo está a funcionar de acordo com as normas (Curtis, 2023).

Estas Gemba Walks tornam as empresas mais competitivas ao proporcionar uma compreensão mais profunda dos desafios enfrentados e ao intensificar a colaboração (Powell & Coughlan, 2019).

3. Revisão de literatura

O propósito deste capítulo reside na abordagem elucidativa de termos e conceitos relevantes no âmbito da filosofia e gestão Lean, bem como na breve explanação de outros conceitos importantes para o estudo.

3.1 Filosofia *Lean*

O conceito de *Lean* surgiu através da *Toyota Motor Company* durante a década de 1940, no Japão, com o objetivo de transformar radicalmente os processos de produção, através da eliminação de desperdícios e custos de uma maneira diferente do sistema de produção em massa americano que baixava os seus custos através da produção em massa e com menor variedade de produtos, dando origem ao que hoje é reconhecido como *Lean Manufacturing*.

Nesta época o modelo de produção mais eficiente era o de produção em massa, desenvolvido pela *Ford Motor Company* por Henry Ford. Este modelo garantia redução de custos de produção com o aumento de automóveis fabricados por unidade de tempo (Womack & Jones, 2003). De modo a tornar-se competitiva, a Toyota enviou Eiji Toyoda e Taiichi Ohno para os Estados Unidos da América estudar o sistema de produção em massa (Ohno & Bodek, 1988).

Visto que o sistema produtivo das fábricas japonesas assentava num elevado nível de customização, não era possível proceder à adoção do modelo da *Ford Motor Company* (Melton, 2005). Diante da impossibilidade de empregar o sistema de produção em massa, a Toyota empreendeu uma transformação radical do seu sistema produtivo, promovendo uma mudança na cultura de trabalho adotada, resultando na conceção do TPS (Ohno & Bodek, 1988).

O conceito de *Lean* emergiu posteriormente com a designação de “*Lean Production*” atribuída ao TPS pelo investigador John Krafcik (Krafcik, 1988).

O termo *Lean Manufacturing* tem sido extensivamente examinado em investigações anteriores, as quais abordam de forma explícita os elementos fundamentais associados à Toyota e aos *Lean Management Systems*, proporcionando *insights* valiosos para uma implementação bem-sucedida destas práticas (Lakshmanan, 2023).

Os princípios de *Lean Manufacturing* facultam às organizações a capacidade de identificar de maneira eficaz e minimizar a produção de desperdícios, contribuindo assim para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos operacionais. Existe uma correlação positiva demonstrada por estudos entre *Lean Manufacturing* e o desempenho das organizações (Silva, 2022a).

3.2 Princípios *Lean*

No livro "*Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*", Womack e Jones apresentam os princípios do *Lean Thinking* (Womack & Jones, 2003). Os princípios especificados são:

- Especificar o valor
- Identificar a cadeia de valor
- Garantir um fluxo contínuo
- Adotar um sistema pull
- Perseguir a perfeição

Especificar o valor é o ponto de partida na implementação do *Lean Management* em qualquer indústria. O valor de um artigo ou serviço é definido pelo último cliente, de acordo com as suas necessidades específicas, e é criado pelo fabricante. É importante destacar que o cliente final só está disposto a pagar pelas atividades que realmente agregam valor e que satisfazem os seus requisitos. Neste contexto, esta etapa contradiz a abordagem tradicional de estabelecer preços para o produto final com base nos custos de fabrico e na margem de lucro desejada, independentemente da eficiência da organização. Portanto, é fundamental envolver o cliente final e os fornecedores desde o início do processo para definir claramente as especificações e o valor do produto.

O segundo passo do *Lean Thinking* na indústria da metalomecânica é identificar a cadeia de ações envolvidas no processo produtivo. Esta etapa, conforme definida por Womack & Jones (2003), envolve a distinção entre atividades que agregam valor ao produto final, aquelas que são necessárias mas não agregam valor e aquelas que são desnecessárias e não agregam valor. Ao realizar esta identificação detalhada, é possível identificar várias fontes de desperdício que podem ser eliminadas ou reduzidas, contribuindo assim para a otimização do processo produtivo e o aumento da eficiência geral da operação.

Após a identificação de todas as atividades envolvidas, procede-se à fase de reorganização, com o objetivo de estabelecer um fluxo de operações e tarefas contínuo. Nesta fase, frequentemente surgem obstáculos, uma vez que a estrutura organizacional dessas indústrias pode estar fragmentada em departamentos que não se alinham com a sequência mais fluida de execução, podendo encontrar resistência à mudança. O principal impacto observado da aplicação deste princípio é a significativa redução do tempo entre a conceção do produto e o seu lançamento, entre a venda e a entrega, e entre as

matérias-primas e o consumidor final. Com a implementação dessas mudanças, procura-se que a nova estrutura organizacional contribua positivamente para a criação de valor.

O sistema *pull* é caracterizado pela produção de bens e serviços de acordo com as necessidades reais dos clientes, ou seja, mediante a colocação de encomendas. Dessa forma, apenas são fabricados os itens solicitados pelo consumidor final, constituindo um dos fundamentos essenciais do Lean. Esta abordagem reduz os níveis de inventário, o que resulta na diminuição de custos de *stock* e desperdícios associados.

Por fim, o último princípio do *Lean* é a perseguição da perfeição, um processo cíclico que leva à implementação de melhoria contínua uma vez que com as aprendizagens feitas em experiências anteriores, e a resolução de problemas vão surgindo novos problemas não identificados previamente.

3.3 Tipos de desperdícios

Existem três categorias de atividades, aditivas de valor, não aditivas de valor e os desperdícios (Eivindson, 2016). Num sistema de produção *Lean*, todos os tipos de desperdício (conhecidos pelo termo japonês "*MUDA*") são identificados e reduzidos para aumentar a flexibilidade e a agilidade do sistema de produção (Yamazaki, 2015).

Inicialmente foram identificados 7 *MUDAs* por Taiichi Ohno, *Chief Engineer* na Toyota, nomeadamente o transporte, o inventário, movimento, a espera, a sobreprodução, o sobreprocessamento e os defeitos. (Eivindso, 2016) A Tabela 2 apresenta os 7 *MUDAs*.

Tabela 2 - Os 7 *MUDAs*

Transporte	Movimentos desnecessários de materiais entre locais de produção, devido a um mau planeamento ou à falta do mesmo.
Inventário	Excesso de material armazenado, causa custos de armazenamento desnecessários.
Movimento	Movimentos desnecessários de trabalhadores, ferramentas e materiais entre locais de produção.
Espera	Sempre que as mercadorias não estão a ser transportadas ou processadas, estão em espera. Nos processos tradicionais, uma grande parte da vida de um produto individual é passada à espera de ser trabalhada.
Sobreprodução	A sobreprodução é identificada como o Muda mais prejudicial, uma vez que mascara e/ou provoca todas os outros Mudass. Resulta em um excesso de stock, exigindo a alocação de recursos para espaço de armazenamento e conservação, atividades que não contribuem para o benefício do cliente.
Sobre processamento	O excesso de processamento ocorre sempre que é feito mais trabalho numa peça do que o exigido pelo cliente. Isto também inclui a utilização de componentes que são mais precisos, complexos, de maior qualidade ou mais caros do que o necessário.

Defeitos	Na ocorrência de defeitos, surgem custos adicionais relacionados ao “rework” das peças, à reprogramação da produção, entre outros. Essa situação resulta em custos adicionais de mão de obra.
----------	---

Ohno & Bodek (1988) propõem dois pontos cruciais a considerar durante a análise do desperdício, a busca pela eficiência é justificada quando está associada à redução de custos; para atender a esse ponto, é fundamental produzir apenas o necessário, utilizando a quantidade mínima de recursos possível e avaliar a eficiência de cada operador em cada posto, em seguida, analisar a eficiência de todos os operadores como um conjunto e, finalmente, de toda a área de produção; a melhoria da eficiência deve ocorrer passo a passo, desde o nível individual até abranger toda a operação.

3.4 *Lean Management* atualmente na indústria metalomecânica

O *Lean* continua a ser uma filosofia atual que as empresas tentam implementar para reduzir os custos operacionais, diminuir o lead-time e produzir apenas atividades que agregam valor para o consumidor final. A atualidade da filosofia pode ser comprovada pela quantidade de artigos científicos escritos sobre o tema nos últimos cinco anos. Na figura 3 observa-se o número de artigos publicados no *Sciencedirect* sobre o tema, para obter estes valores fez-se a pesquisa “*Lean Management*” OR “*Lean Manufacturing*” e obteve-se o número de artigos publicados por ano.

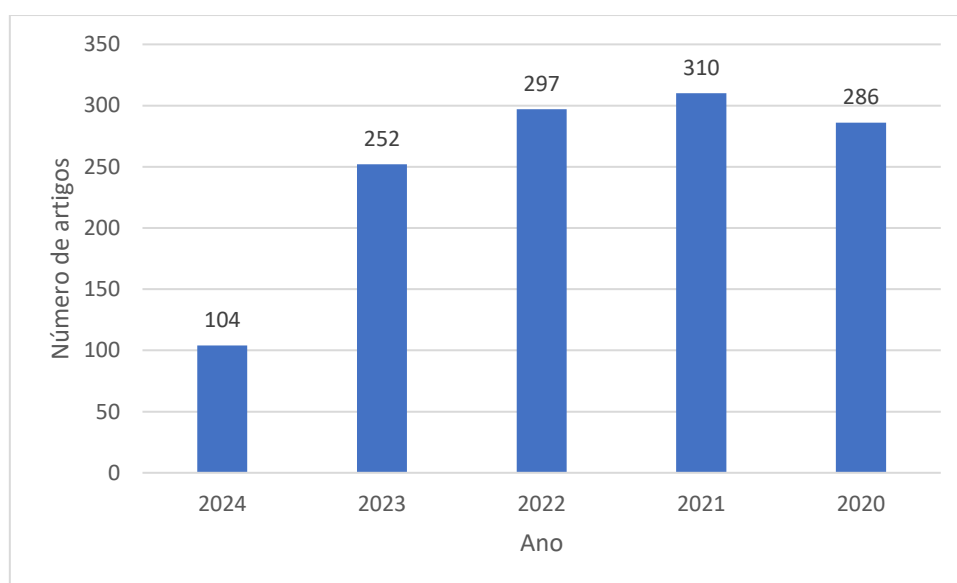


Figura 3 - Número de artigos sobre *Lean* publicados no *Sciencedirect* por ano

A implementação do *Lean Management* na indústria metalomecânica permanece uma estratégia proeminente para promover a eficiência operacional, reduzir desperdícios e aprimorar a qualidade. Empresas nesta indústria, ao adotarem os princípios *Lean*, têm alcançado melhorias substanciais nos seus processos, tornando-se mais ágeis e competitivas.

