



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Melhoria Contínua e Aplicação de Ferramentas *Lean* da Serralharia Vieira, Lda.

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

Pedro Fernandes Teixeira

Orientador

Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo

Professor Doutor José Manuel Torres Farinha

Supervisor na empresa

Serralharia Vieira Lda.

Vítor Hugo Vieira



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, agosto, 2025

“Engineers don’t cry, they build bridges and get over shit.”

RESUMO

Com o crescimento da necessidade de otimizar e atingir a eficiência nos processos produtivos, as empresas do setor industrial procuram adotar metodologias que assegurem à organização, a melhoria contínua e a redução de desperdícios. A implementação de sistemas de gestão visual e a padronização de processos revelam-se fundamentais para garantir a competitividade no setor e tornar as operações sustentáveis.

A gestão eficiente de materiais, em conjunto com a correta manutenção e organização dos espaços de trabalho, constitui um dos pilares essenciais para o bom funcionamento das atividades industriais. Assim, a aplicação de ferramentas *Lean*, como a metodologia 5S, permite melhorar a organização do ambiente produtivo, levando à promoção de maior controle operacional, redução de erros e eliminação de desperdícios.

Este estágio teve como objetivo principal reorganizar as áreas de produção e armazenamento, melhorar os fluxos internos e otimizar os processos produtivos da empresa. Foram, assim, implementadas diversas práticas de melhoria contínua, como a reestruturação das zonas de trabalho, a identificação visual de materiais, a eliminação de itens descontinuados e a padronização de matérias-primas.

Da mesma forma, foi dada especial atenção à área de produção e ao desenvolvimento de soluções que visam aumentar a eficiência das operações, nomeadamente através da criação de ferramentas de apoio à produção e orçamentação, do desenho do *layout* fabril e da análise de gargalos produtivos. No que concerne à manutenção, definiu-se planos preventivos, foram identificadas necessidades corretivas e estabelecidas estratégias para prolongar a vida útil dos equipamentos e reduzir paragens imprevistas.

Assim, este estudo pretende demonstrar que a integração das ferramentas *Lean* associadas à melhoria da gestão da produção e à implementação de práticas de manutenção estruturada, pode ter um impacto significativo na eficiência global da organização, promovendo um ambiente industrial mais ágil, funcional e sustentável.

Palavras-chave: *Lean*, 5S, Gestão da Produção, Manutenção, Organização

ABSTRACT

With the growing need to optimise and achieve efficiency in production processes, companies in the industrial sector seek to adopt methodologies that ensure continuous improvement and waste reduction within the organisation. The implementation of visual management systems and process standardisation proves fundamental to maintaining competitiveness in the sector and making operations more sustainable.

Efficient materials management, together with proper maintenance and organisation of the workspaces, constitutes one of the key pillars for the smooth running of industrial activities. Thus, the application of Lean tools, such as the 5S methodology, enables improvements in the organisation of the production environment, leading to enhanced operational control, a reduction in errors, and the elimination of waste.

The main objective of this internship was to reorganise the production and storage areas, improve internal flows, and optimise the company's production processes. Accordingly, various continuous improvement practices were implemented, including the restructuring of work areas, visual identification of materials, elimination of discontinued items, and standardisation of raw materials.

Special attention was also given to the production area and the development of solutions aimed at increasing operational efficiency, notably through the creation of tools to support production and budgeting, the design of the factory layout, and the analysis of production bottlenecks. Regarding maintenance, preventive plans were defined, corrective needs were identified, and strategies were established to extend equipment lifespan and reduce unplanned downtime.

Therefore, this study aims to demonstrate that the integration of Lean tools, alongside improved production management and the implementation of structured maintenance practices, can have a significant impact on the organisation's overall efficiency, fostering a more agile, functional, and sustainable industrial environment.

Keywords: Lean, 5S, Management of Production, Maintenance, Organization

AGRADECIMENTOS

A secção mais fácil de escrever...

Depois de um ano marcado por desafios e conquistas, não poderia deixar de expressar a minha gratidão a todos aqueles que estiveram ao meu lado.

À Catarina, pelo apoio incondicional, pela ajuda constante, pela motivação, amor e carinho que tornaram esta caminhada tão especial e, ao mesmo tempo, tão delicada.

Aos meus pais, à minha irmã e a toda a família, pilares insubstituíveis não apenas nesta etapa, mas em toda a minha vida.

Em especial, ao Professor Hugo Raposo, que foi muito além do papel de professor e orientador, a ele, o meu mais sincero agradecimento.

Ao Vítor, pela ajuda incansável, pela disponibilidade e pelos desafios lançados, que tornaram esta jornada mais leve.

E, por fim, aos amigos, que dispensam apresentações, e a toda a equipa da Serralharia Vieira Lda., o meu muito obrigado.

Com carinho,
Pedro Teixeira

ÍNDICE

Resumo	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iii
Índice.....	1
Índices de figuras.....	3
Lista de abreviaturas.....	6
1 Introdução	7
1.1 Enquadramento.....	7
1.2 Objetivos.....	7
1.3 Metodologia.....	8
1.4 Estrutura da dissertação	10
2 Revisão de literatura	11
2.1 Lean.....	11
2.1.1 Fontes de desperdício	11
2.1.2 Princípios Lean	12
2.1.3 Ferramentas Lean	13
2.2 Gestão de produção.....	22
2.2.1 Tipos de produção.....	23
2.2.2 Fluxos.....	25
2.2.3 Estrutura organizacional – organograma.....	25
2.2.4 Padronização de nomes	27
2.2.5 Layouts.....	28
2.2.6 Systematic Layout Planning (SLP)	29
2.3 Manutenção.....	31
2.3.1 Princípios da manutenção	34
2.3.2 Manutenção preventiva.....	34
2.3.3 Manutenção preditiva.....	34
2.3.4 Manutenção corretiva	35
2.4 Gestão de ativos	36
3 Apresentação da empresa	38

3.1	Materiais	39
3.2	Secções da empresa.....	41
4	Caso de estudo na Serralharia Vieira	43
4.1	Processo pré-produção.....	43
4.2	Softwares da empresa	44
4.3	Problemas identificados	44
4.3.1	Receção do material	44
4.3.2	Gestão de stock	45
4.3.3	Identificação de prateleiras.....	46
4.4	Organização e aplicação de ferramentas Lean.....	46
4.4.1	Limpeza, organização de espaços – 5S	46
4.4.2	Identificação e organização das prateleiras das chapas.....	55
4.5	Gestão da produção.....	57
4.5.1	Organização da produção.....	57
4.5.2	Gestão de recursos e equipamentos.....	69
4.5.3	Controlo da produção e sistemas de apoio	73
4.5.4	Organização interna	81
4.5.5	Melhoria e desenvolvimento de produtos e máquinas	82
4.6	Gestão da manutenção	91
4.6.1	Manutenções corretivas observadas.....	92
5	Conclusões.....	98
	Referências bibliográficas	99
	Anexos	106
	Anexo A – Folha de registo de stock.....	107
	Anexo B – Padronização dos materiais	108
	Anexo C – Registo dos equipamentos.....	111
	Anexo D - Folha de produção secção A	112
	Anexo E – Folha de produção secção B	113
	Anexo F – Ficha para orçamentos de chaminés.....	114
	Anexo G – Ficha de orçamentos.....	115
	Anexo H – Folha de registo de manutenções.....	116

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 - Os cinco princípios <i>Lean</i> (LeanWay, 2024)	13
Figura 2 - Metodologia 5S (J. R. Marques, 2024)	14
Figura 3 – Os Cinco Pilares do TPM (Farinha, 2018)	18
Figura 4 – Os Oito Pilares do TPM (Autor).....	20
Figura 5 - Tipos de Produção (Seabra, 2021).....	25
Figura 6 - Exemplo de organograma tradicional (Rummler & Brache, 2013).....	27
Figura 7 - Matriz Volume-Variedade (Rosa et al., 2014)	29
Figura 8 - Procedimentos SLP (Muther, 1978).....	30
Figura 9 - Evolução da manutenção (Achouch et al., 2022)	31
Figura 10 - Tipos de manutenção (Singh et al., 2025).....	32
Figura 11 – Organograma da Serralharia Vieira	39
Figura 12 – Produtos: a) chaminé; b) grelhador	40
Figura 13 – Produtos de diferentes secções: a) Secção A; b) Secção B; c) Secção D; d) Secção E.....	42
Figura 14 – Local de armazenamento: a) produtos acabados; b) produtos acabados de chegar.....	45
Figura 15 – Prateleiras de armazenamento: a) produto acabado; b) matéria-prima	46
Figura 16 – Seleção de parafusos: a) inicialmente; b) pós seleção	47
Figura 17 – Organização por RAL: a) cantos e topos; b) autoperfurantes e rebites	48
Figura 18 – Limpeza do balcão: a) estado inicial; b) estado final	49
Figura 19 – Folha de registo de stock.....	49
Figura 20 – Situação do armazém	50
Figura 21 – Organização de parafusos: a) antes; b) depois	51
Figura 22 – Organização de rebites e autoperfurantes: a) antes; b) depois.....	51
Figura 23 – Organização sprays: a) antes; b) depois	52
Figura 24 – Zona de trabalho antes da intervenção: a) e b) situação inicial.....	53
Figura 25 – Zona de trabalho posterior à intervenção: a) e b) situação final.....	54
Figura 26 – Carrinho de ferramentas: a) e b) antes da intervenção.....	55
Figura 27 – Organização das prateleiras: a) 1ª versão; b) 2ª versão.....	57
Figura 28 - Exemplo da primeira versão da padronização de matérias-primas	59

Figura 29 – Exemplo da última versão da padronização de matérias-primas.....	60
Figura 30 - Primeiro <i>layout</i> criado	61
Figura 31 – Segundo <i>layout</i>	62
Figura 32 – Fluxos de produção da empresa	64
Figura 33 – Códigos de proximidade.....	65
Figura 34 – Tabela de Relações	65
Figura 35 - Representação esquemática das cadeias de proximidade.....	66
Figura 36 – Tabela resumida das receitas	67
Figura 37 – Máquina de dobrar tubos: a) máquina sem qualquer tubo; b) tubo defeituoso; c) tubos desperdiçados em teste	68
Figura 38 – Exemplo do levantamento de matrizes e punções	70
Figura 39 – Organização de ferramentas por máquina.....	73
Figura 40 – Folha de produção secção A atual.....	76
Figura 41 – Folha de produção secção B atual	76
Figura 42 – Complemento às folhas de produção	77
Figura 43 - Tabela de apoio à pesagem das bobines	79
Figura 44 – Esquema/exemplo da biblioteca de remates	81
Figura 45 – Organograma.....	82
Figura 46 - Linha de produção da junta agrafada	84
Figura 47 – Perfiladora com limalhas	84
Figura 48 – Produtos desenvolvidos: a) regulador de altura; b) regulador de escala	85
Figura 49 – Tesoura de beiral MASC.....	85
Figura 50 – Corte realizado pela tesoura	86
Figura 51 – Primeiro protótipo tesoura: a) vista lateral; b) vista frontal.....	86
Figura 52 – Protótipo final da tesoura	87
Figura 53 – Teste de quinagem a 90 graus: a) lado 1; b) lado 2.....	88
Figura 54 – Máquina de Costura.....	89
Figura 55 – Matriz e Punção (1º protótipo)	90
Figura 56 – Ligação elétrica da perfiladora de Boudin	91
Figura 57 – Componente empenado: a) inicialmente; b) corrigido.....	94
Figura 58 – Sensores de regulação de altura da mesa de descarga	95

Figura 59 – Regulador de escala: a) suporte original com regulador; b) novo suporte	97
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CAD	Computer-Aided Design
CEO	Chief Executive Officer
IoT	Internet of Things
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicators
PDCA	Plan-do-Check-Act
SDCA	Standard-do-Check-Act
SLP	Systematic Layout Planning
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Alcançar a eficiência e a melhoria contínua é um dos principais desafios nas organizações industriais ao longo das últimas décadas. Com o aumento da competitividade na indústria, estas precisam de adotar metodologias que as façam ganhar essa competitividade e as sobrepor às outras. Metodologias que ajudem a combater a redução de desperdícios, padronizar processos e materiais e otimizar o fluxo de trabalho. Desta forma, a filosofia *Lean*, serve de apoio à gestão de produção sendo fundamental nesta transformação, tendo como principal objetivo identificar processos, que não acrescentem qualquer valor e eliminá-los (Feld, 2000).

Dentro das várias ferramentas do *Lean*, o 5S destaca-se uma vez que, esta pode e deve ser a ferramenta que consta na base de todas as ferramentas criando um ambiente produtivo, eficiente e seguro melhorando o desempenho organizacional (Omogbai & Salonitis, 2017). Este não apenas melhora o ambiente físico do trabalho, mas também contribui para a mudança da cultura organizacional, incentivando práticas de trabalho mais sistemáticas e disciplinadas.

Outras práticas de gestão da produção, como a padronização de matérias-primas e a definição clara dos fluxos produtivos, desempenham um papel crucial no desempenho das operações. A padronização não apenas facilita o controlo e a previsibilidade do processo, mas também é fundamental para garantir qualidade consistente e promover melhorias incrementais, deve manter-se aberta à melhoria contínua (Falconi, 2014). A gestão de fluxos, seja de materiais, informações ou pessoas, permite a identificação de obstáculos e falhas que possam acontecer e atuar mais facilmente. A produtividade dos sistemas de produção é um elemento essencial para o desempenho global de qualquer organização (Gabriel, 2005).

Nas últimas décadas, a forma como fazemos manutenção tem vindo a mudar bastante. Antes, era comum apenas reagir quando algo avariava ou substituir peças de forma preventiva, seguindo prazos fixos ou com base em simples inspeções visuais. Hoje, graças à tecnologia, já é possível utilizar métodos automatizados que acompanham em tempo real o estado dos equipamentos e até antecipam quando poderão precisar de intervenção (Hashemian & Bean, 2011)

1.2 Objetivos

O presente trabalho explora a aplicação prática dessas ferramentas e metodologias em um ambiente produtivo real. Analisa os impactos da filosofia *Lean* e das suas ferramentas como o 5S, na eficiência operacional, na redução de desperdícios e na melhoria contínua dos processos.

Com o objetivo de implementar uma abordagem prática que permita não apenas a otimização dos fluxos de trabalho, mas também a criação de um ambiente mais estruturado, padronizado e visualmente controlado.

Definir e padronizar os espaços de trabalho, reorganizando os postos de trabalho, assegurando que cada área seja definida de forma clara e funcional, de modo a reduzir movimentos desnecessários e aumentar a produtividade.

Criar uma linha de produção, de forma a dar uma resposta mais rápida ao cliente garantindo a fluidez dos processos e a otimização dos recursos. A organização de armazéns, a reestruturação dos mesmos organizando matérias-primas e produtos acabados, é essencial para reduzir desperdícios de tempo, focando na identificação, um sistema visual de identificação que permita um acesso rápido e eficiente aos materiais armazenados, contribuindo para a redução do tempo de procura e arrumação das prateleiras, assegurando sempre um armazenamento eficiente que facilite a movimentação e localização de itens.