A procura pela redução de desperdícios é um dos pilares fundamentais do *Lean Management*, e na indústria metalomecânica, isso traduz-se em otimizar os processos de produção, minimizando stocks desnecessários e eliminando atividades que não agregam valor. A gestão eficaz dos recursos é crucial, considerando a natureza intensiva em termos de matéria-prima e mão de obra desta indústria.

A implementação de ferramentas e técnicas *Lean*, como *Kaizen*, 5S, GV e *Poka Yoke*, na indústria metalomecânica demonstra reduções de desperdício promissoras. Choomlucksana (2014) conseguiu uma melhoria de 62,5% no tempo demorado pelo processo de polimento e rebarbagem e conseguiu, também, uma redução de 66,53% no número de desperdícios de movimento.

Outro exemplo mais recente foi a implementação de diversas técnicas e ferramentas *Lean* por Oliveira (2022) num centro de maquinagem com o objetivo de aumentar a eficiência expressa através do output médio diário da fresagem. Neste estudo usaram-se as seguintes ferramentas, VSM, diagrama de *Ishikawa*, 5 porquês, gráfico de análise e diagrama de esparguete para diagnosticar os desperdícios. Para fazer um plano de ação foi usada o 5W2H e por último, para implementar as melhorias foram usados GV e SMED. Antes do estudo ser realizado, o indicador encontrava-se no valor 13647,33€, após a análise do sistema e implementação das melhorias o valor indicado era de 17632,13€, o que indica um aumento de 29,2% no output médio diário, estimando-se um ganho anual de 952367,20€.

Num trabalho realizado numa linha de produção de embalagens metálicas, Bugalho (2019) atingiu-se um aumento de 20,78% no OEE de uma linha de produção, tendo este passado de 56,8% para 68,6%. Este aumento deve-se à implementação de medidas que diminuíssem o número de paragens não planeadas na máquina de soldar, na máquina de fazer beira, na máquina de arcos, entre outras, e à implementação de um *Poka Yoke* no transportador e expansora que impedia o corpo da lata de ser deformado.

O estudo realizado por Santos (2021) numa indústria de engrenagens e componentes mecânicos, visava solucionar desafios enfrentados na produção, típicos de um ambiente ETO. Utilizando ferramentas *lean*, como os Diagramas de *Pareto*, *Gemba Walk*, e auditorias 5S, identificaram-se problemas como condições de trabalho inadequadas, altos tempos de *setup*, planeamento ineficaz e layout inadequado.

Através de análises de causa-raiz e triagem de sugestões de melhoria, foram propostas medidas como aplicação do 5S, reorganização do layout, melhoria da partilha de informação, formação de operadores e redução de *setup*. A implementação destas propostas resultou em reduções significativas nos desperdícios, como a diminuição dos tempos de *setup* em 21%, melhorias na organização do espaço de trabalho e otimização dos fluxos de produção. Os resultados demonstram que as práticas *lean* são

altamente eficazes na indústria metalomecânica, promovendo eficiência operacional, qualidade e satisfação do cliente.

É de notar que implementar o *Lean* é fazer um investimento em aspetos comportamentais, sem necessariamente grandes investimentos financeiros (Silva, 2020).

A filosofia *Lean* também destaca a importância do envolvimento dos colaboradores em todos os níveis hierárquicos. Na indústria metalomecânica, onde a operação de máquinas e a execução de tarefas complexas são frequentes, a participação ativa dos funcionários na identificação e resolução de problemas contribui para uma cultura organizacional mais colaborativa e eficiente. Nesse contexto, a implementação de práticas *Lean* na indústria metalomecânica não apenas se alinha às origens filosóficas dessa abordagem, baseadas nas práticas da Toyota, mas também representa uma resposta adaptativa às necessidades e desafios específicos deste setor.

4. Estudo: Contexto, problema e propostas de melhoria

Neste segmento, serão apresentadas informações relevantes sobre a Prenso Metal, abordando diversos aspetos, como a sua história, instalações, gama de produtos e processos produtivos. Adicionalmente, serão delineados o problema em análise e os objetivos estabelecidos para a conclusão deste projeto. Este capítulo visa proporcionar uma compreensão abrangente do contexto envolvente e dos elementos-chave relacionados com a Prenso Metal.

4.1 Descrição da empresa

A Prenso Metal foi estabelecida em 1992 por Álvaro Félix com capital 100% nacional, como uma empresa emergente na indústria metalúrgica portuguesa. Especializou-se na estampagem para a indústria automóvel desde o início das suas operações em 1993, atividade que, até hoje, representa uma parcela de 98% de sua produção total.

Em 1996 a Prenso Metal tornou-se pioneira nacional ao investir na tecnologia de corte fino. Uma decisão que impulsionou a empresa e consolidou a sua posição na adoção de práticas avançadas no cenário metalúrgico nacional.

As competências da Prenso Metal abrangem as seguintes áreas:

- Corte progressivo, na qual possui capacidade técnica para produzir espessuras de material variando de 0,8mm a 5mm.
- Corte fino com capacidade de produzir peças com espessuras de até 8mm, sendo uma referência nacional no segmento.
- Corte de alta velocidade, esta competência é usada predominantemente na produção de componentes para relés, a empresa opera com espessuras que variam de 0,2mm a 2,5mm, alcançando 600 peças por minuto.
- Roll forming, competência usada especialmente em sistemas de suspensões.
- Soldadura.
- Rebarbagem.
- Ferramentaria, que se estende à conceção, construção e manutenção de ferramentas de prensagem, jigs de soldadura e gabaritos de controlo.

A empresa mantém uma sólida lista de clientes, incluindo nomes proeminentes como Volkswagen, Brose, Visteon, Faurecia, Hitachi e Tyco.

A Prenso Metal possui dois centros de produção e um armazém de embalagem, sendo que a sua sede se encontra na Rua dos Alecrins, 374 em Alcochete. Este estudo foi desenvolvido nos dois centros de produção, sendo que o seu foco foi principalmente na sede. Esta divide-se em sete zonas, como se pode observar na figura 4.

A zona 1 representa a planta de produção principal e o armazém de produto acabado. A zona 2 representa o local onde são realizados os trabalhos de soldadura. A zona 3 é a estação de rebarbagem, é nesta que as peças sofrem um tratamento de polimento. A zona 4 é o armazém de matérias-primas. A zona 5 representa a oficina de ferramentaria, onde as punções e diversas ferramentas são reparadas e afinadas. A zona 6 é a planta de produção de corte de alta-velocidade, as peças aqui produzidas são normalmente mais pequenas e com uma chapa mais fina. Por último, a zona 7 é o armazém de ferramentas.

A planta de produção principal e armazém de produto acabado têm 30,54 metros de largura e 46,7 metros de comprimento. A zona 4 tem 16 metros de comprimento e 29,80 metros de largura. A zona 5 tem 8,2 metros de comprimento. Tanto a zona 6 como a 7 têm ambas 31,55 metros de comprimento e 14,70 metros de largura.

Devido à sua relevância para este estudo, procedeu-se à medição da distância da máquina 28, neste caso a mais distante, ao posto de trabalho mais perto da entrada do departamento de ferramentaria e à medição da máquina 38, a mais próxima, ao mesmo posto de trabalho. Para se fazer esta medição percorreu-se o percurso acompanhado de um telemóvel com a aplicação “StepsApp Pedómetro” instalada, que automaticamente faz o cálculo da distância andada. A primeira distância é de aproximadamente 120 metros e a segunda distância é de cerca de 80 metros.

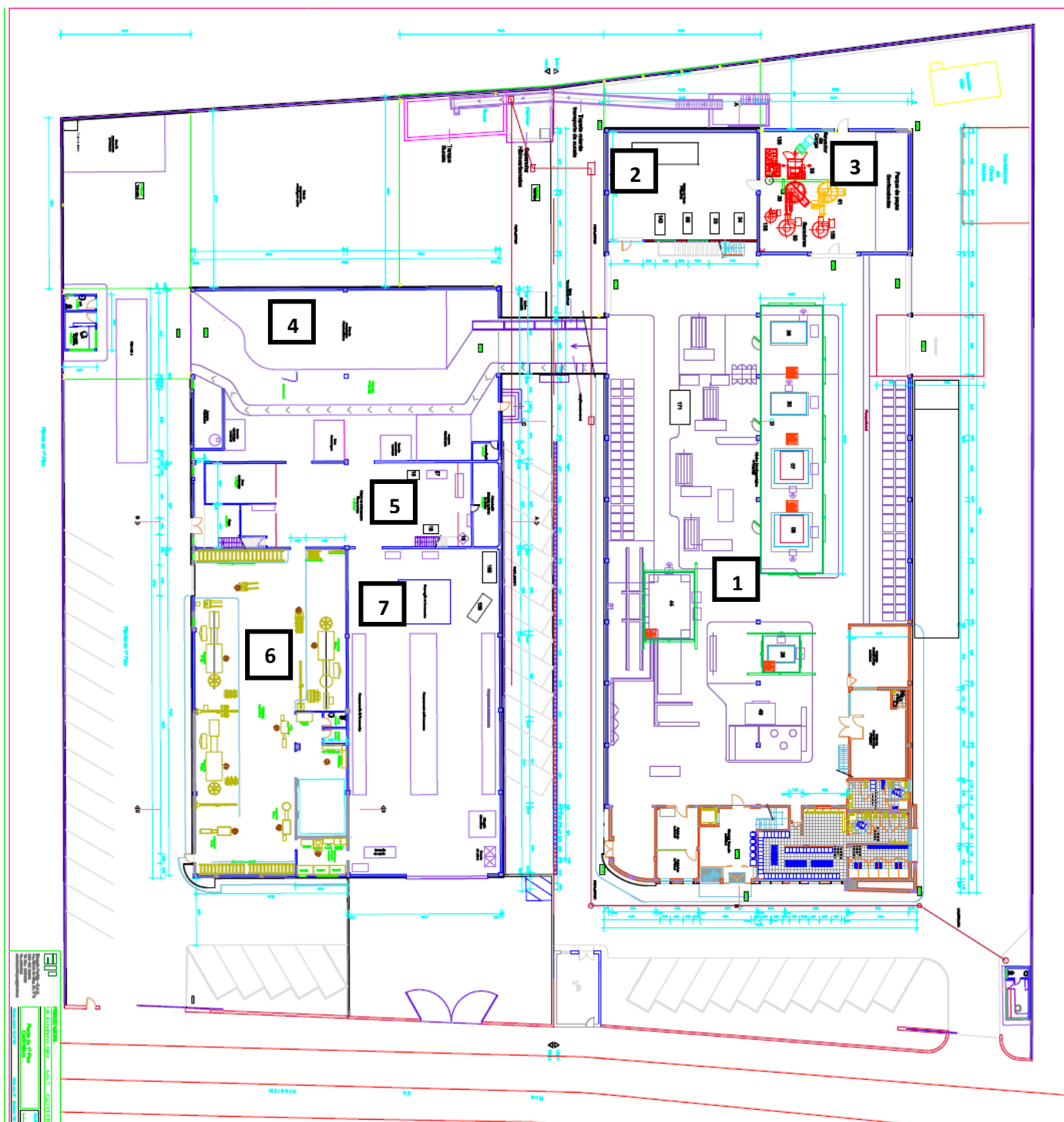


Figura 4 - Layout da fábrica principal

4.2 Problema

A Prensa Metal, no contexto do estágio atual, apresenta uma métrica do OEE que se encontra notavelmente abaixo do padrão considerado referência na indústria, sendo a disponibilidade a métrica que exerce o impacto mais adverso sobre o OEE, como se observa na figura 6. A necessidade de aprimorar esse indicador é imperativa para atender aos objetivos estabelecidos, no entanto, é crucial reconhecer que, do ponto de vista financeiro, a empresa enfrenta desafios consideráveis. Essa situação decorre, em parte, de ineficiências e desperdícios identificados ao longo do processo produtivo. Face a este cenário, torna-se vital adotar uma abordagem cautelosa em relação a investimentos significativos, dada a presente condição financeira, ressaltando a urgência de encontrar soluções que se revelem economicamente viáveis para os desafios identificados.

Apesar dos desafios enfrentados, a empresa está atualmente em fase de expansão do seu volume de negócios, necessitando, assim, de uma abordagem direcionada para mitigar as ineficiências e possibilitar um crescimento sustentável. Durante o estágio, um dos principais problemas identificados concentrou-se na organização do armazém e na insuficiência de espaço para acomodar as novas peças a serem produzidas. Essa questão ganha maior relevância considerando o aumento das operações e destaca a necessidade urgente de soluções eficazes para otimizar o espaço de armazenamento e melhorar a eficiência global do processo produtivo.

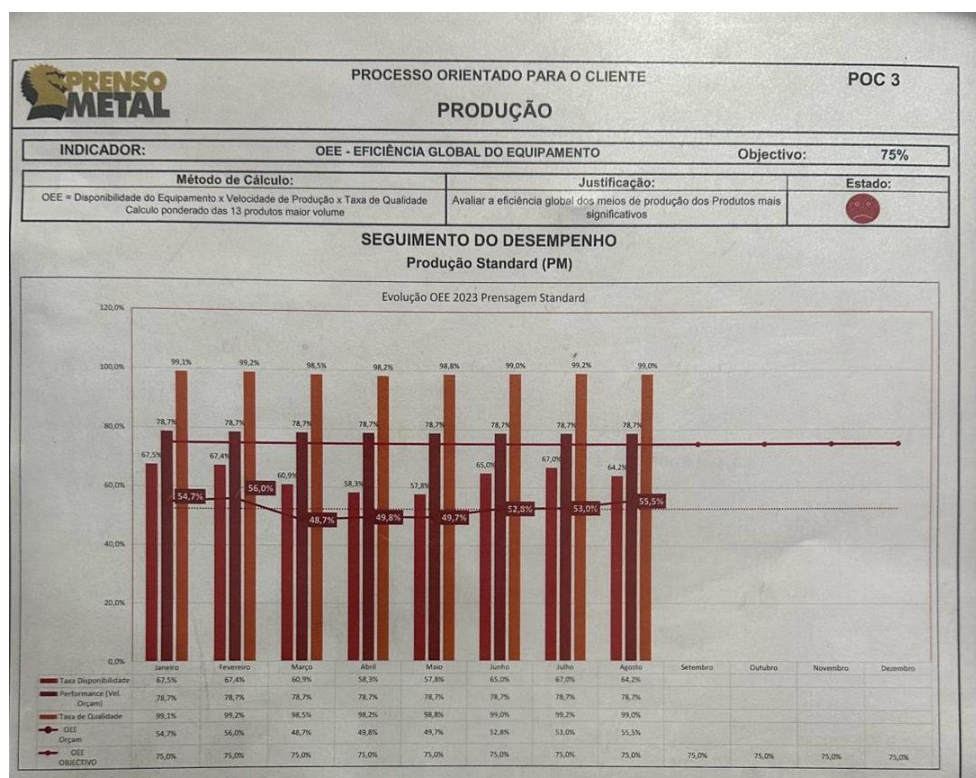


Figura 5 - OEE dos meses de Janeiro a Agosto de 2023

4.3 Identificação de desperdícios e propostas de melhoria

Neste capítulo, serão apresentados e fundamentados os passos e as metodologias empregadas para alcançar as respostas e soluções para os problemas propostos, delineando o rigor metodológico adotado no decorrer da pesquisa. Será empreendida uma abordagem dividida em três subcapítulos que detalham cada uma das metodologias, esclarecendo a forma como foram aplicadas e quais respostas foram obtidas por meio delas. Este enfoque visa oferecer uma compreensão abrangente do processo metodológico adotado, destacando a sua relevância na obtenção de insights e soluções para os desafios em análise.

Como mencionado anteriormente, durante a fase inicial do estágio, recorreu-se a *Gemba Walks* para perceber quais os problemas que mais afetam a empresa e os processos com maior potencial de melhoria. Todos os dias foram realizadas *Gemba Walks* pela planta da fábrica toda durante as primeiras duas horas de trabalho. Seguidamente, focava-se em observar departamentos específicos, começando pelo departamento da Qualidade na primeira semana. Neste departamento, não foram encontradas ineficiências significativas, o que se traduz no alto desempenho da empresa em produzir poucas peças não conformes.

Na semana seguinte, o foco mudou para o departamento da ferramentaria, encarregado de afiar, afinar e realizar a manutenção das punções, além de efetuar a troca das ferramentas das máquinas. Na Figura 7, pode-se observar uma punção sendo afiada.

Observou-se que o processo de troca das ferramentas é muito demorado, levando em média aproximadamente uma hora. Verificou-se que, por várias vezes, partiu-se uma punção e não havia peças de substituição em stock, causando diversas paragens não planeadas. O local de arrumação de ferramentas de trabalho e peças em stock, *Kardex*, encontra-se desorganizado, cada vez que é necessário alguma ferramenta perde-se imenso tempo a tentar localizá-la.

Foi discutido com os operadores o porquê desta desorganização e chegou-se à conclusão de que os fatores principais são a falta de tempo para procederem à arrumação e a resistência à mudança, alguns alegando que sempre conseguiram identificar onde se encontram as peças pois são eles próprios que as arrumam, no entanto, nas mudanças de turno este problema torna-se mais evidente pois os operadores não sabem onde as ferramentas foram arrumadas pelos colegas do turno anterior. Por último, constatou-se que o tempo entre a paragem da máquina devido a um problema na ferramenta e a chegada de um técnico da ferramentaria era de aproximadamente oito minutos, conforme pode ser observado na Tabela 3. Essas observações fundamentam o direcionamento para a próxima fase da pesquisa, na qual serão

exploradas estratégias para otimizar o processo de troca de ferramentas e minimizar os tempos de paragem não planeada.

Tabela 3 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico de ferramentaria

Medições	Tempo em min
1	5
2	7
3	16
4	4
5	9
6	8
7	6
8	12
9	8
10	4
11	7
12	7
13	9
14	5
15	8
16	6
17	10
Média	7,71
Desvio Padrão	2,93



Figura 6 - Punção a ser afiada

Nos primeiros três dias da terceira semana, o foco mudou-se para o departamento da manutenção. Aqui, constatou-se que, de maneira semelhante ao departamento da ferramentaria, o intervalo entre a paragem da máquina e a chegada do técnico à máquina é excessivamente longo. Foram realizadas 13 medições, resultando numa média de onze minutos, conforme evidenciado na Tabela 4.