Gerir a produção na fase de pré-processamento e otimizar os fluxos administrativos, melhorando a gestão do pré-processamento, através da padronização e otimização das folhas de produção, garantindo que a informação necessária chegue às linhas de produção de forma clara, completa e precisa, assim como melhorar os fluxos administrativos relacionados com a produção, promovendo uma maior integração e eficiência na comunicação entre os diferentes departamentos da empresa.

Desenvolver produtos, métodos que beneficiem o processo produtivo, tornando cada vez mais rápido e eficaz, de modo a garantir uma rápida resposta ao cliente, promovendo a sua satisfação.

A manutenção deverá ser um fator importante a considerar na empresa de forma a minimizar paragens provocadas por avarias nas máquinas. Minimizar as ações corretivas e intervir antes da sua paragem/avaría.

Assim, no final deste trabalho, espera-se demonstrar os benefícios práticos da aplicação das ferramentas *Lean*, em particular do 5S, no aumento da eficiência operacional, na organização do ambiente de trabalho e na melhoria contínua dos processos de uma empresa industrial. Este estudo pretende também servir de exemplo e orientação para outras empresas que enfrentem desafios semelhantes na sua gestão de produção.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada nesta tese foi desenvolvida de forma a garantir uma aplicação eficaz e estruturada das ferramentas *Lean*, gestão de produção e tarefas de manutenção ao longo de todo o processo produtivo da Serralharia Vieira, Lda.

Num primeiro momento, foi fundamental compreender detalhadamente como funciona o processo global da empresa, desde as etapas administrativas iniciais até à

conceção final do produto. Foram assim, realizadas observações diretas nas áreas produtivas e administrativas. Este levantamento inicial teve como objetivo principal recolher o máximo de informações relevantes que permitissem identificar os pontos críticos e as oportunidades de melhoria.

Seguidamente, foi realizada uma análise criteriosa das ferramentas e metodologias disponíveis, tendo como foco principal a seleção daquelas que melhor se adequassem às necessidades específicas da empresa. Este processo exigiu uma pesquisa aprofundada sobre as ferramentas mais adequadas, com particular atenção do *Lean* e o 5S, complementando com outras metodologias *Lean*, que contribuíssem para a otimização dos fluxos de trabalho e da gestão da produção.

Posteriormente, foram identificados os recursos indispensáveis para a reorganização e sinalização dos espaços de trabalho, a etiquetagem e identificação de prateleiras, a melhoria da arrumação de armazéns, bem como a criação de fluxos visuais e organizacionais mais eficientes. Este levantamento assegurará que, no momento da aplicação, todas as condições estão devidamente preparadas.

A fase de implementação prática das ferramentas, onde a aplicação terá como foco principal a reorganização das áreas de trabalho e a criação de novas linhas de produção, a reestruturação dos armazéns com a correta identificação e etiquetagem das prateleiras, e a padronização das folhas de produção, com vista a uma maior eficiência na fase de pré-processamento. Paralelamente, uma melhoria nos fluxos administrativos relacionados com a gestão da produção, com vista a assegurar uma comunicação mais fluida e eficaz entre os diferentes departamentos.

Adicionalmente, foi considerada a necessidade de desenvolver ferramentas complementares, adaptadas à realidade da empresa, que permitam automatizar ou simplificar tarefas recorrentes, reduzir o tempo de resposta e aumentar a rastreabilidade dos processos. Estas ferramentas, desenvolvidas com base nas necessidades identificadas ao longo da análise inicial, serão integradas de forma progressiva e alinhadas com os objetivos de melhoria contínua.

Paralelamente, foi também dada especial atenção à organização das tarefas de manutenção, principalmente corretiva. Pretende-se criar um plano estruturado que permita reduzir o tempo de inatividade das máquinas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos ao longo do tempo. A implementação de registos de manutenção e a definição de procedimentos claros permitirá uma resposta mais rápida a eventuais falhas, aumentando assim a fiabilidade e a eficiência do processo produtivo.

No final, torna-se fundamental avaliar o impacto da aplicação das ferramentas, medindo os resultados obtidos e comparando-os com os objetivos inicialmente definidos. Esta avaliação permitirá não só validar a eficácia das ações implementadas, como também identificar novas oportunidades de melhoria, promovendo um ciclo contínuo de evolução e aperfeiçoamento.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta tese está organizada em cinco capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Apresentação da Serralharia Vieira, Caso de Estudo na Empresa e Conclusões.

No primeiro capítulo, a Introdução, é feita uma preparação para a tese que será apresentada, incluindo um breve enquadramento do tema, os objetivos a atingir, as metodologias adotadas e a organização dos capítulos.

O segundo capítulo, dedicado à Revisão de Literatura, apresenta uma análise do estado da arte, ou seja, uma revisão bibliográfica detalhada sobre as abordagens relevantes que serão utilizadas na prática, bem como as ferramentas e metodologias aplicáveis ao estudo.

No terceiro capítulo, procede-se à Apresentação da Empresa, onde se descreve a Serralharia Vieira, o contexto em que a dissertação foi desenvolvida, os produtos fabricados, os mecanismos utilizados, as áreas de atuação e algumas das suas principais características.

O quarto capítulo, intitulado Caso de Estudo na Empresa, é o mais extenso, pois nele se detalha todo o desenvolvimento do caso de estudo, abrangendo as aplicações realizadas e projetadas para a Serralharia Vieira.

Por fim, no quinto e último capítulo, são apresentadas as Conclusões, onde se faz uma síntese do trabalho desenvolvido, uma análise crítica dos resultados obtidos e uma proposta para possíveis desenvolvimentos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lean

Segundo Feld (2000), a filosofia *Lean* é uma ferramenta que serve de apoio à gestão de produção. Segundo o mesmo autor, esta filosofia tem como principal objetivo identificar e eliminar processos que não acrescentem qualquer valor, bem como garantir o máximo de informação em todas as etapas da produção e promover a melhoria contínua, através do conceito *Kaizen*. O *Lean* assenta, sobretudo, nos setores mais elementares dos fluxos de processos produtivos ou logísticos (Feld, 2000).

Podemos destacar dois momentos marcantes na evolução desta filosofia, o primeiro ocorreu após a Primeira Guerra Mundial, quando Henry Ford e Alfred Sloan impulsionaram a transição da produção artesanal de automóveis para a produção em massa, o segundo momento surgiu após a Segunda Guerra Mundial, quando, com base nos conceitos de Ford, os japoneses desenvolveram a sua própria indústria automóvel, destacando-se a Toyota como referência (Pucharelli, 2004). Este segundo momento resultou da necessidade de adaptação ao mercado japonês, caracterizado por uma elevada exigência, tanto na variedade de produtos como na redução de custos (Salgueiro, 2015).

O conceito *Lean* está normalmente associado à indústria japonesa, mais propriamente ao *Toyota Production System* (Sistema de Produção da Toyota, TPS) (Womack et al., 1990).

A abordagem *Lean* envolve diversas práticas destinadas a aumentar a eficiência, garantir a qualidade e responder de forma mais ágil às necessidades dos clientes (Goshime et al., 2019). O principal foco da produção *Lean* está na redução de custos e na minimização do tempo e do esforço necessários para a execução dos processos, otimizando simultaneamente os recursos disponíveis (Goshime et al., 2019).

2.1.1 Fontes de desperdício

Nas organizações, foram considerados desperdícios todos os elementos que não acrescentam valor (Womack et al., 1990). De acordo com o mesmo autor, Taiichi Ohno (1912–1990), um executivo da Toyota, identificou sete tipos de desperdício, conhecidos como os “7 Mudras”, onde cada *Muda* representa um tipo de desperdício que pode ser reduzido ou eliminado, com o objetivo de tornar o processo mais eficiente. São eles:

1. Transporte desnecessário – Refere-se ao deslocamento desnecessário de pessoas, materiais e outros itens. Ao organizar melhor o *layout*, é possível encurtar as distâncias percorridas, minimizando o desperdício relacionado ao transporte.

2. Excesso de inventário – Trata-se do acúmulo de materiais em processamento ou de produtos acabados aguardando envio. Esse acumular excessivo gera custos adicionais, aumenta o risco de os produtos tornarem-se obsoletos e dificulta a detecção de falhas no processo produtivo.
3. Movimentação desnecessária – Envolve os deslocamentos internos que poderiam ser evitados. Ao diminuir esses movimentos, promovem-se melhorias nas condições ergonômicas, segurança no trabalho e eficiência operacional.
4. Tempo ocioso – Refere-se ao período em que operações ficam paradas devido a atrasos, indisponibilidade de materiais ou outros problemas, o que afeta negativamente a produtividade.
5. Processamento além do necessário – Representa a execução de etapas adicionais que não agregam valor à tarefa final, gerando desperdício de tempo e recursos.
6. Produção excessiva – Ocorre quando se fabricam mais itens do que o necessário, acarretando custos adicionais de armazenamento e elevando o risco de deterioração e perda de valor dos produtos.
7. Produtos defeituosos – São itens que não atendem às exigências de qualidade e especificações requeridas, necessitando de retrabalho ou descarte. Esses defeitos geram despesas extras, descontentamento dos clientes e interrupções no processo, tornando fundamental o investimento em prevenção por meio de controle de qualidade e aprimoramento contínuo.

Por fim, Womack salienta que “talvez existam ainda mais. Mas, por muitas variedades de muda que possam existir, é difícil contestar, mesmo a partir da observação mais casual do que é feito num dia normal numa organização média, que o *Muda* está em todo o lado” (Womack et al., 1990).

2.1.2 Princípios Lean

O *Lean* pode ser resumido em cinco princípios fundamentais, que permitem a eliminação de desperdícios, o aumento do valor entregue aos clientes, uma melhoria da eficiência e, por fim, a diminuição de custos, quando devidamente implementados numa organização (Womack et al., 1990). Segundo este autor, estes princípios, ilustrados na Figura 1, são:

- Especificação do Valor - A especificação do valor apenas deve ser definida pelo cliente final, deste modo, este valor deve atender a um produto em concreto atendendo as necessidades do cliente, justificando o tempo e o esforço despendido por parte da empresa.
- Cadeia de valor – Os processos devem ser analisados com o objetivo de identificar as etapas que acrescentam valor, eliminando-se todas aquelas que se revelem como desperdício.

- Otimização do fluxo - Criar um fluxo ininterrupto para a execução das tarefas, eliminando pausas e atrasos. A meta é assegurar um processo de trabalho fluído e eficiente, reduzindo ao máximo os custos, o tempo consumido e os movimentos desnecessários.
- Sistema *pull* - Implementar um sistema de produção ajustado à procura do cliente, de forma a produzir apenas o necessário, no momento certo. Assim, evita-se o excesso de stock e reduz-se o desperdício de recursos.
- Perfeição - Promover a melhoria contínua (Kaizen) em todos os processos, focando na eliminação completa de desperdícios, de modo a garantir que todas as atividades ao longo do fluxo de valor contribuam de forma eficaz para a criação de valor.



Figura 1 - Os cinco princípios *Lean* (LeanWay, 2024)

2.1.3 Ferramentas Lean

Ao longo do tempo, a implementação do *Lean* tem sido frequentemente acompanhada da aplicação de diversas ferramentas, cuja utilização se tem revelado eficaz, conduzindo a resultados significativos. São exemplos destas ferramentas o 5S, JIT (*Just in Time*), Jidoka, Heijunka, TPM (*Total Productive Maintenance*), SMED (*Single Minute Exchange of Die*), PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), KPI's (Indicadores chave de Desempenho, Kaizen (Melhoria Contínua) (Leksic et al., 2020).

2.1.3.1 5S

A filosofia 5S (Figura 2), mencionada anteriormente, integra o conjunto de metodologias destinadas a melhorar o desempenho organizacional (Omogbai & Salonitis, 2017). O nome 5S deriva de cinco termos japoneses, todos iniciados pela letra “S”: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que, traduzidos, correspondem a

Utilização, Ordenação, Limpeza, Padronização e Autodisciplina, respetivamente, cada um deles definindo um passo essencial a ser seguido no processo (Omogbai & Salonitis, 2017).



Figura 2 - Metodologia 5S (J. R. Marques, 2024)

Seiri (Utilização): Consiste, essencialmente, na separação e seleção dos elementos necessários e desnecessários para a realização do trabalho, eliminando assim o que não é preciso, de forma a manter na área de trabalho apenas os itens estritamente essenciais para a realização das tarefas (Panjaitan & Yuman, 2023).

Esta eliminação não deve ser encarada apenas como a remoção de materiais, mas também como a eliminação de tarefas desnecessárias, evitando assim esforços superfluos (Campos, 2005).

Seiton (Ordenação) – Cada passagem de senso tem o objetivo de complementar e auxiliar o senso anterior, desta forma o senso ordenação procura um local para cada ferramenta promovendo um bom fluxo quando a sua necessidade de utilização. Um dos procedimentos utilizados é a colocação de etiquetas para uma melhor identificação (Campos, 2005).

Assim, a organização é considerada eficiente quando consegue executar as tarefas necessárias de forma rápida e devolver o produto ao ponto de partida com igual agilidade, reduzindo ao mínimo os atrasos no processo (Panjaitan & Yuman, 2023).

Seiso (Limpeza) – Manter um ambiente de trabalho limpo é essencial, e os trabalhadores devem compreender a relevância deste passo e preservar a organização do seu espaço. Isto pode evitar perdas de materiais e projeta uma imagem mais positiva da empresa (Panjaitan & Yuman, 2023).

Seiketsu (Padronização) – Com a aplicação dos 3 sensos anteriores torna-se necessário criar e manter as boas práticas no local de trabalho, assim devem ser seguidos procedimentos anteriormente estipulados, bem como o cumprimento das regras. Este pode ser considerado o senso da Saúde, uma vez que contribui para um ambiente mais saudável, tanto a nível físico como mental. Uma técnica utilizada nesta fase é o controlo visual, que consiste na colocação de imagens nos postos de trabalho

para exemplificar como o local deve ficar no final de cada tarefa, ou até mesmo para identificar problemas a evitar. Torna-se essencial que os métodos usados sejam facilmente detetados por qualquer colaborador e não só aquele que está frequentemente naquele local (Singh et al., 2014).

Shitsuke (Autodisciplina) – Seguir os procedimentos e padrões é fundamental, procurando sempre a melhoria contínua. A autodisciplina torna-se, assim, um ato de aperfeiçoamento constante para todas as pessoas, promovendo a consciencialização sobre a importância da excelência na organização. Deste modo, a autodisciplina traduz-se em ser criativo, colaborar de forma construtiva dentro da empresa, estabelecer boas relações e comunicar eficazmente com os colegas de trabalho, trabalhar em sintonia e caminhar todos na mesma direção. Implica também proporcionar uma boa formação sobre a implementação do 5S, ser persistente, compreensivo e manter sempre um espírito crítico, com o objetivo de identificar e corrigir erros na aplicação da ferramenta (Farinha, 2018).

De acordo com Farinha (2018), a metodologia 5S oferece uma vasta gama de benefícios às organizações, tais como:

- Redução do tempo perdido na procura de ferramentas, documentos ou objetos, aumentando assim a produtividade;
- Diminuição de despesas operacionais, através do melhor aproveitamento dos recursos e materiais disponíveis;
- Melhoria na qualidade dos produtos e serviços, ao promover a organização e padronização dos processos;
- Redução de acidentes de trabalho, graças a um ambiente mais limpo, organizado e seguro;
- Maior satisfação dos colaboradores com o seu ambiente de trabalho, promovendo o bem-estar e o envolvimento com a organização.

De acordo com Pandit et al. (2022), os benefícios associados à metodologia 5S podem resultar em ganhos de eficiência entre 10% e 30%, com base em diversas implementações realizadas pelo próprio autor. Acrescenta ainda que estes ganhos foram observados em empresas que já declaravam ter implementado o 5S anteriormente.

2.1.3.2 JIT

O sistema *Just in Time* (JIT) é uma abordagem de produção e gestão, inicialmente adotada pela Toyota no Japão, que visa responder à procura do consumidor de forma eficiente, promovendo melhorias e superação de desafios através de uma atuação integrada nas fábricas, nos sistemas e nas pessoas (Sugarindra et al., 2019).

O termo *Just in Time* e outros conceitos semelhantes, como Inventário Zero e Produção sem Stock, popularizaram-se globalmente entre empresas com processos de produção repetitiva (Groenevelt, 1993).

O objetivo do JIT é garantir um fluxo contínuo de produtos, permitindo uma adaptação ágil e flexível às variações da procura. Esta abordagem minimiza os inventários e stocks, focando-se na eliminação de desperdícios, o que resulta no aumento da qualidade e produtividade, além de uma significativa redução dos custos (Singh & Singh, 2015).

O sistema de produção JIT não se limita à eficiência imediata, mas procura otimizar, a longo prazo, toda a cadeia de produção e distribuição (Ezzahra et al., 2018). Esta abordagem integra diversas áreas da organização, como a gestão, o planeamento, a flexibilidade no trabalho, a gestão do inventário, o transporte, a qualidade e a relação com os fornecedores. O JIT aplica-se a todas as etapas do processo produtivo, desde o design do produto, passando pela produção e distribuição, até à venda final, no entanto, a sua implementação deve estar sempre focada na satisfação do cliente (Shi et al., 2013).

2.1.3.3 Jidoka

O termo *Jidoka* tem adotado diferentes significados ao longo do tempo como (Baudin, 2007):

1. Referência à capacidade de parar a linha de produção automaticamente, por intervenção de uma máquina ou de um operador, sempre que surgirem problemas como falhas no equipamento, questões de qualidade ou atrasos no trabalho.
2. Descrição das técnicas que separam a atividade humana dos ciclos das máquinas, permitindo que um operador controle várias máquinas diferentes que operam em sequência, onde a saída de uma máquina alimenta a entrada da próxima.
3. Refere-se a uma estratégia de automatização gradual, que reduz progressivamente o trabalho manual nas operações de produção. Esta abordagem contrasta com a automatização radical frequentemente adotada em projetos nos Estados Unidos e na Europa.
4. Mais recentemente, na Toyota, *Jidoka* passou a abranger a automatização de tarefas pesadas, sujas ou perigosas, que causam fadiga ou lesões por esforço repetitivo ao longo do tempo. O objetivo é garantir que todas as tarefas sejam seguras e adequadas para pessoas de qualquer género e idade, dos 20 aos 60 anos, mantendo níveis constantes de produtividade e qualidade ao longo de todo o turno de trabalho.

De forma geral, *Jidoka* é uma metodologia orientada para a identificação e correção de falhas ao longo do processo produtivo. Inclui mecanismos capazes de detetar anomalias e interromper automaticamente a máquina ou a linha de produção sempre que necessário. Esta abordagem não se limita apenas ao controlo de equipamentos, podendo também ser aplicada a atividades manuais (Åhlström, 2015).

No âmbito do chamado *Human Jidoka*, o mesmo autor destaca que os operadores têm autonomia para interromper o processo sempre que identificam um problema. Este conceito assenta fortemente no controlo visual, permitindo avaliar rapidamente o estado da produção e assegurar o cumprimento rigoroso dos padrões estabelecidos.

2.1.3.4 Heijunka

Hüttmeir et al. (2009) define o *Heijunka* como um método utilizado para programar a linha de produção, promovendo uma distribuição uniforme da produção dos diferentes tipos de produtos ao longo de um determinado intervalo de tempo. A sequência de fabrico é alternada de acordo com a procura de cada produto (Hüttmeir et al., 2009). Desta forma, o *Heijunka* tem como principal objetivo evitar picos e quebras no cronograma de produção, contribuindo para um fluxo de trabalho mais equilibrado e eficiente (Hüttmeir et al., 2009).

Um ótimo exemplo para descrever o *Heijunka* é: considera-se uma linha de produção com 3 produtos para produzir, A, B e C. A empresa recebe um pedido de 500 unidades de A, B e C. A programação por níveis sequenciairia estes produtos de modo a serem executados na progressão A, C, B, C, A, C, B, C, A, C... (Womack et al., 1990).

2.1.3.5 TPM

Com origem no Japão, o *Total Productive Maintenance* (TPM) é um sistema concebido para eliminar perdas e reduzir paragens, assegurando a qualidade e diminuindo os custos operacionais da empresa (Chan et al., 2005). Esta metodologia atribui aos colaboradores a responsabilidade de manter e cuidar dos seus equipamentos de trabalho, promovendo a autonomia e a preservação dos recursos (Jain et al., 2014).

O conceito de manutenção produtiva total é atribuído à Nippondenso, uma empresa que criava peças para a Toyota (Farinha, 2018; Jain et al., 2014). Segundo Farinha (2018), Seiichi Nakajima é considerado o pai do TPM devido às suas inúmeras contribuições para o TPM.

O TPM é um conceito que pode ser retratado ao telhado de uma casa que abrange outra série de conceitos que tem como base a manutenção. Este conceito centra-se em maximizar o equipamento e evitar avarias e atrasos nos processos que esteja inserido (Farinha, 2018).

Com o objetivo de aumentar a produtividade de uma organização através de um investimento racional em manutenção, surgem outros propósitos, tais como: aumentar o volume de produção, elevar o moral dos funcionários e promover a satisfação no trabalho (Farinha, 2018).

De forma a medir a eficiência com que uma unidade produtiva (máquina ou linha de produção) é utilizada recorre-se ao *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Farinha, 2018). O OEE permite reconhecer os fatores que afetam de forma negativa a eficiência de um equipamento de produção. Nas empresas industriais, este indicador

é extremamente importante e costuma ser associado a uma meta de referência: "Empresas de nível mundial alcançam OEE superiores a 85%" (Farinha, 2018).

Tal como referido em cima, o TPM é o telhado de uma casa e desta forma são necessários pilares para o sustentarem. Segundo Farinha (2018), os cinco pilares da TPM centram-se sobretudo em técnicas proativas e preventivas para melhorar a fiabilidade do equipamento, tal como já foi referido anteriormente, e novamente mencionado em seguida (Figura 3):

1. Estabelecimento de objetivos que maximizem a eficiência dos ativos físicos;
2. Estabelecimento de um sistema global de manutenção produtiva que cubra integralmente o ciclo de vida do ativo;
3. Obter o envolvimento de todos os departamentos, tais como planeamento, operações e manutenção;
4. Obter a participação de todos os membros, desde a direção de topo até aos trabalhadores;
5. Reforçar a motivação do pessoal através da criação de pequenos grupos autónomos de manutenção produtiva.

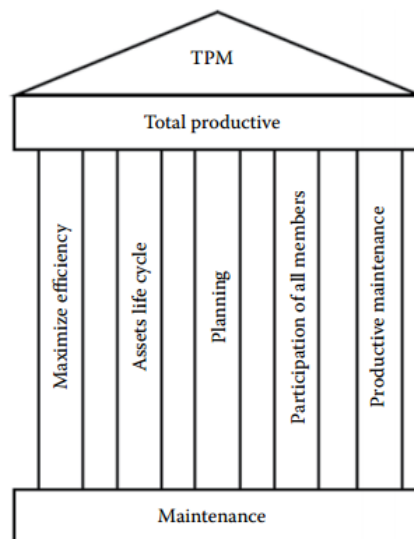


Figura 3 – Os Cinco Pilares do TPM (Farinha, 2018)

Atualmente, são identificados por Brah & Chong (2004) e outros autores, oito pilares do TPM, incluindo 5S, manutenção autónoma, *Kaizen*, manutenção planeada, manutenção da qualidade, educação e formação, saúde e segurança e melhoria focalizada (Figura 4).

- **5S** - Implementação do 5S através das mudanças mencionadas anteriormente;
- **Manutenção autónoma** - Os operadores, realizam a manutenção preventiva, limpam, mantêm as condições e identificam anomalias;

- **Kaizen** - Através da melhoria contínua;
- **Manutenção planejada** - Consiste na criação de uma equipa de manutenção altamente qualificada que realiza inspeções regulares de acordo com um plano de manutenção programada. São realizadas reuniões e manutenção preventiva de forma constante, e utiliza-se softwares para analisar a fiabilidade e a eficiência dos equipamentos. Os operadores reportam regularmente as condições das máquinas e as avarias, registando também as falhas e paragens das máquinas;
- **Manutenção de qualidade** - As equipas multifuncionais são especializadas tanto em manutenção quanto em qualidade, avaliando regularmente o desempenho das máquinas;
- **Educação e formação** - Formar os operadores em princípios da manutenção e sensibilizar a realizarem tarefas de manutenção;
- **Saúde e segurança** - Envolve o uso de equipamentos de proteção individual e vestuário adequado, bem como o acesso a recursos destinados a garantir a saúde e a segurança dos colaboradores. Inclui também a sinalização de segurança, a disponibilização de manuais de procedimentos, saídas de emergência devidamente identificadas, e o acesso a seguros de saúde;
- **Melhoria focalizada** - Compromisso da gestão com a melhoria da manutenção. Analisar os dados para reduzir custos e perdas e adotar tecnologias avançadas em manutenção e fiabilidade (Al-Refaie et al., 2022).

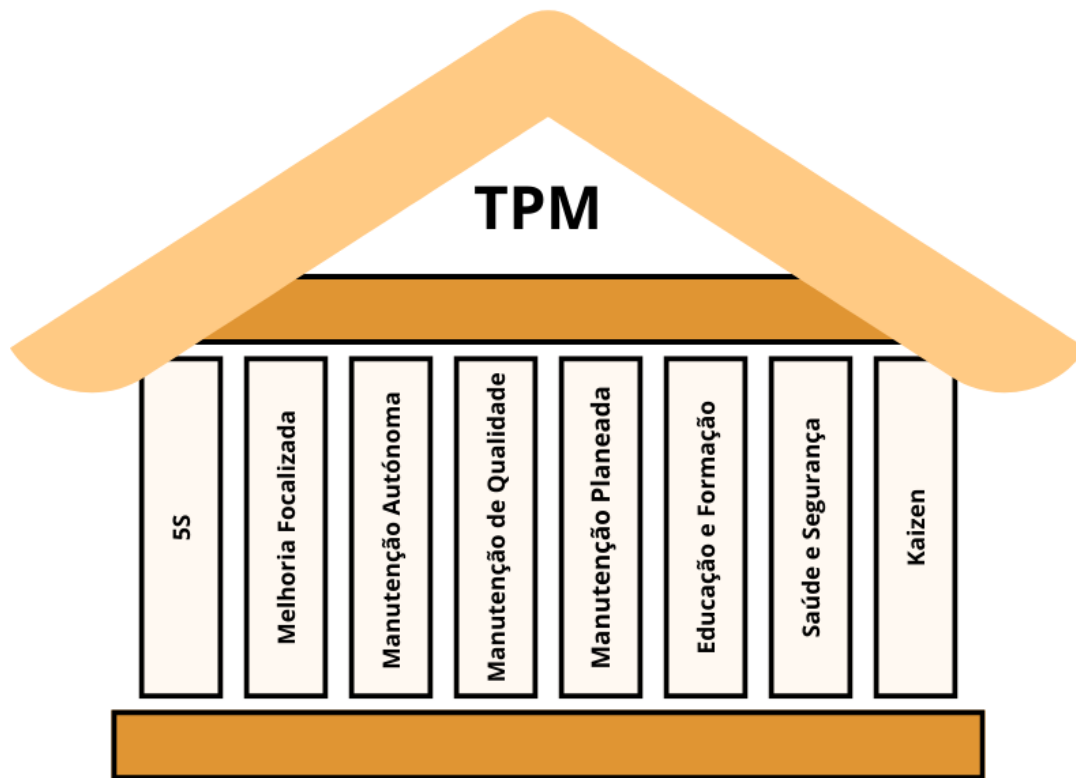


Figura 4 – Os Oito Pilares do TPM (Autor)

2.1.3.6 SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*), desenvolvido por Shigeo Shingo após a Segunda Guerra Mundial, tem como objetivo principal a introdução de flexibilidade nos processos, reduzindo desperdícios referentes ao processo produtivo, através da redução dos tempos não produtivos de cada máquina, sendo designada, assim, por tempo despendido na troca de ferramenta (Feld, 2000).

A descoberta do SMED permitiu a capacidade de produzir uma variedade considerável de automóveis em volumes comparativamente baixos a um custo competitivo, o que colocava a Toyota no topo da produção de carros com qualidade (Goshime et al., 2019).

Este método traz vários benefícios como (Farinha, 2018):

- Flexibilidade nas respostas aos clientes;
- Custos menos elevados devido ao excesso de inventário;
- Entrega a tempo e horas;
- Aumento da capacidade de produção;
- Aumentar a capacidade do equipamento;

- Redução de defeitos.

A aplicação do SMED pode ser realizada em três etapas: a primeira consiste na separação das atividades internas e externas, analisando cada operação básica do processo; a segunda passa por transformar atividades internas em externas; e a terceira visa simplificar todos os aspetos das operações de configuração. As duas últimas etapas são geralmente tratadas como um conjunto (Sugarindra et al., 2019).

Por último, esta ferramenta traz inúmeros benefícios, sendo um excelente exemplo disso os *pit stops* na Fórmula 1, que impulsionam a competição entre as várias equipas ao exigir tempos cada vez mais reduzidos nas boxes (Che Ani & Shafei, 2013).

2.1.3.7 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) trata-se de um método para análise e melhoria. É uma ferramenta fundamental na filosofia *Lean* pois permite a implementação de melhorias contínuas, eliminando os desperdícios e promovendo a eficiência e a otimização (Farinha, 2018). Este foi criado por Walter Shewhart em meados da década de 1920 e difundido por Deming mundialmente (Farinha, 2018).

A sigla PDCA, significa (Salgueiro, 2015):

- **Plan (planear)** – é essencial definir os objetivos e os processos necessários para alcançar os resultados esperados, bem como identificar possíveis obstáculos que possam comprometer a concretização das metas. O propósito é desenvolver um plano de ação eficaz que permita resolver os problemas identificados;
- **Do (desempenhar)** – o plano é colocado em prática, o processo é executado, o produto é produzido e os dados relevantes são recolhidos para serem analisados na etapa seguinte;
- **Check (conferir)** – Após a implementação do plano, torna-se fundamental avaliar os resultados alcançados e compará-los com os resultados esperados, a fim de verificar se os objetivos foram cumpridos;
- **Act (actuar)** – Com base na análise dos resultados obtidos, é essencial tomar medidas corretivas ou de melhoria, ajustando o plano executado, se necessário. Este processo visa melhorar continuamente os processos, após a comparação entre os resultados reais e os previstos.