As medições foram realizadas usando a técnica da cronometragem. A atividade de medição era iniciada no momento em que o operador percebia que a máquina tinha parado e engloba o tempo de deslocação do operador para chamar o técnico e o tempo de deslocação dos mesmos até à máquina em necessidade de assistência. De modo a evitar que o comportamento dos sujeitos desta atividade se alterasse por estarem a ser cronometrados, procurou-se que os mesmos não percebessem que estava a ser realizado este estudo.

Esta foi a única ineficiência identificada durante essa fase de observação. Essa constatação fundamenta a decisão de direcionar os esforços para a subsequente etapa da pesquisa, centrada na exploração de estratégias para otimizar os tempos de resposta da manutenção diante de paragens não planeadas.

Tabela 4 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico da manutenção

Medições	Tempo em min
1	15
2	6
3	14
4	18
5	19
6	7
7	10
8	14
9	10
10	8
11	5
12	12
13	13
Média	11,62
Desvio Padrão	4,25

Nos últimos dois dias desta semana, a atenção voltou-se para a segunda unidade de produção da empresa. Essa unidade, dedicada exclusivamente à fabricação de ferramentas para a unidade fabril principal, é composta por diversas máquinas CNC e uma sala equipada com ferramentas de medição. Notou-se que a organização das ferramentas de medição estava desordenada, e os calibres das ferramentas não eram facilmente identificáveis, sendo que as únicas etiquetas presentes faziam referência à data das últimas verificações. Nas Figuras 8 e 9, é possível observar a disposição das ferramentas, enquanto na Figura 10 estão retratadas as etiquetas existentes, indicando as últimas verificações realizadas. Essa constatação evidencia uma oportunidade de aprimoramento na gestão e identificação das ferramentas de medição nessa unidade de produção.



Figura 7 - arrumação das ferramentas de medição



Figura 8 - ferramentas de medição antes da intervenção



Figura 9 - etiqueta de verificação da ferramenta de medição

Notou-se ainda que as zonas de entrada e de saída de material, apesar de assinaladas, não eram respeitadas, causando alguma confusão ao operário responsável por recolher as ferramentas que já passaram pelo processo de afiação, na figura 11 observa-se a zona de entrada com peças que já foram trabalhadas.



Figura 10 - Zona de entrada de peças

Na quarta semana, a atenção voltou-se exclusivamente para o departamento da logística, incumbido da recepção de matéria-prima, expedição de produtos acabados, organização do armazém e embalagem dos produtos. Este departamento abrange diversos processos de embalagem, além de contar com várias caixas e paletes para diferentes referências.

Alguns produtos com a mesma referência passam por processos distintos de embalagem e são acondicionados em tipos variados de embalagens, conforme o cliente. Durante o estágio, o armazém emergiu como a principal fonte de desperdícios. Devido à limitação de espaço para armazenar os produtos acabados, a abordagem seguida pela Preenso Metal adota uma disposição caótica, resultando frequentemente na dispersão de produtos da mesma referência por diferentes áreas do armazém.

Para compreender com precisão o tempo desperdiçado durante o processo de picking, foram realizadas sete medições. O tempo foi contabilizado desde o momento em que o operador começou a ler a lista de expedição até a conclusão da arrumação de todas as paletes na doca de expedição. Os resultados dessas medições estão detalhados na Tabela 5. Essa análise permitiu identificar oportunidades de melhoria no armazenamento e no processo de picking, visando otimizar a eficiência operacional do departamento logístico.

Tabela 5 - Tempos de Picking

Data do Picking	Cliente	Tempo total (min)	Nº de Paletes	Minutos por paleta
26/out	Brose	62	24	2,583
30/out	Faurecia / Inapal	18	4	4,5
02/nov	Brose	21	6	3,5
16/nov	Brose	30	10	3
17/nov	Faurecia	27	7	3,857
12/dez	Brose	83	26	3,192
04/jan	Faurecia	36	10	3,6
Média	3,462			
Desvio Padrão	0,574742516			

Além dos desperdícios anteriormente identificados, observou-se outro significativo decorrente da desorganização no armazém, que resulta no tempo perdido de outros operadores e empilhadoras que movimentam matéria-prima ou ferramentas para troca e ficam bloqueados devido à presença de paletes no chão. Este fenômeno foi observado repetidas vezes durante o estágio, como ilustrado na Figura 12, onde o corredor fica obstruído, impedindo a passagem de pessoas e materiais. Essa situação evidencia a necessidade de melhorias na disposição e gestão do espaço no armazém, visando otimizar o fluxo de materiais e evitar interrupções desnecessárias nas operações logísticas.



Figura 11 - Empilhadora bloqueada devido às paletes estarem no corredor

Após a identificação dos desperdícios nas primeiras quatro semanas, deu-se início ao processo de busca por soluções. No caso da ferramentaria e da manutenção, a proposta foi a implementação de um sistema de Gestão Visual (GV) que alertasse os técnicos sempre que uma máquina parasse. Se a paragem fosse causada por um problema na ferramenta, o departamento da ferramentaria seria alertado por meio de um painel com duas luzes para cada máquina: uma verde, indicando o bom funcionamento, e outra vermelha, indicando um problema. Se a paragem fosse provocada pelo mecanismo de prensagem, um painel semelhante alertaria os técnicos de manutenção.

Após uma reunião com o diretor de produção, manutenção e ferramentaria, concluiu-se que, apesar de promissoras, essas soluções não seriam suficientes. Para o departamento da ferramentaria, o painel com luzes não seria eficaz, pois a área de trabalho desses técnicos é extensa, nem sempre estando no campo de visão do painel. Assim, foi decidido que adicionar um mecanismo sonoro enquanto a luz vermelha estivesse acesa seria uma forma mais consistente de reduzir o tempo de resposta. No entanto, a inclusão desse dispositivo sonoro exigiu uma alteração na configuração do painel, uma vez que um som constante seria inconveniente para os trabalhadores sempre que a máquina estivesse parada. Para resolver esse problema, foi adicionada uma luz amarela ao painel de cada máquina, que acenderia assim que o técnico de ferramentas chegasse à máquina parada, simbolizando que esta estava em manutenção. Com o acionamento da luz amarela, o som deixaria de ser emitido. A Figura 13 ilustra o painel concluído.



Figura 12 - Painel de gestão visual em estado de testes

Para o departamento de manutenção a solução inicialmente proposta seria ainda menos eficaz uma vez que estes técnicos raramente se encontram dentro do seu escritório. Como tal era imperativo encontrar uma solução móvel. Após alguma pesquisa encontrou-se um sistema de pequenos relógios digitais que vibram quando uma máquina para e indica o número da máquina que necessita de intervenção. Na figura 14 encontra-se o sistema referido.



Figura 13 - Relógio pager

Depois das correções serem aprovadas pelos diretores de produção, ferramentaria e manutenção, foi solicitada uma reunião com o CEO para a aprovação destas soluções e a sua consequente implementação. Nesta reunião foi explicada a difícil situação financeira da empresa e as dificuldades em fazer investimentos sem provas empíricas do seu sucesso. Como tal, ficou apenas aprovado o painel para o departamento da ferramentaria com a garantia de aprovação da solução para o departamento da manutenção no caso do painel trazer resultados positivos.

Relativamente aos desperdícios encontrados na segunda unidade de produção, após ser concedida autorização do diretor de produção, etiquetou-se todas as ferramentas de medição existentes nesta unidade fabril. De modo a ser facilmente identificável o conteúdo das caixas, as etiquetas colocadas indicam o tipo de ferramenta de medição e os seus calibres, como se pode verificar na figura 15.



Figura 14 - Etiqueta de identificação

Após estarem devidamente identificados, todas foram arrumadas por grupos de modo que as etiquetas ficassem facilmente visíveis, como mostra a figura 16.



Figura 15 - Arrumação das ferramentas de medição

Quanto à má utilização das zonas de entrada e saída de peças, é necessário mudar a mentalidade de resistência que os operadores têm. Para isto, foi proposto a implementação de *Gemba Walks* por parte dos funcionários responsáveis por esta unidade, também foi sugerido criar eventos *kaizen* para mostrar os benefícios da melhoria contínua e sensibilizar os operadores para a importância de cumprirem as medidas implementadas.

Numa abordagem estratégica para otimizar o armazém, foi implementada uma Análise ABC ou de *Pareto*. Esta análise procurou identificar as referências com maior rotação no armazém, utilizando dados das expedições de janeiro a setembro de 2023. A Tabela 12 em anexo destaca as expedições mensais, as quantidades anuais projetadas e a percentagem de cada referência em relação ao total das expedições.

Simultaneamente, foi realizado um levantamento de espaços subaproveitados na empresa que pudessem ser utilizados como armazém. Destacou-se um espaço significativo na zona da fábrica de corte a alta velocidade, ilustrado nas Figuras 17 e 18, contendo caixas para produtos acabados, sucata da fábrica e mobília da moradia do CEO. Este espaço, com aproximadamente 53 m², representaria um custo crítico mensal de 604,2 euros, considerando a taxa de renda por metro quadrado em Alcochete de 11,4 euros, conforme indicado pelo site imobiliário "Idealista". Essa identificação revelou uma oportunidade para otimizar o uso do espaço e reduzir custos associados.



Figura 16 - armazém subaproveitado visto do piso 0



Figura 17 - material guardado no armazém subaproveitado

Após a discussão com o CEO, não foi alcançado um consenso, visto que o espaço em questão é considerado vital para a arrumação dos seus pertences pessoais. Consequentemente, não foi possível explorar uma alternativa mais eficiente para este espaço.

No processo de realização da análise ABC, foi crucial identificar as referências armazenadas no armazém principal. Na Tabela 6, as referências relevantes para o estudo estão destacadas a verde, enquanto as não relevantes estão a vermelho. Esta diferenciação por cores permitiu concentrar os esforços na otimização das referências significativas para o estudo.