Salgueiro (2015) refere que refere ainda que o ciclo de melhoria contínua PDCA pode ser adaptado para gerar o ciclo da uniformização, e neste caso o “P” (Plan) dará lugar ao “S” (Standardização), criando assim o ciclo SDCA. De salientar que de pouco vale o ciclo PDCA sem o apoio do ciclo SDCA. Só através da uniformização de procedimentos e de práticas (ciclo SDCA), é possível criar um “terreno firme” para que o próximo degrau da melhoria seja alcançado (Salgueiro, 2015).

2.1.3.8 Kaizen

Kaizen é um termo de origem japonesa que significa "melhoria contínua". Esta filosofia empresarial foca-se na melhoria constante das práticas de trabalho, da eficiência individual e de outros aspetos organizacionais (Imai, 2012).

Imai (2012) refere que o conceito de *Kaizen* não se limita ao ambiente profissional, pressupõe uma atitude contínua de aperfeiçoamento em todos os aspetos da vida. De tal forma está enraizado na cultura japonesa onde muitos cidadãos o praticam de forma natural, sem sequer se aperceberem.

Uma das grandes vantagens da aplicação do *Kaizen* é a sua abordagem de baixo risco. As mudanças são introduzidas de forma gradual, permitindo aos gestores recuar facilmente para uma fase anterior, caso os resultados não sejam os desejados, sem custos significativos (Imai, 2012).

Sendo uma filosofia abrangente, o *Kaizen* funciona como um “guarda-chuva” que integra diversas técnicas de melhoria, com o objetivo de potenciar os seus benefícios (Farinha, 2018). Caracteriza-se por:

- Envolver todos os colaboradores na identificação de oportunidades de melhoria;
- Tirar partido da inteligência coletiva durante a execução das tarefas;
- Aplicar técnicas simples e acessíveis;
- Intervir de forma eficaz na resolução de problemas;
- Gerir adequadamente os processos;
- Trabalhar continuamente na construção da qualidade com vista à satisfação do cliente (Farinha, 2018).

2.2 Gestão de produção

A produtividade dos sistemas de produção é um elemento essencial para o desempenho global de qualquer organização (Gabriel, 2005). Esta produtividade está intrinsecamente ligada à eficiência no design do produto, na conceção e operação dos processos produtivos, bem como na qualidade dos equipamentos utilizados (Gabriel, 2005).

Num mercado cada vez mais dinâmico e competitivo, os sistemas de produção têm-se tornado progressivamente mais complexos, exigindo uma gestão mais eficaz e adaptativa (Obermaier, 2019). Segundo Salgueiro (2015), “a gestão da produção ou gestão de operações define-se como a função administrativa responsável pela produção de bens e serviços”. O mesmo autor refere que esta atividade atinge todos os setores de uma organização. O seu modo de operar ocorre através da utilização de funções básicas da gestão (Planear, Organizar, Comandar, Controlar e

Coordenar), com o objetivo de elaborar, com êxito, todas as atividades inerentes à empresa (Salgueiro, 2015).

A produção, em uma organização, tem a função de se responsabilizar por dar resposta e satisfazer quaisquer que sejam as solicitações dos consumidores através da produção e entrega de produtos e serviços (Slack et al., 2002). Desta forma, segundo Salgueiro (2015), a função da produção engloba (Salgueiro, 2015):

- **Definir uma estratégia de produção:** consiste em encontrar formas eficazes de organizar o processo produtivo, garantindo o atendimento da procura e assegurando a competitividade da organização;
- **Otimização de produtos e serviços;**
- **Sistemas de produção:** é fundamental selecionar o local mais adequado para a instalação do espaço físico e definir os fluxos de trabalho que promovam a máxima eficiência operacional;
- **Produção e os tipos:** a produção artesanal tem vindo a cair em desuso devido à sua baixa rentabilidade. Já a produção em massa revela-se altamente rentável, embora apresente desvantagens, como níveis elevados de desperdício. Por sua vez, a produção magra assenta em metodologias como o *Lean*, procurando eliminar desperdícios e aumentar a eficiência;
- **Ergonomia:** é cada vez mais importante avaliar a interação no local de trabalho, nomeadamente a relação entre o ser humano e a máquina, de forma a garantir conforto, segurança e eficiência nas operações;
- **Tempo:** é importante recorrer a ferramentas que contribuam para a melhoria da produtividade, como, por exemplo, a análise de tempos e métodos;
- **Planeamento da produção:** para garantir que os prazos são cumpridos e as capacidades são reconhecidas é necessário o planeamento de forma estratégica e racional;
- **Planeamento e controlo de projetos:** importa garantir o acompanhamento adequado das atividades e o alinhamento com os objetivos operacionais.

A gestão da produção, portanto, é uma função estratégica que contribui diretamente para a eficiência organizacional e para a competitividade no mercado. A sua correta implementação depende de uma abordagem sistémica, alinhada com os princípios da melhoria contínua e da inovação tecnológica.

2.2.1 Tipos de produção

A estruturação do processo de produção envolve a escolha da melhor forma de organizar os recursos produtivos, podendo estes ser organizados em torno dos processos ou dos produtos (Gabriel, 2005). Máquinas e equipamentos semelhantes

são agrupados para atender a vários produtos ou os recursos são dedicados exclusivamente à produção de um produto específico (Gabriel, 2005).

Marques (1998) reconhece a existência de vários modelos intermédios, mas foca-se apenas em dois tipos de produção extremos: a contínua e a descontínua. Por outro lado, Dilworth (1992) acrescenta um novo tipo de produção face às duas apresentadas acima, a produção por lotes.

Krajewski et al. (2016), apresentam uma classificação mais detalhada, segundo a qual as empresas dispõem de quatro principais escolhas de processo, que se situam num contínuo entre a personalização elevada e a produção em massa (Figura 5). Estas são:

- **Processo por Encomenda**

Oferece elevada flexibilidade para produzir uma grande variedade de produtos únicos, com volumes baixos e forte personalização. Cada produto é tratado como um projeto individual (Krajewski et al., 2016).

- **Processo em Lotes**

É o mais utilizado na prática. Permite produzir maiores volumes com alguma repetição, mantendo certa flexibilidade. Os produtos são fabricados em lotes e o equipamento é reajustado entre lotes. É adequado para componentes padrão ou equipamentos de capital (Krajewski et al., 2016).

- **Processo em Linha**

Ideal para produtos padronizados e de grande volume, como automóveis ou eletrodomésticos. As tarefas são repetitivas, com pouca variação, e os recursos são organizados por produto. O fluxo é sequencial e contínuo, com baixos níveis de inventário entre etapas (Krajewski et al., 2016).

- **Processo de Fluxo Contínuo**

Representa o extremo da produção padronizada em muito grande escala. O material (líquido, gás ou pó) flui continuamente através do processo, sem interrupções, até que o lote esteja concluído. Exemplos incluem refinarias de petróleo, produção de papel e de refrigerantes (Krajewski et al., 2016).

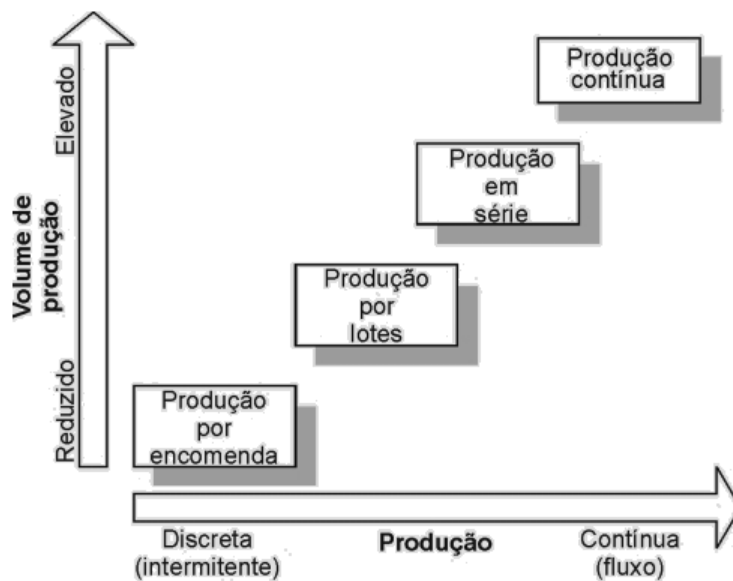


Figura 5 - Tipos de Produção (Seabra, 2021)

2.2.2 Fluxos

O planeamento e o controlo são essenciais para assegurar um fluxo de produção eficiente e ininterrupto, minimizando desperdícios e garantindo o cumprimento dos prazos. O planeamento consiste em organizar o fluxo contínuo e eficiente de recursos, garantindo que os objetivos sejam alcançados. O controlo, por sua vez, envolve monitorizar o desempenho da operação face aos padrões definidos. Se o desempenho não corresponder ao esperado, é necessário ajustar os inputs, os processos ou os outputs, completando assim o ciclo de controlo (Rowbotham et al., 2007).

Para apoiar o planeamento e a análise do fluxo de trabalho, são usados fluxogramas de produção para representar graficamente o processo. Para além disso, esses diagramas são utilizados para ilustrar o processo global de fabrico de um determinado produto ou o processo específico de produção de um artigo encomendado (Vještica et al., 2021).

O fluxo de produção contínuo consiste numa sequência linear das operações necessárias à fabricação do produto ou à prestação do serviço. O produto encontra-se devidamente padronizado, o que significa que a realização de cada operação e a execução do trabalho devem seguir uma sequência previamente estabelecida. As tarefas individuais devem ser cuidadosamente planeadas e articuladas, de forma a evitar que uma etapa cause atrasos na seguinte (Benichou & Malhiet, 1991).

2.2.3 Estrutura organizacional – organograma

A estrutura organizacional refere-se à forma como uma empresa está organizada, reunindo funções e cargos por áreas de especialização e definindo as relações de

trabalho e de subordinação essenciais ao seu funcionamento (Cao & Zhang, 2015). Esta desempenha um papel fundamental no sucesso de uma organização, sendo um requisito essencial para qualquer tipo de entidade empresarial (Dahlan et al., 2021).

Para além de ser um requisito essencial, a ausência de uma estrutura organizacional bem definida pode dificultar aos colaboradores saberem a quem recorrer para esclarecer determinadas questões. Além disso, para que a estrutura organizacional funcione de forma eficaz, deve-se considerar as operações, a infraestrutura e os aspetos tecnológicos associados às suas funções (Peyman et al., 2011).

Esta estrutura assenta em seis elementos fundamentais: funções, posições, autoridade dos gestores, departamentos, níveis hierárquicos e relações organizacionais (Buta & Burciu, 2014).

Segundo Rieley & Clarkson (2001), a estrutura organizacional “inclui políticas e procedimentos explícitos e implícitos que os funcionários seguem ao conduzir suas atividades comerciais do dia-a-dia”.

Wang & Yang (2007) demonstraram que a gestão de recursos humanos e a estrutura organizacional influenciam de forma significativa o desempenho das organizações, afetando tanto a eficácia dos processos internos como os resultados financeiros, ainda que com diferentes níveis de impacto.

O organograma é um tipo de gráfico que mostra como estão organizados os diferentes setores, departamentos e cargos de uma empresa, bem como a forma como comunicam entre si e a sua relação hierárquica dentro de uma organização (Junior, 2011).

De acordo com Rummler & Brache (2013), o organograma cumpre duas funções principais:

- Evidenciar o agrupamento de pessoas com vista à eficiência operacional e ao desenvolvimento dos recursos humanos;
- Representar as relações de subordinação existentes na organização.

Neste sentido, o organograma (Figura 6), constitui um instrumento administrativo valioso, que contribui para a conveniência e clareza na gestão organizacional (Rummler & Brache, 2013).

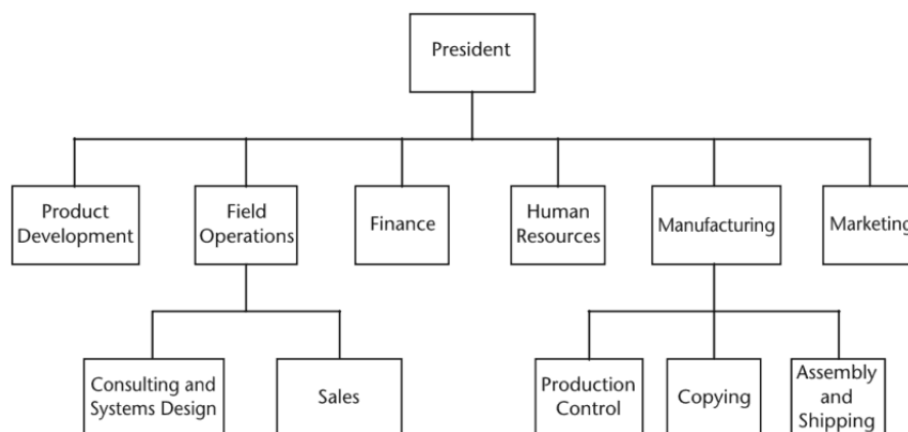


Figura 6 - Exemplo de organograma tradicional (Rummler & Brache, 2013)

2.2.4 Padronização de nomes

A padronização é um processo natural e essencial para o progresso humano, estando presente desde os tempos mais remotos. Nas comunidades primitivas, práticas que demonstravam melhores resultados, como o uso de redes na pesca, eram espontaneamente adotadas, o que levava à criação de padrões. Este fenômeno mostra que a padronização não resulta de uma imposição, mas de uma escolha lógica baseada na eficácia. O seu objetivo é alcançar melhores resultados e, por isso, deve manter-se aberta à melhoria contínua (Falconi, 2014).

O mesmo autor explica ainda, que com o aumento da complexidade das sociedades e das organizações, tornou-se necessário registrar formalmente os métodos padronizados e formar os colaboradores de forma estruturada, garantindo qualidade, eficiência, segurança e cumprimento de prazos nas empresas.

No contexto organizacional, Yang et al. (2019) refere que a padronização também se aplica à forma como se codifica e nomeia equipamentos, defeitos e componentes. O uso de regras claras revelou-se essencial para melhorar a qualidade dos dados, facilitar a rastreabilidade e otimizar os processos de análise e decisão. A sua implementação deve incluir um guia de referência com os códigos e respetivos significados, bem como ações de sensibilização para garantir a adesão de todos os envolvidos.

Entre os principais benefícios da padronização de nomenclatura, destacam-se (Yang et al., 2019):

- Melhoria na comunicação interna entre departamentos e colaboradores;
- Redução de erros na identificação, separação e utilização de materiais;
- Eficiência nos processos de registo e consulta em sistemas informatizados;
- Facilidade na integração com tecnologias automatizadas, como sistemas de rastreamento, inventário e inteligência artificial;

- Agilidade na formação de novos colaboradores, com regras claras e objetivas de identificação.

2.2.5 Layouts

O *layout* de um sistema produtivo refere-se à maneira como os equipamentos, as áreas de armazenamento, áreas de produção, os corredores de circulação e outros elementos estão organizados no espaço da empresa (Hitomi, 2017). Um *layout* adequadamente projetado de uma instalação contribui para reduzir o tempo de produção e melhorar o desempenho, o que se traduz num aumento da produtividade e da eficiência global da fábrica (El-Baz, 2004).

A conceção do *layout* de uma empresa é, geralmente, realizada de forma empírica, através da escolha das alternativas disponíveis, procurando cumprir determinados critérios. Os principais objetivos deste planeamento incluem (Francis et al., 1992):

- Redução do tempo total de produção;
- Diminuição dos custos globais de produção;
- Minimização do tempo e dos custos associados à movimentação de materiais;
- Limitação da variedade de equipamentos utilizados na movimentação de materiais;
- Redução do investimento necessário em equipamentos;
- Aproveitamento eficiente do espaço existente;
- Garantia de flexibilidade na disposição e operação das atividades.

A forma como os elementos de produção estão organizados depende, tradicionalmente, da relação entre a quantidade produzida (Q) e o número de produtos diferentes (P). Conhecida como análise P-Q ou análise volume-variedade. É possível escolher uma das opções de organização mais comuns (Hitomi, 2017):

- organização por tipo de processo ou função;
- organização por produto (como numa linha de montagem ou linha de produção);
- organização em células, com base no conceito da antiga "tecnologia de grupo".

Este termo "tecnologia de grupo" era muito usado nos anos 1980, mas caiu em desuso. Atualmente, utiliza-se apenas o termo "células" (Hitomi, 2017).

Na Figura 7, é apresentada uma matriz que relaciona o tipo de *layout* de produção com dois fatores principais, variedade de produtos e volume de produção. O objetivo é mostrar como diferentes *layouts* se adequam melhor conforme se altera a natureza da produção.

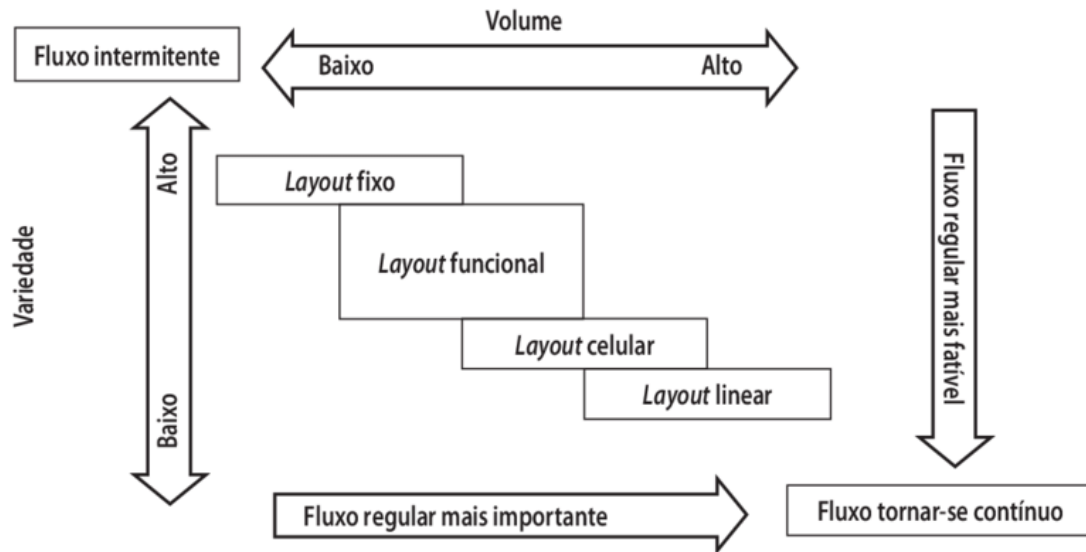


Figura 7 - Matriz Volume-Variedade (Rosa et al., 2014)

Independentemente da forma como os processos são agrupados dentro da organização, muitos deles atravessam os limites dos departamentos. Esses fluxos entre departamentos podem ser de informação, serviços ou produtos. As estruturas de processo que originam mais fluxos entre departamentos, como nos casos de processos por encomenda ou em lotes, representam os maiores desafios ao nível do *layout* (Krajewski et al., 2016).

Um dos desafios no design do *layout* de máquinas consiste em colocar cada máquina no local certo dentro do arranjo definido, de forma a otimizar um critério de desempenho específico. Neste caso, o critério é minimizar o custo de movimentação dos materiais. Este problema é considerado muito difícil de resolver. A dificuldade aumenta muito rapidamente à medida que o número de locais possíveis para as máquinas cresce (El-Baz, 2004).

2.2.6 Systematic Layout Planning (SLP)

A disposição do *layout* da planta é uma das estratégias mais eficazes para reduzir os custos de manutenção e, simultaneamente, melhorar a produtividade. Além disso, contribui para um fluxo de trabalho mais eficiente ao longo da linha de produção (Khariwal et al., 2021).

Neste contexto, Muther (1978), desenvolveu o SLP (*Systematic Layout Planning*), uma metodologia abrangente destinada ao projeto e reprojeito de *layouts*, sendo especialmente útil em configurações funcionais. Apesar de se tratar de um método desenvolvido há várias décadas, o SLP continua a ter uma ampla aplicabilidade nos sistemas de produção modernos. Além disso, permanece como uma referência importante tanto para o planeamento de instalações produtivas como para investigações na área.

Segundo Muther & Hales (2015), o *Systematic Layout Planning* é “uma forma organizada de realizar o planeamento de *layout*. Consiste em um quadro de fases, um padrão de procedimentos e um conjunto de convenções para identificar, classificar e visualizar os elementos e áreas envolvidas no planeamento de um *layout*”.

A metodologia SLP (Figura 8) estrutura-se em quatro fases principais, cada uma refletindo um nível de detalhe progressivo na conceção do arranjo físico da produção (Muther, 1978):

- **Fase I – Localização:** Nesta etapa, define-se a área geográfica onde serão implantadas as novas instalações, servindo de base para o planeamento do *layout*;
- **Fase II – Arranjo físico geral:** Corresponde à organização global das diferentes áreas funcionais. É nesta fase que se determinam os fluxos de materiais e as inter-relações entre áreas, resultando na criação do denominado arranjo de blocos (*block layout*);
- **Fase III – Arranjo físico detalhado:** Nesta fase, estabelece-se a disposição relativa de máquinas, equipamentos e demais elementos da infraestrutura física necessária ao processo produtivo;
- **Fase IV – Implementação:** Trata-se da fase em que se executa o que foi previamente planeado. Envolve a deslocação e instalação de máquinas, equipamentos e recursos, concretizando a operação do novo *layout*.

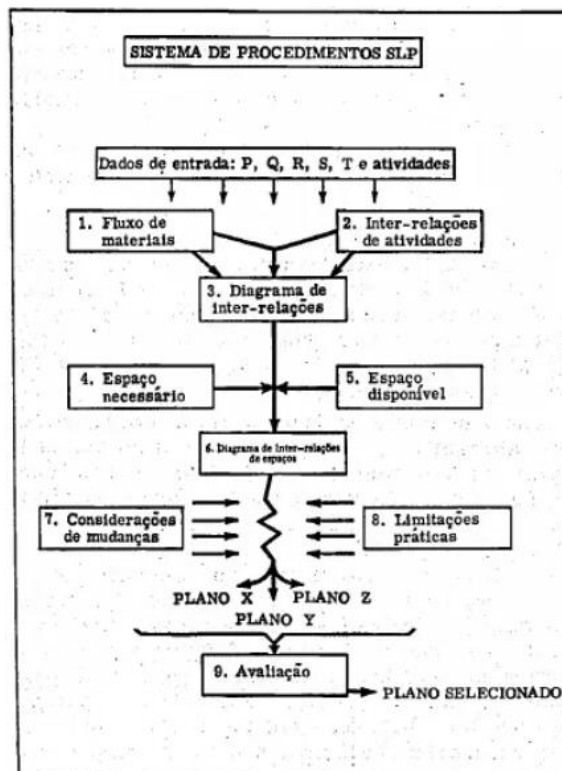


Figura 8 - Procedimentos SLP (Muther, 1978)

Contudo, nem sempre o método tradicional de Planeamento Sistemático de *Layout* (SLP) é o mais adequado ao contexto específico em que se pretende aplicar. Por essa razão, Micheli et al. (2021), adaptou o SLP ao contexto das cooperativas sociais, com a intenção de, posteriormente, ser estendido a outras empresas que empregam pessoas com deficiência. Esta aplicação permitirá avaliar se a metodologia se encontra suficientemente completa ou se necessita de ajustes adicionais. O principal objetivo desta versão adaptada do SLP é transformar uma cooperativa social numa entidade mais competitiva. A disseminação desta metodologia por outras cooperativas poderá reforçar esse processo de transformação e melhoria.

2.3 Manutenção

Este tópico apresenta uma descrição sintética da evolução da manutenção (Figura 9), do seu conceito e da sua gestão ao longo do tempo.

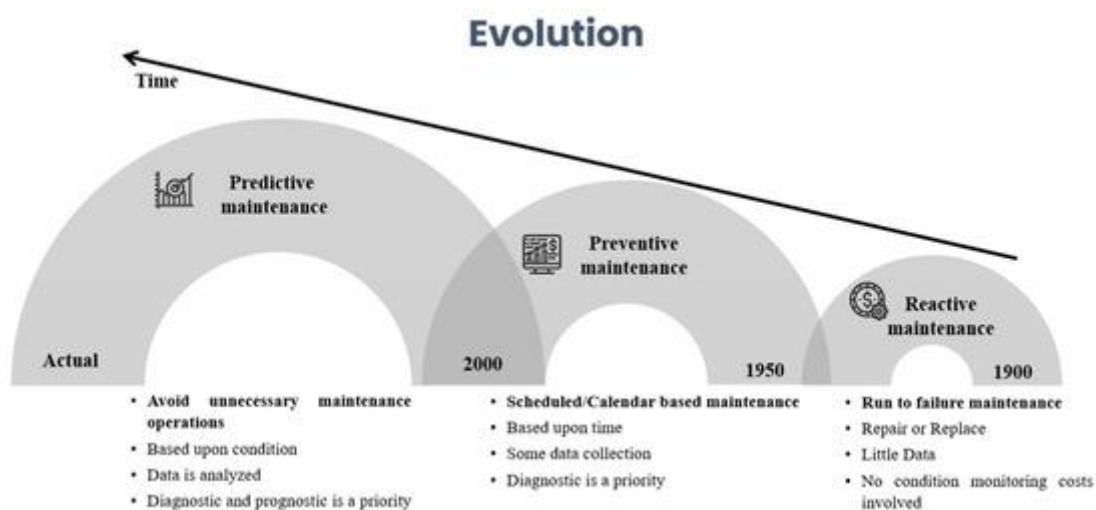


Figura 9 - Evolução da manutenção (Achouch et al., 2022)

Para que um equipamento desempenhe adequadamente a função para a qual foi projetado, é essencial garantir a realização de intervenções que corrijam eventuais falhas funcionais ou, idealmente, as evitem, assegurando assim o desempenho desejado e uma elevada produtividade. Estas intervenções englobam inspeções e calibrações periódicas, bem como reparações (Ferreira, 2013).

Nas últimas décadas, a manutenção industrial passou por uma transformação significativa, deixando de se restringir a intervenções reativas ou substituições preventivas baseadas em intervalos fixos ou inspeções visuais. Atualmente, adota-se uma abordagem mais proativa, com o recurso a métodos automatizados capazes de monitorizar continuamente o estado e o comportamento futuro dos ativos, antecipando falhas e otimizando a gestão dos recursos físicos (Hashemian & Bean, 2011b).

A NP EN 13306:2021, define a manutenção como “a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, com o

objetivo de mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função para a qual foi projetado” (IPQ, 2021).

Segundo Farinha (2018), a manutenção pode ser dividida em manutenção não planeada e manutenção planeada (Figura 10). Esta última subdivide-se em manutenção sistemática/programada e manutenção condicionada.

Atualmente, estão disponíveis diversas políticas de manutenção, que vão desde a manutenção corretiva tradicional até abordagens mais avançadas, como a manutenção baseada na condição ou a manutenção preditiva (Scott et al., 2022).

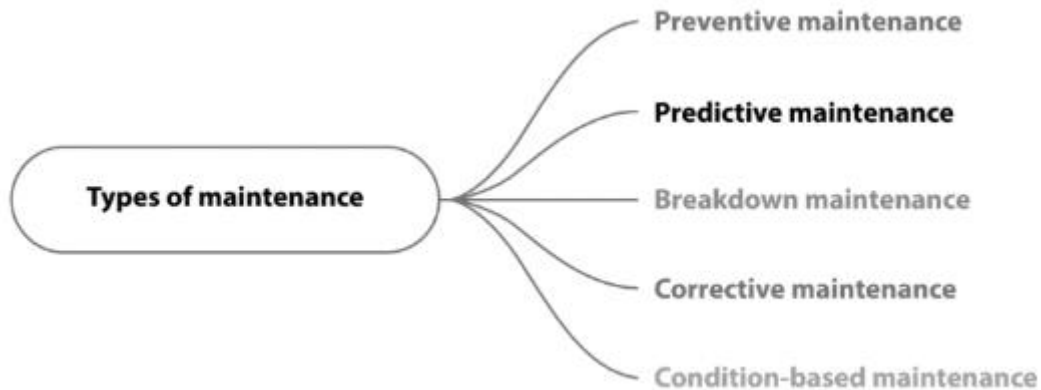


Figura 10 - Tipos de manutenção (Singh et al., 2025)

Neste contexto, foram desenvolvidos numerosos métodos e técnicas para monitorizar e inspecionar ativos, analisar dados e prever a vida útil dos equipamentos, permitindo uma gestão mais eficiente e proativa dos mesmos (Ton et al., 2020).

No âmbito deste contexto, a terminologia incluída na norma NP EN 13306 define os tipos e estratégias de manutenção da seguinte forma (Farinha, 2018):

- **Manutenção preventiva:**

Intervenções realizadas antes de ocorrerem falhas, com base em intervalos de tempo ou critérios específicos, com o objetivo de reduzir o risco de avarias ou perdas de desempenho do equipamento.

- **Manutenção programada:**

Tipo de manutenção preventiva realizada de acordo com um calendário fixo ou após um determinado número de utilizações do equipamento.

- **Manutenção sistemática:**

Variante da manutenção preventiva feita em intervalos regulares ou após um certo uso, mas sem avaliar previamente o estado real do equipamento.

- **Manutenção baseada na monitorização da condição:**

Envolve a observação contínua ou periódica do funcionamento e de parâmetros importantes do ativo para identificar sinais de desgaste ou falhas iminentes, permitindo planejar intervenções antes que ocorram falhas.

- **Manutenção preditiva:**

Tipo de manutenção condicionada que utiliza a análise de dados e a previsão da degradação do equipamento para determinar o momento mais adequado para intervir, evitando falhas.

- **Manutenção corretiva:**

Realizada após a deteção de uma falha, com o objetivo de repor o equipamento em condições de funcionamento normal.

- **Manutenção remota:**

Realizada sem a necessidade de presença física junto ao equipamento, recorrendo a tecnologias à distância.

- **Manutenção adiada:**

Tipo de manutenção corretiva cuja execução é postergada após a deteção da avaria, com base em critérios definidos ou prioridade de intervenção.