Tabela 6 - Produtos armazenados no armazém principal

		Produção expectável até ao fim do ano	Produção atual	Peças por paleta	Paletes	Paletes por mês
	Patim Esq.	695 000	459 417	1800	387	33
	Patim Dir.	695 000	475 318	1800	387	33
	Transmissão 2 Esq.	294 000	255 370	3000	98	9
	Transmissão 2 Dir.	294 000	240 396	3000	98	9
	Espaçador Traseiro	6 650 000	4 821 200	24000	278	24
	PASTILHA19	1 850 000	2 774 300	10000	185	16
	PASTILHA28	270 000	269 450	8000	34	3
	C.Tilt Link 50 X Esq.	372 000	306 620	2240	167	14
	C.Tilt Link 50 X Dir.	372 000	316 680	2240	167	14
	Front Link Esq.	302 000	273 600	2400	114	13
	Front Link Dir.	302 000	276 000	2400	115	13
	Rear Floor Leg	353 000	261 600	1200	218	25
	Stop	530 000	399 000	22400	18	2
	Painel	182 000	184 980	1200	155	18
	C. Front Link 74 X -Esq.	1 280 000	793 864	2680	297	33
	C. Front Link 74 X -Dir.	1 280 000	786 493	2680	294	33
	C.Rear link 72 X	855 000	679 204	480	1416	158
	Wacher (PT)	0	0	250	0	0
	Reforço 83 X - Esq.	182 000	72 960	1280	57	7
	Reforço 83 X - Dir.	182 000	65 280	1280	51	6
	Lever 93 X	894 000	669 031	4960	135	15
	Lever 95 X	420 000	306 801	4960	62	7
	Reinforcement Esq.	176 000	133 200	1800	74	9
	Reinforcement Dir.	176 000	130 235	1800	73	9
	Gusset Ext. 40 PC	176 000	133 060	800	167	19
	Gusset Int. 40 PC	176 000	130 625	1000	131	15
	Gusset Int.60 PC	176 000	131 720	800	165	19
	Gusset Ext.60 PC	176 000	133 420	800	167	19

A análise ABC às referências com maior rotação, tabela 7, foi feita e chegou-se à conclusão de que as peças do tipo A eram as seguintes:

- C. Rear Link 72X
- Patim Esquerdo
- Patim Direito
- C. Front Link 74X Esquerdo
- C. Front Link 74X Direito
- Rear Floor Leg
- Painel
- Pastilha 19

Tabela 7 - Análise ABC

	Paletes por mês	%	
C.Rear link 72 X	158	35,99%	79,5%
Patim Esq.	33	7,52%	
Patim Dir.	33	7,52%	
C. Front Link 74 X -Esq.	33	7,52%	
C. Front Link 74 X -Dir.	33	7,52%	
Rear Floor Leg	25	5,69%	
Painel	18	4,10%	
PASTILHA19	16	3,64%	95,9%
C.Tilt Link 50 X Esq.	14	3,19%	
C.Tilt Link 50 X Dir.	14	3,19%	
Front Link Esq.	13	2,96%	
Front Link Dir.	13	2,96%	
Transmissão 2 Esq.	9	2,05%	
Transmissão 2 Dir.	9	2,05%	
Reforço 83 X - Esq.	7	1,59%	100%
Reforço 83 X - Dir.	6	1,37%	
PASTILHA28	3	0,68%	
Stop	2	0,46%	
Wacher (PT)	0	0,00%	

Seguidamente, procedeu-se à medição do espaço do armazém. O comprimento do armazém é de vinte e quatro metros, a profundidade é de três metros e meio e a altura máxima a que o empilhador consegue chegar é de quatro metros.

Para cada uma das referências na classe “A” da análise mediu-se as dimensões de cada caixa, bem como a altura da paleta usada, uma vez que as outras dimensões das paletes são standard. Com estas medidas foi possível fazer uma arrumação teórica destas referências no armazém. A primeira solução a que se chegou previa, para poupança de espaço, que as peças “esquerdas” e “direitas” ficassem juntas no mesmo corredor e que cada referência da classe A tivesse corredores dedicados a cada uma. No entanto, levantaram-se dois problemas, ao juntar as peças esquerdas e direitas criam-se problemas no picking pois o *Kanban* destas referências é muito semelhante, o *Kanban* usado na Prensa Metal está representado na figura 19, mudando apenas a referência, isto pode levar a confusões durante o picking e fazer expedições erradas.



Figura 18 - Kanban usado na Prensa Metal

O outro problema é a falta de espaço que esta arrumação causaria. O armazém não tem corredores suficientes para todas as colunas necessárias. Esta primeira arrumação proposta considerava que as peças eram produzidas todas apenas uma vez e que eram, conseqüentemente, armazenadas todas as peças produzidas para fazer face à procura de mês. Também foi falado com o diretor de produção que as peças “Painel” e “Pastilha 19” deveriam ser consideradas como classe B pois prevê-se que a sua produção diminuirá 13% e 7% respetivamente e que a produção das peças 72X e 74X aumentará.

Para perceber quantas peças poderiam ser arrumadas por coluna, começou-se por saber quantas peças cabem na caixa designada para a arrumação de cada referência e quantas destas cabem numa paleta, informação que se encontrou na ficha de material. De seguida, usando as medidas tiradas anteriormente, fez-se uma folha de cálculo que permite saber o número máximo de caixas arrumada por coluna e depois quantas colunas serão necessárias para armazenar as caixas todas de uma referência. Esta folha de cálculo encontra-se representada na tabela 8, “paletes arrumadas em y” significa paletes arrumadas em profundidade, em “x” significa em comprimento e em “z” significa em altura.

Tabela 8 - Primeira proposta de arrumação

	Largura	Comprimento	Altura (com paleta)	Paletes arrumadas em y	Paletes arrumadas em x	Paletes arrumadas em z	Total de paletes arrumadas por coluna	Colunas necessárias por peça
C.Rear link 72 X	800	1200	910	4	1	4	16	10
Patim Esq.	800	1200	610	4	1	7	28	2
Patim Dir.	800	1200	610	4	1	7	28	2
C. Front Link 74 X -Esq.	800	1200	910	4	1	4	16	3
C. Front Link 74 X -Dir.	800	1200	910	4	1	4	16	3
Rear Floor Leg	800	1200	885	4	1	5	20	2
Painel	Não relevante							
PASTILHA19								
C.Tilt Link 50 X Esq.								
C.Tilt Link 50 X Dir.								
Front Link Esq.								
Front Link Dir.								
Transmissão 2 Esq.								
Transmissão 2 Dir.								
Reforço 83 X - Esq.								
Reforço 83 X - Dir.								
PASTILHA28								
Stop								
Wacher (PT)								

Após discutir com a diretora de logística e com o diretor de produção verificou-se que as peças são produzidas duas vezes por mês, logo, a capacidade necessária para armazenar as paletes é reduzida para metade. Com esta informação pode-se concluir que a arrumação proposta ocupa apenas 14,4 metros, pouco mais de metade do armazém, como se verifica na tabela 9.

Tabela 9 - Arrumação final proposta

	Largura	Comprimento	Altura (com palete)	Paletes arrumadas em Y	Paletes arrumadas em X	Paletes arrumadas em Z	Total de paletes arrumadas por coluna	Lotes Económicos por mês	Colunas necessárias por peça
C.Rear link 72 X	800	1200	910	4	1	4	16	2	5
Patim Esq.	800	1200	610	4	1	7	28	2	1
Patim Dir.	800	1200	610	4	1	7	28	2	1
C. Front Link 74 X -Esq.	800	1200	910	4	1	4	16	2	2
C. Front Link 74 X -Dir.	800	1200	910	4	1	4	16	2	2
Rear Floor Leg	800	1200	885	4	1	5	20	2	1
Total de armazém ocupado									14,4

É de notar que neste estudo apenas se focou nas peças da classe A uma vez que o espaço de armazém não permitia uma arrumação dedicada para outras referências. Contudo, nesta proposta de arrumação revista ficou realçado a importância de aumentar o espaço em armazém e sempre que possível não ter mais do que duas referências na mesma coluna. Foi criada uma instrução de trabalho, que se encontra representada pela figura 22 em anexo, para os operadores seguirem a arrumação pretendida. Como a peça 72X tem a maior rotação fica mais perto da doca de expedição, ocupando do corredor 22 ao 18, os patins esquerdo e direito ocupam respetivamente os corredores 17 e 16, a peça 74X esquerda ocupa os corredores 15 e 14, a peça 74X direita ocupa os corredores 13 e 12 e, por último, o *rear floor leg* ocupa o corredor 11. Para ser mais fácil para os operadores seguirem esta instrução, foi proposto um método de GV, em que se coloca uma placa em cima de cada corredor com a peça à qual se destina.

Foram verificadas outras ineficiências durante o estágio na empresa, como a não comunicação entre os softwares usados, por exemplo, no departamento da ferramentaria, quando se dá uma baixa no stock, o software de gestão de stocks não comunica diretamente com o software das compras nem com o software usado na unidade de produção secundária para produzir a ferramenta que foi consumida, o que cria ruturas de stock. O processo SMED é bastante demorado, levando por vezes três horas e meia como se verificou no dia quatro de outubro em que o processo começou às oito da manhã e só foi concluído às onze e meia. O *Kardex* (local onde são arrumadas as ferramentas, peças e acessórios do departamento da ferramentaria) encontra-se desorganizado, a arrumação é caótica e não está discriminada a localização das peças, logo perde-se tempo desnecessário à procura das mesmas. No entanto devido ao curto período passado na empresa e as dificuldades financeiras vividas, não foi possível fazer e implementar propostas de melhoria significativas para estes problemas.