- **Manutenção urgente:**

Intervenção corretiva executada imediatamente após a deteção de uma falha, para evitar consequências graves ou interrupções críticas.

- **Manutenção em funcionamento:**

Consiste em realizar operações de manutenção enquanto o equipamento continua em serviço.

- **Manutenção no local:**

Intervenções realizadas no próprio local onde o equipamento está instalado e em funcionamento.

- **Manutenção pelo operador:**

Pequenas ações de manutenção executadas diretamente pelo utilizador ou operador do equipamento, como lubrificações ou limpezas regulares.

Com a chegada da Indústria 4.0, a manutenção tornou-se mais inteligente e integrada, permitindo uma tomada de decisão mais ágil e fundamentada. A capacidade de emitir alertas automáticos e gerar mensagens de diagnóstico em tempo real reduz significativamente a dependência da monitorização manual (Jena et al., 2024).

2.3.1 Princípios da manutenção

Os pilares fundamentais de um sistema eficaz de manutenção têm como finalidade assegurar a disponibilidade dos ativos, reduzir falhas e maximizar o valor ao longo do ciclo de vida dos equipamentos. Estes princípios visam garantir que os recursos estejam operacionais sempre que necessários, cumprindo os requisitos funcionais e operacionais definidos (Singh et al., 2025).

Singh et al. (2025) identifica os seguintes domínios como fundamentais para a sustentação desta abordagem:

- Gestão de Dados de Planeamento e Manutenção;
- Supervisão;
- Gestão da Manutenção;
- Suporte de Engenharia;
- Controlo de Qualidade;
- Treino.

2.3.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva consiste num conjunto de ações orientadas para evitar falhas, reduzir o risco de avarias e minimizar tanto a frequência como a duração das paragens não programadas. Este tipo de manutenção contribui para prolongar a vida útil dos equipamentos, intervindo no sistema antes que ocorra qualquer falha (Levitt, 2003). Está comprovado que as práticas de manutenção preventiva reduzem os custos de manutenção em muitos setores (Simard et al., 2023).

Neste tipo de manutenção, os componentes são substituídos ou restaurados, independentemente da sua condição aparente, de acordo com um plano de manutenção pré-determinado (Simard et al., 2023).

Em sistemas mecânicos, a forma de manutenção predominantemente empregada é a manutenção preditiva (Kimera & Nangolo, 2019).

2.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva, também conhecida como monitorização online, manutenção condicionada ou baseada no risco, tem uma longa trajetória histórica. Começou com simples inspeções visuais, ainda muito utilizadas, e evoluiu para métodos automatizados que aplicam tecnologias avançadas, como redes neuronais, lógica difusa e modelos baseados em dados e física (Hashemian & Bean, 2011b).

Quando um equipamento começa a apresentar sinais de falha, é possível identificá-los com uma boa observação ou, atualmente, com sensores que assumem esse papel,

funcionando como olhos, ouvidos e narizes eletrônicos. A utilização desses sensores em conjunto com técnicas modernas de manutenção preditiva permite detetar falhas antecipadamente, evitar substituições desnecessárias, reduzir custos e aumentar a segurança, a disponibilidade e a eficiência dos sistemas (Hashemian & Bean, 2011)

A adoção da manutenção preditiva no contexto industrial, apesar de ser praticamente inevitável, continua a enfrentar diversos desafios que dificultam a sua aplicação e a sua generalização como abordagem inteligente de manutenção. Embora já existam algoritmos disponíveis para esse fim, as empresas que ambicionam tirar partido da Indústria 4.0 continuam a ter de abdicar das oportunidades oferecidas pela manutenção preditiva devido aos elevados investimentos exigidos em instrumentação, software e *know-how* especializado (Achouch et al., 2022).

As principais ferramentas tecnológicas aplicadas na manutenção preditiva são (Achouch et al., 2022):

- Sistemas Ciber-Físicos;
- *Internet of Things* (IoT);
- *Big Data*;
- *Digital Twin*;
- Realidade Aumentada;
- Inteligência Artificial;
- *Machine Learning*;

2.3.4 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva, também chamada de reparação (ou restauração), pode envolver uma ou várias das seguintes etapas: deteção (ou reconhecimento), localização da avaria (ou isolamento), correção (como desmontar, remover, substituir, montar novamente e ajustar) e verificação do funcionamento. Esta é realizada após a deteção de uma falha, com o objetivo de restaurar o equipamento a um estado previamente definido (Birolini, 2014).

(Ferreiro et al., 2016) justifica que em novos equipamentos, nos quais ainda não se conhecem padrões de falhas, pode ser necessário recorrer à manutenção corretiva em determinados componentes, até que se disponha de um histórico suficiente que justifique a adoção de manutenção preventiva. Este tipo de manutenção deve ser aplicado preferencialmente a equipamentos cuja indisponibilidade tenha impacto reduzido na produção e cujo custo anual estimado com reparações e falhas seja considerado aceitável.

A implementação da manutenção corretiva poderá trazer diversos benefícios para a empresa, nomeadamente a redução da necessidade de intervenções de emergência, a diminuição de perdas significativas devido a tempos de paragem, o aumento da

disponibilidade da instalação e a obtenção de melhores resultados (Ariani et al., 2020).

2.4 Gestão de ativos

A ISO 55000:2014 define a gestão de ativos como uma “atividade coordenada de uma organização para extrair valor dos ativos” (International Organization for Standardization, 2014).

As organizações para as quais a gestão de ativos físicos assume um papel crucial incluem todas aquelas que dependem de infraestruturas, equipamentos, edifícios, estradas e pontes, bem como dos setores dos serviços públicos, transportes, exploração e refinação de petróleo e gás, mineração e processamento mineral, indústria química, manufatura, distribuição, aviação e defesa (Pais et al., 2020).

A gestão de ativos destaca a importância de considerar todo o ciclo de vida dos ativos. Esta abordagem representa uma evolução face à prática tradicional, onde as fases de conceção, operação e manutenção eram geridas separadamente. A gestão de ativos de engenharia é um campo interdisciplinar que integra áreas como o custo do ciclo de vida, a manutenção e fiabilidade, a avaliação de riscos e a gestão da mudança (Pais et al., 2020).

A gestão de ativos consiste em equilibrar custos, oportunidades e riscos com os objetivos pretendidos, assegurando o desempenho dos ativos de forma alinhada com as metas da organização. Esta prática permite a utilização de abordagens analíticas para gerir os ativos ao longo das várias fases do seu ciclo de vida. Trata-se, simultaneamente, de uma arte e de uma ciência que visa apoiar a tomada de decisões acertadas, maximizando o valor gerado. Embora um dos objetivos mais comuns seja reduzir o custo total de vida dos ativos, outros fatores críticos, como o risco ou a continuidade do negócio, podem também ser considerados de forma objetiva no processo de decisão (Pais et al., 2019).

A ISO 55000:2024 representa uma evolução nos conceitos e diretrizes de gestão de ativos, refletindo as transformações ocorridas nos contextos organizacionais, tecnológicos e ambientais nos últimos anos. A nova versão atualiza definições importantes, como “valor”, “dados” e “conhecimento”, e passa a enfatizar a obtenção de resultados concretos por meio da gestão de ativos. Além disso, introduz o conceito de alinhamento horizontal e vertical, promovendo a integração entre decisões técnicas, operacionais e financeiras com os objetivos estratégicos da organização (International Organization for Standardization, 2024).

Segundo, Trindade et al. (2019), a Gestão de Ativos Físicos é uma disciplina multidisciplinar que envolve processos multifuncionais, pessoas e tecnologias, contribuindo para o desempenho eficiente das organizações. Além disso, desempenha um papel fundamental na gestão do ciclo de vida completo dos ativos

(LCA), promovendo tanto a sua performance económica como física (Maletič et al., 2023).

Para determinar o valor dos ativos ao longo do seu ciclo de vida torna-se essencial dispor de informação sobre as diversas fases por que passam. Identificar essas fases desde o momento em que a organização decide proceder à aquisição do ativo até à sua renovação ou desativação. É introduzido o conceito de investimento ao longo do ciclo de vida (LCI), o qual surge como uma evolução do tradicional custo do ciclo de vida (LCC), representando uma mudança de paradigma: o custo deixa de ser encarado apenas como uma perda (Farinha, 2011).

A norma ISO 55001:2014 – Sistema de Gestão de Ativos, define os requisitos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente o sistema de gestão de ativos de uma organização (Zangmo & Phuntshok, 2024). A norma ISO 55002:2018 fornece diretrizes para a aplicação de um sistema de gestão de ativos, em conformidade com os requisitos estabelecidos na ISO 55001. É aplicável a todos os tipos de ativos e a organizações de qualquer dimensão ou setor. Embora seja especialmente direcionada à gestão de ativos físicos, pode também ser adaptada a outros tipos de ativos. A norma não fornece orientações financeiras, contabilísticas ou técnicas específicas, mas inclui informações sobre a relação entre as funções de gestão financeira e não financeira dos ativos (International Organization for Standardization, 2018).

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 1977, a Serralharia Vieira, Lda., pequena empresa de metalomecânica (CAE 25120) com um volume de negócios de 2.136.000,00 euros, sediada em Torno, Lousada, está atualmente na sua 2ª geração de gestão familiar. Desde o início, tem-se destacado pela dedicação à excelência e pela capacidade de inovação no setor.

Especializada no corte e quinagem de chapa, a empresa oferece uma vasta gama de produtos e soluções personalizadas, que a posicionam como uma referência dentro do mercado. Com uma equipa jovem e dinâmica com 23 efetivos, alia experiência e modernidade para responder às necessidades específicas dos seus clientes.

Dispõe de uma ampla gama de equipamentos de corte e quinagem com tecnologia CNC, que garantem elevada precisão e eficiência na execução dos trabalhos, permitindo à empresa manter elevados padrões de qualidade e competitividade.

Os seus principais clientes incluem latoaria, funilaria e serralharias, que reconhecem a empresa como um parceiro de confiança pela sua capacidade de produzir soluções à medida, adaptadas a projetos únicos e exigentes.

Embora a sua atividade se concentre maioritariamente no mercado nacional, a empresa também realiza algumas exportações para mercados internacionais, demonstrando a sua capacidade de adaptação e crescimento além-fronteiras.

Com uma sede única localizada em Torno, Lousada, a Serralharia Vieira, Lda. tem como missão consolidar-se como um parceiro estratégico no setor metalomecânico, contribuindo para o desenvolvimento de produtos e soluções inovadoras que acompanhem as tendências do mercado.

Mantendo-se fiel aos valores transmitidos ao longo de gerações, a empresa continua a crescer de forma sustentada, investindo na modernização tecnológica e num atendimento personalizado que a distingue no setor.

Na Figura 11 é possível observar o organograma desenvolvido durante o período de estágio com a parte estrutural da empresa, não estando incluído os cargos.

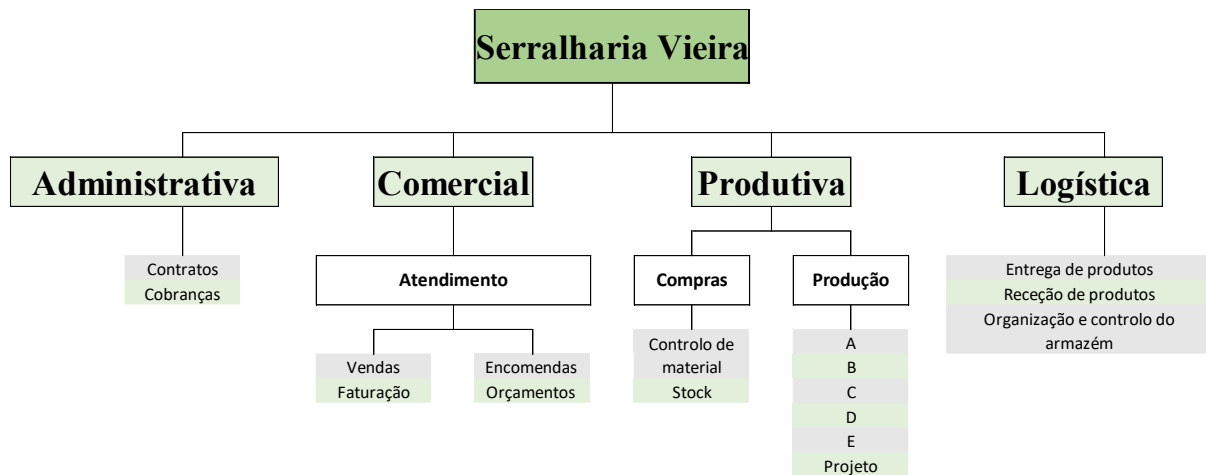


Figura 11 – Organograma da Serralharia Vieira

3.1 Materiais

A Serralharia Vieira destaca-se pela vasta gama de produtos que fabrica e comercializa, oferecendo soluções de alta qualidade para diversas necessidades na área da serralharia e metalomecânica. Com uma aposta na versatilidade e no atendimento personalizado, a empresa produz tanto peças padronizadas como projetos por medida, de acordo com as especificações do cliente.

Produtos Fabricados:

A Serralharia Vieira possui uma linha de produção diversificada, incluindo:

- Rufos
- Caleiros interiores e exteriores
- Remates
- Caleiros de beirada
- Calhas Omega
- Perfis personalizados
- Condutores retangulares e redondos
- Capitéis e capacetes
- Chaminés e tubos de chaminé (Figura 12, a)
- Portas metálicas
- Grelhadores (Figura 12, b)



a)



b)

Figura 12 – Produtos: a) chaminé; b) grelhador

Além disso, a empresa realiza trabalhos por medida, oferecendo soluções sob encomenda para projetos específicos que exijam peças com características únicas.

Produtos Comercializados:

Além da produção interna, a Serralharia Vieira complementa a sua oferta com a venda de uma ampla variedade de acessórios e ferramentas indispensáveis ao trabalho com metais.

Acessórios para condutores redondos e retangulares, como:

- Saídas
- Topos
- Cantos
- Abraçadeiras curvas
- Joelhos
- Presilhas
- Suportes para caleiros
- Saídas de água
- Juntas de membrana

Ferramentas, incluindo:

- Martelos
- Tesouras de batente
- Alicates
- Brocas

- Discos de corte

Materiais de fixação e vedação, como:

- Parafusos
- Rebites
- Tapits
- Sprays de tintas
- Colas e vedantes
- Silicone
- Solda

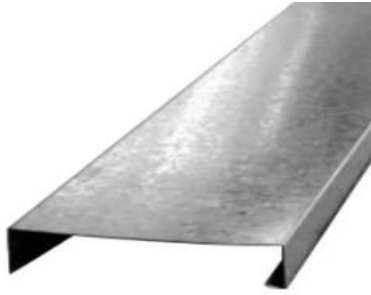
Com esta ampla gama de produtos e serviços, a Serralharia Vieira posiciona-se como um parceiro de confiança para profissionais da metalomecânica quanto para clientes particulares que procuram soluções personalizadas. A dedicação à qualidade, aliada à capacidade de produzir por medida, permite à empresa responder eficazmente às mais diversas exigências do mercado.