4.4 Limitações do estudo

Ao longo deste estudo, várias limitações foram identificadas, as quais impactaram tanto o desenvolvimento do projeto quanto os resultados obtidos.

Uma das limitações mais significativas foi a falta de recursos financeiros da empresa para realizar investimentos. Esta restrição orçamental afetou diretamente a capacidade de implementar soluções mais caras, como seria o caso de melhorar o processo SMED nas prensas e adquirir softwares que permitam a comunicação entre todos os departamentos automaticamente. A limitação financeira obrigou a adoção de alternativas mais económicas.

O curto período de estágio disponível para a realização deste projeto constitui outra limitação significativa. Com um tempo reduzido para a imersão completa nas operações da empresa, a identificação de problemas, o desenvolvimento de soluções e a implementação de melhorias tornou-se um desafio considerável. O tempo limitado impôs uma pressão adicional sobre o cronograma de atividades, resultando numa execução acelerada de algumas fases do projeto.

A resistência à mudança por parte da alta gestão foi uma barreira substancial enfrentada durante o desenvolvimento deste estudo. A implementação de novas abordagens, como foi o caso da utilização de um armazém subaproveitado, muitas vezes encontrou resistência devido ao receio da mudança. A necessidade de convencer a gestão sobre os benefícios das mudanças sugeridas consumiu tempo, que poderia ter sido direcionado para outras áreas do projeto.

5. Discussão de Resultados

Neste capítulo serão analisados e discutidos os resultados das medidas previamente implementadas. Este está dividido em três partes, cada uma dissertando sobre uma medida.

A primeira medida que foi implementada foi etiquetar o material de medição na segunda unidade de produção da Prensa Metal. Duas semanas após a implementação foi realizado um questionário aos operadores nesta unidade de modo a perceber o seu grau de satisfação, questionário este que se encontra em anexo.

Os resultados obtidos foram surpreendentemente positivos. No período de implementação houve muita resistência por parte dos trabalhadores, que afirmavam ser uma medida desnecessária, uma vez que todos sabem onde se encontram as ferramentas e quais são os calibres dentro de cada caixa. Passadas duas semanas da implementação desta medida, as respostas ao questionário realizado mostram que todos os funcionários responderam que esta diminuía o tempo que despendiam à procura dos calibres corretos. Quatro dos seis operadores questionados afirmaram ainda que a medida facilita a arrumação do espaço destinado às ferramentas, cumprindo assim um dos 5Ss, o *Seiton* (set). Durante as últimas semanas de estágio foi possível observar dois eventos *kaizen* na segunda unidade de produção e as *Gemba Walks* passaram a ser feitas diariamente pelo responsável, no entanto não foi possível medir os resultados atingidos por estas medidas de melhoria uma vez que apenas foram implementadas nas últimas duas semanas.

Relativamente às medidas implementadas no departamento da ferramentaria, observou-se também resultados bastante positivos. Antes de colocar-se o painel, como mencionado no capítulo anterior, a média do tempo demorado pelo operador da ferramentaria se deslocar até à máquina desde que esta parava, era de 7,71 minutos. Com a implementação do painel de gestão visual, após 10 medições, a média desceu para 2,4 minutos como se observa na tabela 10.

É de notar que as 10 medições realizadas após a implementação do aparelho foram efetuadas pelo diretor de produção com o mesmo método que fora utilizado anteriormente, isto porque a montagem do painel só foi concluída após o estágio ter terminado.

Tabela 10 - Tempos entre paragem de uma máquina e chegada de um técnico da manutenção após implementação do painel de gestão visual

Medições após implementação do painel	Tempo (minutos)
1	3
2	5
3	2
4	2
5	1
6	1
7	3
8	2
9	4
10	1
Média	2,4
Desvio Padrão	1,3

Como se pode constatar, esta melhoria representa uma redução de 68,89% no tempo em questão. Este valor resulta numa poupança média por mês (22 dias de trabalho) de 242,44 minutos, uma vez que, segundo os dados mencionados pelo diretor de produção, há cerca duas paragens por dia devido a problemas com as ferramentas.

Para melhor se entender o impacto causado por esta medida foram criados três cenários imaginários. O primeiro prevê que os funcionários da ferramentaria sejam remunerados no valor do salário mínimo nacional, ou seja 820€ por mês, o que se traduz em 4,66€ por minuto de trabalho. Neste caso, o valor poupado mensalmente em euros seria de 1129,77€. O segundo cenário prevê que os funcionários do departamento tenham um salário de 1505€, o mesmo que a média em Portugal. Assim sendo, a poupança mensal traduz-se num valor de 2073,14€, este é o cenário mais aproximado à realidade. Por último foi imaginado um cenário em que os funcionários da ferramentaria recebem 3000€ mensais. Nesta realidade, o valor poupado mensalmente é de 4132,50€.

Na figura 20 encontra-se o painel de GV em pleno funcionamento. Na figura 21 observa-se o botão de chamada do operador.



Figura 19 - Painel em funcionamento

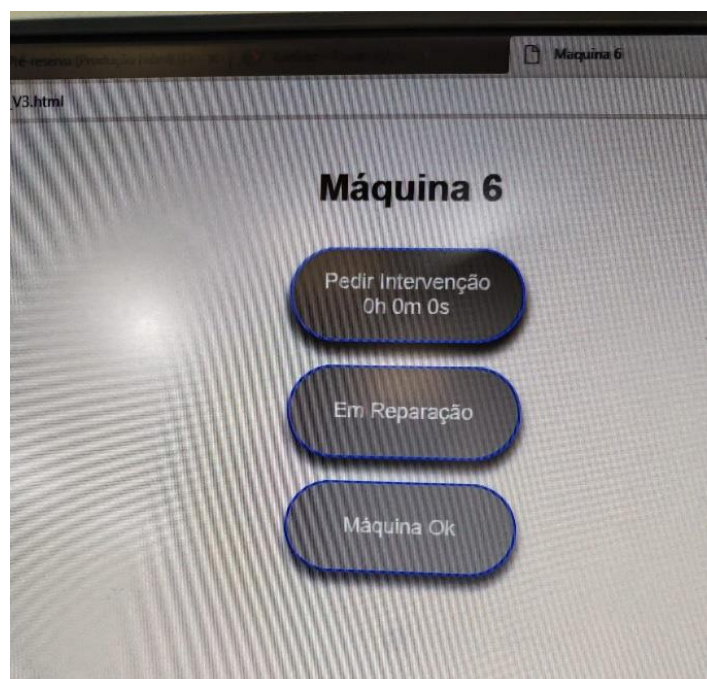


Figura 20 - Botão de chamada de operador

Os resultados obtidos estão em conformidade com o expectável, o departamento de ferramentaria encontra-se a 120 metros da máquina 28, a mais distante e a 80 metros da mais próxima, a máquina 38. A andar a um ritmo de cinco quilómetros por hora, são um minuto e meio para chegar à máquina mais distante e pouco menos de um minuto para chegar à mais próxima. Sabendo que antes de atenderem ao pedido os técnicos de ferramentas têm de deixar a sua atividade em standby, o que pode demorar alguns minutos, a média obtida no tempo de atendimento é, mais uma vez, conforme o previsto.

A redução do tempo de chamada obtido traduz-se numa poupança de aproximadamente 48 horas e 30 minutos de trabalho anuais. Isto não só representa a redução de um desperdício de 413,35€ por ano

por trabalhador do departamento, como liberta tempo essencial para a resolução de outros problemas. A arrumação do *Kardex* deve ser a atividade em que esta poupança é investida, que consequentemente libertará ainda mais tempo aos funcionários do departamento para ser alocado noutras atividades que agregam valor e ou reduzem desperdícios como é o caso de se criar uma comunicação entre o software da gestão de stocks e as ordens de produção da PMM (segunda unidade de produção).

O sucesso desta medida mostra que a implementação do sistema proposto para o departamento de manutenção tem o potencial de reduzir significativamente o tempo de chamada dos técnicos mecânicos, como sucedeu com os técnicos de ferramentaria.

Possivelmente a redução de desperdício ao implementar a medida proposta para o departamento da manutenção será maior que a observada no departamento da ferramentaria, uma vez que, os funcionários raramente se encontram no local de trabalho, sendo mais difícil localizá-los e há mais paragens devidos a problemas na responsabilidade deste departamento. Sugere-se, então, que se invista nesta medida assim que possível.

Quanto às medidas implementadas no armazém de produto acabado na planta principal da fábrica, reduziu-se o tempo médio de picking em cerca de 46,5%, na tabela 11 observa-se medições do tempo despendido no picking após a implementação das medidas de organização. É importante, mais uma vez, notar que as medições foram feitas pelo diretor da produção, uma vez que as medidas só foram implementadas após a conclusão do estágio. O diretor da produção esteve presente durante algumas medições feitas antes da conclusão do estágio, fazendo com que as medições sejam o mais parecidas possível às anteriores.

Tabela 11 - Tempos de picking após arrumação do armazém

Data do Picking	Cliente	Tempo total (min)	Nº de Paletes	Minutos por palete
06/fev	Brose	11	7	1,571
06/fev	Brose	18	9	2
13/fev	Faurecia	28	18	1,555555556
15/fev	Inapal	31	12	2,583333333
22/fev	Faurecia	13	6	2,167
27/fev	Brose	16	13	1,231

Média	1,851
Desvio Padrão	0,448756031

Estes valores apenas representam o que se conseguiu diminuir em desperdícios de picking, no entanto, mitigou-se mais do que se consegue analisar com esta simples medição. O armazém está mais arrumado, evitando situações de bloqueio de passagem de empilhadoras e operadores, um fenómeno

prejudicial a vários níveis para as operações uma vez que a produção não recebia matéria-prima e não se conseguia manter o fluxo de arrumação de produto acabado. As placas de GV colocadas nas filas com referências específicas facilitam o trabalho de arrumação de produto acabado aos colaboradores da produção e evitam erros no processo. Deixa de ser necessário a comunicação da localização de cada lote através da aplicação *Teams*, que apresentava algumas falhas como por exemplo a não comunicação recorrente por parte dos operadores da produção e o tempo perdido a consultar mensagens antigas na aplicação.

O maior desafio encontrado foi transversal a todos os projetos realizados durante o estudo, sendo este a mentalidade de resistência à mudança por parte de alguns operadores. Durante as inúmeras reuniões foram sempre apresentadas dúvidas em relação ao funcionamento das medidas propostas e pouca vontade de alterar o *status quo* sempre com o motivo de estarem habituados às medidas em vigor e deste modo acharem mais eficiente continuarem assim.

Outro desafio encontrado em todos os projetos foi o empenho e atenção dos colaboradores estarem focados em diversos assuntos relacionados com o funcionamento normal da empresa e com a situação financeira enfrentada, situação esta que aparenta estar mais estável presentemente.

Um desafio específico à arrumação do armazém foi a identificação das referências que são efetivamente arrumadas neste espaço uma vez que a empresa possui outra unidade de produção e outro armazém fora das instalações principais onde é feito o embalamento e o armazenamento de referências específicas. A diretora de logística foi incansável durante este período auxiliando sempre que possível em todo o processo.

Para a implementação do painel de chamada na ferramentaria o maior desafio foi perceber como alertar os técnicos quando estes se encontram concentrados nas suas tarefas que há uma máquina parada, este desafio foi ultrapassado com a colocação da pequena coluna de som que é ativada sempre que a luz vermelha está acesa. Outro desafio deste projeto foi o tempo de espera pelas peças necessárias para proceder à sua montagem. Estas peças vieram de um fornecedor nacional que teve alguns atrasos no seu processo logístico, juntamente com os feriados do início do mês de dezembro, houve um atraso de uma semana e meia. Isto resultou em não ser possível recolher uma maior amostra de dados.

6. Conclusão

O estudo elaborado procurou investigar a introdução do *Lean Management* na indústria metalomecânica, tendo como princípio a aplicação de medidas *Lean*, entre as quais gestão visual, 5S e *Gemba Walks* e testando a sua eficácia na melhoria dos processos produtivos.

No decorrer do estágio, realizaram-se *Gemba Walks* para observar diretamente o fluxo de trabalho e identificar ineficiências. Paralelamente, realizou-se uma revisão de literatura abrangente para compreender as medidas já implementadas em contextos semelhantes descritos em artigos e dissertações. Com base nestas análises, foi implementado um painel de GV no departamento de ferramentaria para facilitar a comunicação entre os técnicos e os operadores da produção. O armazém de produto acabado foi organizado de modo a colocar as referências com maior rotação mais perto da doca de carga e, por último, procedeu-se à etiquetagem dos calibres de medição na segunda unidade fabril, o que melhorou a identificação e organização dos mesmos.

Após a análise dos resultados é evidente a eficácia, sucesso e relevância de todas as medidas aplicadas no presente local de estudo, suportando a teoria que dita que através de medidas como as aplicadas é possível o aumento de fluidez da produção. Neste estudo conseguiu-se atingir uma redução no tempo do picking de 46,5% com as soluções e ferramentas *Lean* implementadas. Também se reduziu o tempo de chamada dos técnicos da ferramentaria em 68,89%, que se traduz numa poupança de 48 horas e 30 minutos de trabalho ao fim de um ano. O tempo poupado pode ser alocado a áreas do departamento que não estejam otimizadas, como é o caso do *Kardex* que se encontra desorganizado e não tem recebido atenção por parte dos operadores por falta de tempo. A arrumação deste tem o potencial de diminuir ainda mais desperdícios, uma vez que não será despendido tanto tempo à procura das peças e ferramentas necessárias. Pode-se também alocar o tempo poupado a eventos *kaizen* que promovam a melhoria do espaço e eficiência do departamento.

É de relevar os benefícios das providências tomadas baseadas nos princípios *Lean Management* e aplicadas nos processos alvo, passando estes pela redução substancial de desperdícios e melhor utilização dos recursos.

Os resultados obtidos demonstram que o *Lean Management* é relevante na atualidade e, acima de tudo, foi provada a sua eficácia. Esta disciplina do saber oferece uma abordagem sistemática e orientada para resultados na identificação e eliminação de desperdícios, promovendo a excelência operacional e a competitividade das empresas neste setor. Para além disso, podemos afirmar que as medidas podem se classificar como económicas, isto é, não necessita de um investimento financeiro

abundante visto que se baseia na sua maioria em aspetos do comportamento, reforçando a ideia de um custo reduzido que traz benefícios na produção e, consequentemente, na poupança de recursos.

Consequentemente, é possível concluir que a adoção do *Lean Management* na indústria da metalomecânica é uma estratégia adequada e recomendada para impulsionar a produtividade a qualidade e a rentabilidade das organizações. Este estudo serve de evidência para a importância da contínua aplicação dos princípios desta doutrina.

Deverá ser enunciado como uma limitação deste estudo as circunstâncias encontradas na empresa, devido às dificuldades enfrentadas pela mesma e o foco nos projetos de cariz indispensável não foi possível atuar sobre todos os desperdícios identificados não sendo exequível a aplicação de algumas soluções que visem a mitigação do desperdício.

Para estudos futuros destaca-se a importância e propõe-se a implementação de um sistema semelhante ao proposto para o departamento de manutenção e que se incida no estudo do processo SMED da empresa. Deverá ainda intervir-se no departamento da ferramentaria para proceder a uma arrumação do *Kardex* e implementar um sistema de gestão de *stocks* que comunique diretamente com as ordens de produção para a segunda unidade de produção da empresa.

Referências

- Admin. (2019, June 10). What is a Gemba Walk and Why is it Important? - Six Sigma Daily. Six Sigma Daily. <https://www.sixsigmadaily.com/what-is-a-gemba-walk/>
- Bugalho. (2019). Implementação de ações de melhoria numa linha de produção de embalagens metálicas. In Repositório Científico De Acessos Abertos De Portugal. Universidade de Aveiro.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2014). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>
- Curtis, S. (2023, March 9). Gemba Walk: Meaning, Process and How to Implement. TWI Institute. <https://www.twi-institute.com/gemba-walk/>
- Eivindson, E., Innvær, B. E., Kolberg, E., Merschbrock, C., & Rolfsen, C. N. (2016). Inefficiencies in Norwegian Small-scale Construction, or the Problem of too Long Trucks? *Procedia Engineering*, 196, 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.028>
- (n.d.). *Evolução do preço das casas em arrendamento, Alcochete*. Idealista. <https://www.idealista.pt/media/relatorios-precohabitacao/arrendamento/setubal/alcochete/>
- Glover, W. J., Farris, J. A., Van Aken, E. M., & Doolen, T. L. (2011). Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 132(2), 197-213. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.005>
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Helmold, M. (2020). “Lean Management and Kaizen. Management for Professionals”
- Hernandes de Paula e Silva, M., Coser Mergulhão, R., Geraldo Vidal Vieira, J., Brasco Pampanelli, A., Salvador, R., & Aparecido Lopes Silva, D. (2023). Lean-circular maturity model (LCMM) for companies' self-assessment in terms of process, product and life cycle thinking. *Waste Management*, 173, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.11.013>
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2012). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), 1554-1559. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285>
- Kulkarni, P., & Lahiri, G. (2020). Improving Productivity using SMED. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 9(3), 1889–1892. <https://doi.org/10.35940/ijitee.B6319.019320>
- Lakshmanan, R., Nyamekye, P., Virolainen, V., & Piili, H. (2023). The convergence of lean management and additive manufacturing: Case of manufacturing industries. *Cleaner Engineering and Technology*, 13, 100620. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100620>
- Liker, J. K. (2004) “The Toyota Way: 14 Management Principles From the World’s Greatest Manufacturer”, McGraw-Hill, NY.

- Lyu, J. (1995). Applying Kaizen and automation to process reengineering. *Journal of Manufacturing Systems*, 15(2), 125-132.
[https://doi.org/10.1016/0278-6125\(96\)82337-5](https://doi.org/10.1016/0278-6125(96)82337-5)
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Muotka, S., Togiani, A., & Varis, J. (2022). A Design Thinking Approach: Applying 5S Methodology Effectively in an Industrial Work Environment. *Procedia CIRP*, 119, 363-370.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.103>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through «Lean Tools»: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Oliveira. (2022, October). Melhoria de processos de produção de ferramentas metálicas de corte, através do uso de ferramentas Lean. In *Repositório Científico De Acessos Abertos De Portugal*. Universidade do Minho.
- Pager SP7. (n.d.). SOLT - Call Button for Waiter and Staff.
<https://www.solteurope.com/collections/wireless-receiver/products/sp7-pager>
- Pellegrini, S., Shetty, D., & Manzione, L. (2012). Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen. In *Industrial Engineering and Operations Management Istanbul*.
- Powell, D. J. (2017). Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 140-143. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>
- Powell, D., & Coughlan, P. (2019). Corporate Lean Programs: Practical Insights and Implications for Learning and Continuous Improvement. *Procedia CIRP*, 93, 820-825.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.072>
- Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thürer, M. (2018). Rethinking Jidoka Systems under Automation & Learning Perspectives in the Digital Lean Manufacturing World. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 899-903. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.309>
- Santos. (2021, September). Aplicação de ferramentas de Melhoria Contínua num ambiente Engineer-To-Order. In *Repositório Científico De Acessos Abertos De Portugal*. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- Santos, J. (n.d.). A investigação-ação e o desenvolvimento de práticas educativas e de liderança educacional conducentes à eficácia nas escolas. In *Universidade Aberta*.
- Senthil Kumar, K., Akila, K., Arun, K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2021). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1913-1916.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.402>
- Serapicos, P. (2009). MELHORIA DO PROCESSO COM RECURSO A METODOLOGIA KAIZEN. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Silva. (2020, October). MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA DO METAL DURO: IMPLEMENTAÇÃO SIMBIÓTICA DE FERRAMENTAS LEAN. In *Repositório Científico De Acessos Abertos De Portugal*.