3.2 Secções da empresa

Neste momento, a empresa divide a sua produção em cinco grandes secções, designadas de A a E:

- **Secção A:** Dedicada ao corte e quinagem de chapas até 2 mm de espessura. Aqui são processadas todas as peças com espessura dentro deste limite, desde que o processo se enquadre nas capacidades da secção.
- **Secção B:** Também dedicada ao corte e quinagem, mas neste caso para chapas com espessuras até 25 mm.
- **Secção C:** Esta secção refere-se a serviços externos. Embora a maior parte dos produtos seja produzida internamente, determinados produtos, por exigirem competências especializadas, são encomendados a outras empresas para simplificar e agilizar o processo.
- **Secção D:** Focada na serralharia, esta secção abrange a construção e montagem de armários metálicos, realização de processos de soldadura e outras tarefas relacionadas.
- **Secção E:** Dedicada à perfilagem, onde se produzem peças como caleiros, entre outros componentes.

Na figura abaixo é possível observar alguns exemplos de produtos, fabricados nas diferentes secções.



a)



b)



c)



d)

Figura 13 – Produtos de diferentes secções: a) Secção A; b) Secção B; c) Secção D;
d) Secção E

4 CASO DE ESTUDO NA SERRALHARIA VIEIRA

Nas secções abaixo está descrito todo o trabalho desenvolvido ao longo do estágio na empresa Serralharia Vieira. Realizou-se um levantamento detalhado dos processos operacionais e softwares utilizados. Com base nessa análise, foram identificados diversos problemas estruturais e operacionais, como falhas na comunicação entre setores, ausência de padronização e limitações no planeamento e controlo da produção.

Deste modo, propôs-se uma série de melhorias organizacionais, com destaque para a aplicação de ferramentas da filosofia Lean, tendo em vista a redução de desperdícios, melhoria contínua e maior fluidez nos processos. Além disso, foram também exploradas oportunidades de aperfeiçoamento na gestão da manutenção, com o objetivo de aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir paragens não planeadas.

4.1 Processo pré-produção

No processo de pré-produção, ou seja, na área administrativa, foram identificados e analisados diversos problemas relacionados com o fluxo de trabalho existente. Este fluxo revelou precário comprometendo a eficiência e eficácia, tanto na resposta ao cliente (ao nível de orçamentos e encomendas) como na gestão interna de processos.

Atualmente, o escritório conta com cinco operadores fixos. Quatro deles são responsáveis pela parte de desenho técnico, enquanto o quinto se dedica à receção de clientes, faturação e gestão de encomendas. Esta divisão de tarefas tem resultado numa sobrecarga de trabalho para algumas pessoas, enquanto outras ficam mais libertas.

O fluxo de trabalho atual começa na receção de clientes, que centraliza um elevado número de tarefas: encomendas, pedidos de orçamentos, levantamento de mercadorias, emissão de faturas, guias de transporte, entre outras. Este volume de responsabilidades recai inteiramente sobre uma única pessoa. No caso de uma encomenda ou pedido de orçamento, os processos seguem para os desenhadores, que dividem o trabalho por secções. Estes criam o desenho CAD (*Computer Aided Design*) do produto e registam a ordem de trabalho no software, no caso das encomendas. Para os orçamentos, os documentos com a informação do produto são devolvidos à receção, onde é elaborado o orçamento e o cliente é posteriormente contactado.

Os documentos com o CAD destinados à produção são arquivados e distribuídos por secções específicas. Posteriormente, são organizados e entregues ao responsável de cada secção para dar início à produção. No final do processo produtivo, as folhas de informação do trabalho deveriam ser devolvidas à receção, para que se atualize o estado da ordem de trabalho no software e se proceda ao contacto com o cliente.

Contudo, este processo nem sempre ocorre de forma linear. Muitas vezes, as folhas não são devolvidas atempadamente após a finalização do trabalho, resultando numa falta de informação disponível na receção quando o cliente procura atualizações ou vem levantar a mercadoria. Este problema cria atrasos e lacunas na comunicação, afetando negativamente a experiência do cliente e a fluidez do fluxo de trabalho.

Adicionalmente, o armazenamento das peças produzidas apresenta outro desafio significativo. Não existe qualquer sistema de registo ou identificação das prateleiras, dificultando a localização dos produtos armazenados. Esta ausência de organização faz com que seja necessário procurar manualmente as peças quando o cliente as solicita, aumentando o tempo de resposta e gerando ineficiências tanto para os funcionários como para os clientes que aguardam o levantamento das encomendas.

4.2 Softwares da empresa

A serralharia utiliza atualmente dois softwares, sendo que um deles ainda se encontra em fase de desenvolvimento e está incompleto. Este software baseia-se num modelo de gestão e está organizado em secções como máquinas, funcionários, faturas pendentes e ordens de trabalho, ou seja, uma base de dados. Apesar de as secções e máquinas já terem alguns dados inseridos, estes encontram-se ainda incompletos, sendo que a funcionalidade mais utilizada atualmente é a das ordens de trabalho.

Nas ordens de trabalho, é possível registar informações como o cliente, a data de receção, notas, obra, secção, material, descrição, estado e prioridade. Além disso, permite também anexar documentos importantes relacionados com o produto. Embora o software ainda esteja em desenvolvimento, algumas alterações básicas poderiam ser implementadas para melhorar o seu uso, como a criação de um padrão para a nomenclatura dos materiais. Atualmente, diferentes pessoas criam ordens de trabalho e utilizam nomes distintos para os mesmos materiais, o que pode gerar inconsistências.

O segundo software, o SAGE, é utilizado principalmente para a faturação dos produtos. Este programa também oferece a funcionalidade de gestão de stock, algo que poderia ser mais explorado para beneficiar o controlo e organização do armazém. A integração entre os dois softwares no futuro seria uma solução interessante para centralizar as operações e aumentar a eficiência.

4.3 Problemas identificados

4.3.1 Receção do material

Sempre que é feita uma encomenda, a sua chegada à empresa enfrenta diversos problemas devido à falta de organização e processos definidos. Não existe um local específico para a descarga dos materiais, nem há registo de quem os receciona, do tipo de material que chegou ou de onde será armazenado. Muitas vezes, as caixas

permanecem fechadas durante vários dias antes que alguém se aperceba da chegada da encomenda, Figura 14.

Esta ausência de controlo causa falhas significativas tanto na gestão do stock como na comunicação com o cliente. No caso de encomendas destinadas à revenda, o cliente não é notificado da sua disponibilidade, o que pode levar a atrasos e comprometer o nível de serviço prestado.

Em vários casos as encomendas rececionadas são misturas com encomendas prontas a entregar ao cliente. Implementar um sistema organizado para a receção, registo e armazenamento é essencial para resolver estas questões e melhorar a eficiência do processo.



a)



b)

Figura 14 – Local de armazenamento: a) produtos acabados; b) produtos acabados de chegar

4.3.2 Gestão de stock

A gestão de stock nem sempre é registada. Ou seja, se neste momento eu perguntar a algum funcionário, além do gerente, sobre a disponibilidade de uma peça específica, não saberão informar se a têm ou onde se encontra. Será, portanto, necessário realizar um levantamento completo de todos os materiais com os quais a empresa trabalha, sejam comprados ou produzidos internamente.

4.3.3 Identificação de prateleiras

Muitas das prateleiras não estão identificadas, tanto no armazenamento de matéria-prima como no de produtos acabados como podemos ver na Figura 15. Sempre que há necessidade de colocar uma nova bobina em processamento, torna-se mais difícil localizá-la. O mesmo acontece com o material pronto para entrega: é colocado em prateleiras vazias, mas sem qualquer identificação. Dessa forma, também se torna complicado identificar o local correto para a colocação do material.



a)



b)

Figura 15 – Prateleiras de armazenamento: a) produto acabado; b) matéria-prima

4.4 Organização e aplicação de ferramentas Lean

4.4.1 Limpeza, organização de espaços – 5S

A aplicação de ferramentas *Lean* na empresa teve como foco principal a melhoria da organização dos espaços, a eliminação de desperdícios e o aumento da eficiência operacional. Uma das metodologias selecionadas foi o 5S, que visa estruturar os ambientes de trabalho de forma sistemática e sustentável. Seguem-se os casos de aplicação desta ferramenta em diferentes áreas da empresa.

4.4.1.1 Pequeno armazém

Na empresa, existe um armazém de menor dimensão que também desempenha a função de ponto de venda ao público. Por este motivo, além de ser bem organizado, é essencial que os produtos estejam expostos de forma visível e atrativa para os clientes. Nesse sentido, têm sido desenvolvidas diversas ações neste setor, desde a instalação de novas prateleiras até à separação e reorganização de materiais de pequenas dimensões, como parafusos. Um dos principais focos tem sido a eliminação de produtos descontinuados, que apenas ocupam espaço e dificultam a eficiência do armazém.

A aplicação da metodologia 5S neste armazém de menores dimensões revela-se essencial para o seu bom funcionamento.

O processo iniciou-se com a aplicação do primeiro senso, *Seiri* (Senso de Utilização), identificando-se os materiais que efetivamente faziam sentido permanecer neste espaço. Tratando-se de um armazém destinado a pequenos materiais com venda direta ao público, destacaram-se artigos como silicones, parafusos, topos, cantos, suportes, entre outros, devido à sua elevada rotatividade. Paralelamente, foram removidos materiais obsoletos ou descontinuados, cuja venda é rara ou inexistente.

Alguns materiais, como parafusos, embora mais úteis no processo produtivo, foram também alocados a este armazém, uma vez que há clientes que os adquirem diretamente, a sua seleção pode ser observada na Figura 16. De momento, e tendo em conta que a empresa se encontra em fase de reformulação dos *layouts* de trabalho, este armazém constitui a localização mais adequada para o seu armazenamento.



a)



b)

Figura 16 – Seleção de parafusos: a) inicialmente; b) pós seleção

Seguiu-se o segundo senso, *Seiton* (Senso de Organização). Nesta fase, procurou-se definir locais apropriados para cada ferramenta ou material, promovendo um fluxo de trabalho eficiente aquando da sua utilização. A organização foi estruturada com base em critérios funcionais e visuais, tendo-se optado por agrupar os materiais pelo código do sistema que atribui códigos numéricos únicos a cores específicas, RAL. Por exemplo, para o RAL 6009, todos os autoperfurantes e rebites (de 3 e 4 mm) foram colocados no mesmo local, em recipientes sobrepostos. Os topos e cantos correspondentes a esse RAL encontram-se igualmente concentrados numa zona específica.

Na figura 17, a disposição visual é clara:

- Cada coluna representa um RAL diferente;
- Linha 1: topos 270 (direitos e esquerdos);
- Linha 2: topos 325 (direitos e esquerdos);
- Linha 3: cantos 270/325 (internos e externos, devidamente separados);
- Linha 4: stock adicional dos materiais acima.

(considera-se uma linha, o espaço correspondente a cada prateleira, assumindo linha 1 a que se encontra mais acima)



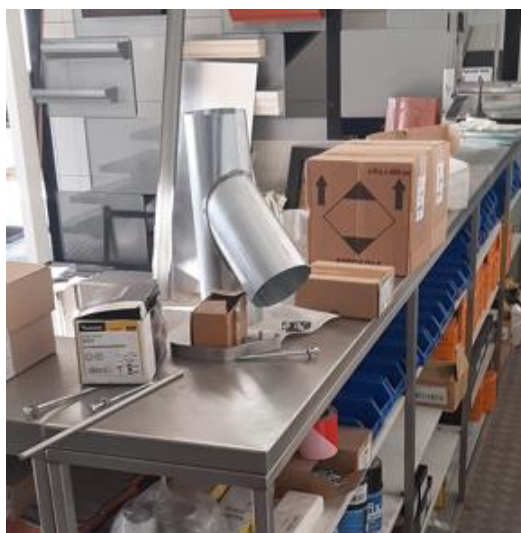
a)



b)

Figura 17 – Organização por RAL: a) cantos e topos; b) autoperfurantes e rebites

O terceiro senso, *Seiso* (Senso de Limpeza), tem como objetivo manter um ambiente limpo e organizado, contribuindo não apenas para a segurança e acessibilidade dos materiais, mas também para a criação de um espaço visualmente apelativo, tanto para os colaboradores como para os clientes. A evolução é notória na Figura 18.



a)



b)

Figura 18 – Limpeza do balcão: a) estado inicial; b) estado final

Passando aos dois últimos sentidos: *Seiketsu* (Padronização) e *Shitsuke* (Autodisciplina), é importante questionar se estes foram plenamente alcançados.

No que diz respeito à padronização, foram implementados alguns critérios que facilitaram a gestão de stock. Um exemplo disso é a criação de uma folha de registo para anotar a movimentação de determinados materiais, permitindo monitorizar a sua rotatividade e reposição. Parte dessa tabela pode ser observada na Figura 19, estando a versão completa disponível no Anexo A.

Registo de Stock (Cantos e Topos)

Para assegurar um maior controlo das entradas e saídas de peças no armazém, solicita-se que sempre que uma peça de cantos e topos entre ou saia, seja registada com os seguintes valores: +1, +2 ... ou -1, -2 ...

RAL	270				325			
	TOPOS		CANTOS		TOPOS		CANTOS	
	D	E	I	E	D	E	I	E
7016								
9006								
7011								
Telha 2001								
Castanho Escuro								
Bordô								

Figura 19 – Folha de registo de stock

Contudo, a autodisciplina, provavelmente o senso mais difícil de implementar, não depende de uma única pessoa, mas sim do comportamento coletivo de todos os utilizadores do espaço. Após alguns dias, e sob a falta de supervisão deste armazém, foi feita uma nova visita ao armazém e, conforme ilustrado na Figura 20, este

encontrava-se novamente desorganizado: os materiais rececionados eram deixados nas caixas e não colocados nos seus devidos locais.



Figura 20 – Situação do armazém

Este pequeno exemplo permite retirar diversas conclusões:

- A dificuldade dos operadores em manter a autodisciplina, refletindo resistência à mudança de hábitos;
- A ausência de um organograma funcional claro, com tarefas e responsabilidades bem definidas;
- O excesso de trabalho, que leva os colaboradores a relegarem a organização do espaço para segundo plano.

Ainda que este trabalho possa parecer, à primeira vista, uma perda de tempo, na realidade representa um ganho. Uma estrutura bem organizada permitirá, a médio e longo prazo, reduzir significativamente o tempo gasto na procura de materiais e contribuir para um ambiente de trabalho mais produtivo e eficiente.

Nas figuras abaixo pode-se, ainda, verificar algum do trabalho desenvolvido neste pequeno armazém.



a)



b)

Figura 21 – Organização de parafusos: a) antes; b) depois



a)



b)

Figura 22 – Organização de rebites e autoperfurantes: a) antes; b) depois



a)



b)

Figura 23 – Organização sprays: a) antes; b) depois

4.4.1.2 Zona de trabalho projetada para pequenos trabalhos de montagem

A aplicação da metodologia 5S não se limita ao pequeno armazém, sendo extensível a toda a empresa. No entanto, dado que se trata de uma organização com dimensões consideráveis, uma transformação total e imediata revela-se pouco viável. Assim, optou-se por implementar o 5S de forma faseada, intervindo gradualmente em diferentes zonas de trabalho.