- Silva, D. a. L., De Paula E Silva, M. H., & Barretti, J. W. (2022). Integration of the concepts of lean manufacturing and circular economy: systematic literature review. *Latin American Journal of Management for Sustainable Development*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1504/lajmsd.2022.10049521>
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153-1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Singh, Singh, Mand, & Singh. (2013). *Application of Lean and JIT Principles in Supply Chain Management*. (Vol. 2).
- Soleymanizadeh, H., Qu, Q., Hosseini Bamakan, S. M., & Zanjirchi, S. M. (2022). Digital Twin Empowering Manufacturing Paradigms: Lean, Agile, Just-in-Time (Jit), Flexible, Resilience, Sustainable. *Procedia Computer Science*, 221, 1258-1267. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.114>
- Srinivasan, S., Ikuma, L. H., Shakouri, M., Nahmens, I., & Harvey, C. (2016). 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 364–378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- Steenkamp, L., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. (2016). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455-462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Stocco da Silva, L. H., Abreu Rodrigues, L. C. D., Nunes Diogenes, A., Tedeschi Gomes Abrantes, A. C., Baptista, A., & De Araújo Ponte, H. (2020). A risk reduction approach for academic research labs: A case study on naphthenic corrosion. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104061. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104061>
- Sujová, A., & Marcineková, K. (2014). Improvement of Business Processes – A Research Study in Wood-processing Companies of Slovakia. *Procedia Economics and Finance*, 34, 296-302. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01633-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01633-0)
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). From conventional to it based visual management: A conceptual discussion for lean construction. *Journal of Information Technology in Construction*
- Thiede, S. (2022). Advanced energy data analytics to predict machine overall equipment effectiveness (OEE): A synergetic approach to foster sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*, 116, 438-443. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.074>
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2014). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 193-200. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00167-7)
- Toki, G. F. I., Ahmed, T., Hossain, M. E., Alave, R. K. K., Faruk, M. O., Mia, R., & Islam, S. R. (2023). Single Minute Exchange Die (SMED): A sustainable and well-timed approach for Bangladeshi garments industry. *Cleaner Engineering and Technology*, 12, 100592. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100592>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated* (2nd edition). Free Press.

Yamazaki, Y., Takata, S., Onari, H., Kojima, F., & Kato, S. (2015). Lean Automation System Responding to the Changing Market. *Procedia CIRP*, 57, 201-206.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.035>

Anexo I

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	SECTOR
	DEPARTAMENTO LOGISTICA	Nº 019/DL
	Processo de Arrumação	Página 1 de 1

1 Aplicação

Processo de arrumação de produto acabado

2 Responsabilidades

O presente processo envolve a equipa de Expedição e Técnicas administrativas de Logística.

3 Modo operativo

3.1 Arrumação em cenário ideal:

- Reservar os últimos cinco corredores (do 22 ao 18) exclusivamente para a peça C. Rear Link 72 X;
- Reservar o corredor 17 exclusivamente para a peça Patim Esq.;
- Reservar o corredor 16 exclusivamente para a peça Patim Dir.;
- Reservar os corredores 15 e 14 exclusivamente para a peça C. Front Link 74 X -Esq.;
- Reservar os corredores 13 e 12 exclusivamente para a peça C. Front Link 74 X -Dir.;
- Reservar o corredor 11 exclusivamente para a peça Rear Floor Leg.

3.2 Arrumação em cenário não ideal:

- Manter sempre que possível a arrumação planeada anteriormente;
- Na impossibilidade de o fazer, não colocar mais do que duas referências diferentes em cada um dos corredores discriminados acima.

4 Equipamentos de proteção a utilizar:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									

5 Documentos associados

- Registo da localização no MRP (X3) e no Teams.

t

ELABORADO POR:	0	1	2	3	4	5	6	7	APROVADO POR:
Kelly Araújo	18/12/23								

PM100_7

PM100_7_MATRIZ_PRENSAGEM

Figura 21 - Instrução de trabalho para a arrumação do armazém

ANEXO II

Tabela 12 - Expedições mensais e projeções para as referências produzidas em 2023

ITEM	EXERCÍCIOS	PREVISÃO	FATIA ORÇ.	%	JANEIRO	FEBREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL	Porcentagem
01	Palm. Esq.	695 000	235 583	33,9%	33 462	60 165	70900	56 360	60 535	37 800	48 680	40 500	42 915				459 417	3,12%
	Palm. Dir.	695 000	219 682	31,6%	51 351	61 827	71800	59 400	56 120	38 750	53 970	48 600	30 100				476 318	3,23%
02	Transmissão 2 Esq.	294 000	38 630	13,1%	36 650	41 300	41420	17 800	14 460	38 460	18 000	32 000	15 280				255 370	1,74%
	Transmissão 2 Dir.	294 000	53 604	18,2%	42 300	36 650	39146	21 000	7 420	25 420	18 000	24 800	21 660				240 396	1,63%
03	Espaçador Trazeiro	6 660 000	1 828 800	27,5%	528 000	480 000	480000	496 000	576 000	576 000	638 500	502 700	544 000				4 821 200	32,77%
04	PASTILHA19	1 860 000	-924 300	-50,0%	460 000	260 000	391520	211 320	301 460	250 000	410 000	190 000	300 000				2 774 300	18,86%
05	PASTILHA28	270 000	550	0,2%	32 000	32 000	40000	8 000	16 000	29 460	40 000	40 000	32 000				269 450	1,83%
06	C.TM Link 50 X Esq.	372 000	65 380	17,6%	35 900	6720	35520	36 520	28 800	43 200	35 520	33 280	52 160				306 620	2,08%
	C.TM Link 50 X Dir.	372 000	55 320	14,9%	32 520	18 880	37 760	35 520	35 520	35 520	40 320	33 280	37 760				316 680	2,15%
07	Front Link Esq.	302 000	28 000	9,4%	36 000	31 200	43 200	21 600	24 000	38 400	33 600	14 400	31 200				273 600	1,86%
	Front Link Dir.	302 000	26 000	8,6%	28 800	31 200	43 200	26 400	28 800	38 400	33 600	14 400	31 200				276 000	1,88%
08	Rear Floor Leg	353 000	91 400	25,9%	32 400	31 200	27 600	25 200	39 600	33 600	30 000	10 800	31 200				261 600	1,78%
	Stop	530 000	131 000	24,7%	63 000	44 800	44 800	44 800	44 800	67 200	22 400	22 400	44 800				399 000	2,71%
09	Palmei	182 000	-2 980	-1,6%	42 200	28 800	42 000	26 400	0	16 800	14 380	2 400	12 000				184 980	1,26%
10	C.Front Link 74 X - Esq.	1 280 000	486 136	38,0%	98 834	68 800	59 120	77 320	68 280	105 380	99 200	81 840	101 880				793 864	5,40%
	C.Front Link 74 X - Dir.	1 280 000	483 507	38,5%	94 960	75 760	90 160	80 000	65 118	108 070	86 520	88 760	96 745				786 493	5,35%
12	C.Rear link 72 X	855 000	175 796	20,6%	85 284	68 840	89 920	57 120	52 320	96 480	75 200	73 440	85 600				679 204	4,62%
	Washer	340 000	138 000	40,6%	30 520	20 800	20 500	20 250	20 000	20 000	20 750	20 000	30 250				202 000	1,37%
13	Reltorço 83 X - Esq.	182 000	109 040	59,9%	16 640	11 520	10 240	6 400	5 120	5 120	5 120	3 840	8 960				72 960	0,50%
14	Reltorço 83 X - Dir.	182 000	116 720	64,1%	16 640	11 520	3 840	3 840	5 120	6 400	5 120	3 840	8 960				65 280	0,44%
15	Lever 93 X	894 000	890 270	99,6%	10	0	0	0	0	0	0	0	3 720				3 730	0,03%
16	Lever 95 X	420 000	419 060	99,8%	10	0	930	0	0	0	0	0	0				940	0,01%
17	Reforcement Esq.	176 000	42 800	24,3%	16 200	16 200	14 400	12 600	19 600	18 000	14 400	5 400	16 200				133 200	0,91%
	Reforcement Dir.	176 000	45 765	26,0%	16 925	16 200	12 600	12 600	19 600	18 000	14 310	5 400	14 400				130 235	0,89%
18	Gusset Ext. 40 PC	176 000	42 940	24,4%	17 860	15 200	14 400	13 600	19 200	16 000	16 000	5 600	15 200				133 060	0,90%
19	Gusset Int. 40 PC	176 000	45 375	25,8%	16 000	15 000	15 000	14 000	18 925	16 000	15 700	5 000	15 000				130 625	0,88%
	Gusset Int. 60 PC	176 000	44 280	25,2%	16 000	15 200	15 200	13 600	17 320	15 200	15 200	4 800	12 200				131 720	0,90%
20	Gusset Ext. 60 PC	176 000	42 580	24,2%	16 720	16 800	14 400	13 600	18 400	18 300	14 400	5 000	15 200				133 420	0,91%
	TOTAL	19 650 000	4 939 388		1 896 916	1 509 982	1 813 476	1 404 250	1 564 798	1 714 080	1 823 490	1 315 080	1 663 590	0	0	0	14 710 662	100%
GLOBAL PREV.		25 469 000	19 650 000	566,20/80														
5 +		77,2%	25,1%															



2024

LEO SOUSA

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA LEAN NA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA EM ALCOCHETE