A área da intervenção que será destacada seguidamente é uma zona com uma mesa de trabalho para pequenos trabalhos manuais como montagem de chaminés, capiteis entre outros produtos, Figura 24. Conta ainda com uma prateleira que alocava, peças de clientes para moldes, materiais para isolar material, material de lixo (peças aleatórias de intervenções feitas anteriormente na empresa), stock de materiais diversos e ainda um carrinho de ferramentas completamente desorganizado.



a)



b)

Figura 24 – Zona de trabalho antes da intervenção: a) e b) situação inicial

Procedeu-se assim à aplicação do 5S nesta zona.

Fase 1 – Foram retirados os materiais que eram apenas lixo como: moldes de clientes com vários anos, material não necessário foi retirado e selecionado para locais destinados ao seu uso;

Fase 2 – Organizou-se a área de forma a melhorar o fluxo e o acesso dos funcionários, foram selecionadas e completadas caixas de ferramentas de forma a estarem acessíveis à utilização;

Fase 3 – Limpou-se todo o espaço como: prateleiras, óleos derramados, gorduras das ferramentas, peças em deterioração;

Fase 4 – Finalmente, na fase da padronização, identificou-se devidamente os locais para poderem ser perceptíveis por todos de forma simples;

Na Figura 25, pode-se observar a fase final da aplicação da ferramenta 5S.



a)



b)

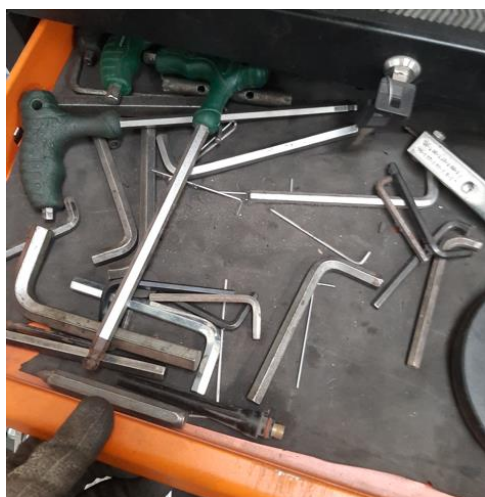
Figura 25 – Zona de trabalho posterior à intervenção: a) e b) situação final

4.4.1.3 Caixa de ferramentas

As ferramentas de trabalho (alicates, chaves...) desempenham um papel fundamental numa empresa com as características da Serralharia Vieira Lda. Contudo, é comum verificar-se que, sempre que é necessário utilizar uma determinada ferramenta, não se sabe exatamente onde esta se encontra. Na serralharia, essa realidade não é exceção.

Na empresa, existe um carrinho de ferramentas partilhado por todos os colaboradores, especialmente utilizado em intervenções em máquinas e tarefas de manutenção. No entanto, este carrinho apresentava vários problemas como: desorganização generalizada, ausência de certas ferramentas essenciais e, por outro lado, excesso de outras, Figura 26.

O excesso referia-se, por exemplo, a conjuntos de chaves comprados em duplicado ou triplicado, muitos dos quais incompletos, dificultando a utilização eficiente dos mesmos.



a)



b)

Figura 26 – Carrinho de ferramentas: a) e b) antes da intervenção

Para resolver esta situação, foi realizada uma intervenção específica neste carrinho de ferramentas. A ação iniciou-se com a separação das ferramentas por tipo (por exemplo: chaves, alicates, chaves de fendas, etc.). Dentro de cada tipo, foram organizados conjuntos completos, prontos para uso imediato. As ferramentas danificadas ou em mau estado foram descartadas, e com as peças excedentes em bom estado foram criados conjuntos de reserva, de modo a garantir a substituição rápida em caso de avaria ou perda.

Este procedimento foi replicado para vários tipos de ferramentas, garantindo uniformidade e eficiência no processo.

Assim, obteve-se um carrinho de ferramentas praticamente completo, organizado e funcional, pronto a ser utilizado por qualquer colaborador sempre que necessário, contribuindo para a melhoria das intervenções e para a redução do tempo perdido na procura de materiais.

4.4.2 Identificação e organização das prateleiras das chapas

A identificação de prateleiras na empresa apresenta-se como um verdadeiro desafio devido à enorme variedade de materiais armazenados. Além das diferentes espessuras, é necessário lidar com uma ampla gama de larguras que variam conforme o tipo de utilização prevista, bem como distinguir claramente entre chapas e bobinas. Esta diversidade exige um sistema de identificação preciso e eficaz que permita uma rápida localização e acesso aos materiais.

No que diz respeito à organização das chapas, apesar de ser uma tarefa particularmente desafiante, foi definido um local específico para a sua armazenagem, garantindo maior controlo e acessibilidade. Anteriormente, a empresa dispunha de estantes com comprimentos de 3 e 4 metros. Recentemente, foi realizada uma

atualização significativa, que incluiu a adição de uma nova estante de 3 metros, bem como a modificação de uma estante de 3 metros, que foi ampliada para 4 metros. Salientar que, ao referir "estante", trata-se de um bloco de prateleiras com capacidade para acomodar grandes volumes de materiais, o que contribuiu para uma melhor otimização do espaço disponível no armazém.

Atualmente, contamos com 37 prateleiras de 3 metros, estrategicamente posicionadas junto à área de corte para facilitar o acesso aos materiais mais utilizados, e 14 prateleiras destinadas ao armazenamento de materiais menos usuais. No caso das prateleiras de 4 metros, dispomos de cerca de 35 unidades, distribuídas de forma a maximizar a capacidade de armazenamento e garantir uma gestão eficiente do espaço disponível.

A distribuição das chapas pelas respetivas prateleiras foi um processo exigente e criterioso, devido a diversos fatores que precisaram de ser considerados. Para o mesmo tipo de material, existem chapas de diferentes comprimentos, 3 e 4 metros, e nem sempre é possível mantê-las todas juntas no mesmo bloco de prateleiras, o que torna a organização mais complexa. Além disso, há uma variedade de chapas que, devido às suas dimensões fora do padrão, devem ser armazenadas nas prateleiras inferiores para garantir estabilidade e segurança. Outro aspeto importante foi a distribuição das chapas de acordo com a espessura: as chapas mais finas foram colocadas nas prateleiras inferiores, de modo a facilitar a sua retirada manual, minimizando a necessidade de utilização do empilhador.

A forma ideal de organizar todas as chapas passaria por uniformizar o comprimento das estantes, garantindo que todas tivessem quatro metros de comprimento. Posteriormente, os materiais deveriam ser organizados por tipo e alinhados segundo as respetivas espessuras, permitindo uma arrumação mais lógica, acessível e eficiente.

Desta forma, a organização foi realizada tendo em consideração o melhor aproveitamento do espaço, a facilidade de acesso e os requisitos operacionais, garantindo maior eficiência no manuseamento e reposição dos materiais. Até ao momento só falta a identificação das respetivas prateleiras.

Este trabalho contempla duas versões distintas. A primeira corresponde a uma abordagem mais teórica, baseada no levantamento das chapas existentes a partir do histórico de compras da empresa. No entanto, esta metodologia implicou algumas limitações: várias chapas identificadas eram aquisições pontuais, destinadas a encomendas específicas, e, por esse motivo, não foram consideradas relevantes para efeitos de armazenamento permanente.

Adicionalmente, tal como já referido anteriormente, não foi tido em conta o facto de algumas chapas poderem ser recolhidas manualmente, o que influencia diretamente a sua disposição. Outro aspeto desconsiderado nesta primeira fase foi a existência de chapas com medidas fora do padrão, cuja armazenagem exige soluções diferenciadas.

A segunda versão surgiu após a análise crítica realizada pelo responsável pelo acondicionamento das estantes, tendo como objetivo corrigir as falhas anteriormente identificadas. Apesar do esforço para atingir uma organização ideal, tal nem sempre foi possível, uma vez que se teve de trabalhar com as limitações físicas do espaço disponível. Na Figura 27, é possível ver ambas as versões criadas para a organização das prateleiras.

Prateleira 1				Prateleira 1			
10 LQ	5 LQ	1		2	2/3/5 AD		
0,7 ESM	6 LQ	1,5		1,5	1,5/2 5005	5 ESM	
0,8 ESM	8 LQ	2	1,5	1,25	1,5 AN	4 ESM	1,5/2
1 ESM	1	3	2	1	10	3 ESM	8/10 LQ
1,25 ESM	1,25	5	3	3	8	2 ESM	5/6 LQ
1,5 ESM	1,5	8/10	4	2	5	1,5 ESM	2 ESM
2 ESM	2	1,5/2 5005	1,5/2	1,5	3	1,25 ESM	1,5 ESM
3 ESM	5	3000x2000x1,5/2	4000x2000x1,5/2	1,5	2	1 ESM	1,25 ESM
4 ESM	3000x1820x1,5	1,5 AN	1,5/2 NA	2	1,5	0,8 ESM	1 ESM
5 ESM	3000x1820x2	2/3/5 AD	2 AD	3	1	0,7 ESM	0,8 ESM
Prateleira 2				Prateleira 2			
	1	0,8		Corten	2 AD	4	
1,5	1,25	1,5		1,5	1,5/2 5005	3	
2	1,5	2		2	1,5/2 AN	2	
3	2	3		3	4	1,5	
4	1,5	4		4	3	3	
5	2	1,5		5	2	2	
6	3	2		6	1,5	1,5	
3 Gota	4000x1820x1,5	3		3 Gota	2 3 e 4m	2 3 e 4m	
3/4/5 Xadrez	4000x1820x2	4		3/4/5 Xadrez	1,5 3 e 4m	1,5 3 e 4m	
Prateleira 3				Prateleira 3			
1				1			
1,2				1,2			
2,5				2,5			
8/10				8/10			
12/15				12/15			
20/25				20/25			
3/5/8 Gota				3/5/8 Gota			
Prateleira 4				Prateleira 4			
					2	0,5/2/3	
				1	0,8	3 AD	
				1,5	2 BA	4 2B	
				2	1,5 BA	3 2B	
				3	1 BA	1,5 2F	

a)

b)

Figura 27 – Organização das prateleiras: a) 1ª versão; b) 2ª versão

4.5 Gestão da produção

4.5.1 Organização da produção

A organização da produção é um dos pilares fundamentais para o bom funcionamento de qualquer unidade industrial. Neste capítulo, serão abordadas práticas associadas à normalização de matérias-primas, disposição física da fábrica (*layout*), fluxo produtivo e análise de gargalos. Estas ações têm como objetivo eliminar desperdícios, melhorar a eficiência operacional e garantir a fluidez dos processos internos. Através da reorganização de materiais e espaços, e da

implementação de ferramentas *Lean*, como o 5S, pretende-se criar um ambiente produtivo mais ágil, limpo e funcional.

4.5.1.1 Padronização de matéria-prima

Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos com a chegada à empresa foi a padronização de matéria-prima, o objetivo consiste em toda a gente usar os mesmo termos para identificar a mesma peça ou material. Neste caso, a serralharia trabalha com diferentes tipos de chapa, com diferentes cores e diferentes espessuras, contando com aproximadamente 250 especialidades.

A padronização da matéria-prima, numa primeira versão, foi desenvolvida de forma estruturada e repartida em quatro fases principais, permitindo a identificação detalhada e padronizada dos materiais. Esta abordagem visa facilitar a gestão e o controlo, organizando os materiais com base na família, subtipo, textura e cor.

1. A primeira fase identifica a família principal do material, utilizando siglas baseadas nos símbolos da tabela periódica sempre que possível, como "Al" para alumínio, "Cu" para cobre e "Fe" para ferro.
2. A segunda fase refere-se ao subtipo do material, especificando as características adicionais que o distinguem dentro da mesma família, por exemplo: as chapas de Alumínio dividem-se em normais, lacados, anodizados, antiderrapante, perfurado e 5005.
3. A terceira fase foca-se na textura, sendo especialmente relevante para materiais como chapas lacadas, uma vez que estas podem ser texturadas, estruturadas, lisas, entre outras. Caso não haja uma característica adicional a identificar, utiliza-se o dígito "0" para manter a uniformidade na codificação.
4. A quarta e última fase é dedicada à cor do material, utilizando o sistema RAL, que oferece uma codificação consistente e amplamente utilizada, composta por nove grupos de cores numeradas de acordo com as suas tonalidades: 1xxx para amarelos, 2xxx para laranjas, 3xxx para vermelhos, 4xxx para violetas e púrpuras, 5xxx para azuis, 6xxx para verdes, 7xxx para cinzas, 8xxx para castanhos e 9xxx para pretos e brancos.

Esta divisão em quatro termos, família, subtipo, textura e cor, segue um método lógico, garantindo que a codificação seja clara e consistente, tal como ilustrado na Figura 28. A padronização também garante que a legenda e os tipos escolhidos permitam uma identificação simples e intuitiva, otimizando o processo e minimizando erros.

Material	Característica		RAL		Materiais
	1	2			
AL.	0.	0.	0.		AL.0.0.0.
AL.	LAC.	0.	6005		AL.LAC.0.6005
AL.	LAC.	0.	6009		AL.LAC.0.6009
AL.	LAC.	0.	9005		AL.LAC.0.9005
AL.	LAC.	0.	9006		AL.LAC.0.9006
AL.	LAC.	0.	7016A		AL.LAC.0.7016A
AL.	LAC.	0.	7016C		AL.LAC.0.7016C
AL.	LAC.	0.	7011		AL.LAC.0.7011
AL.	LAC.	0.	1015		AL.LAC.0.1015
AL.	LAC.	0.	2001		AL.LAC.0.2001
AL.	LAC.	0.	Wrinkle		AL.LAC.0.Wrinkle
AL.	LAC.	0.	3005		AL.LAC.0.3005
AL.	LAC.	0.	Claro		AL.LAC.0.Claro
AL.	LAC.	0.	Escuro		AL.LAC.0.Escuro
AL.	LAC.	0.	5010		AL.LAC.0.5010
AL.	LAC.	0.	Inox		AL.LAC.0.Inox
AL.	LAC.	0.	Champanhe		AL.LAC.0.Champanhe
AL.	LAC.	PA.	100		AL.LAC.PA.100
AL.	LAC.	PA.	200		AL.LAC.PA.200

Figura 28 - Exemplo da primeira versão da padronização de matérias-primas

Após analisarmos a estrutura acima, a qual não teríamos colocado as espessuras dos materiais, decidimos que seria melhor inserir o referido campo, uma vez que a ausência dele gerava alguns problemas quando o incremento do mesmo nas folhas de produção.

Desta forma, criamos uma segunda e terceira versão da tabela de materiais, o que distingue as duas é a retirada das chapas perfuradas, uma vez que tem pouca utilização e em caso de exceções é possível fazer a perfurações numa chapa normal lisa, evitando uma compra específica.

Nesta terceira, e última versão até ao momento, reduz-se o número de características de 4 para 3, com a eliminação do terceiro termo, a textura das chapas, uma vez que era uma característica presente em poucas chapas. Passamos então ter:

1. Material (como definido inicialmente).
2. Características adicionais, que, caso sejam mais extensas, são separadas por um ponto (“.”).
3. RAL ou espessura.

Junção de RAL e espessura:

O motivo que nos leva a juntar RAL e espessura deve-se ao facto de quando nos referimos ao RAL, estamos a falar de dois grandes grupos de materiais: alumínio lacados e aço lacados. Em ambos os casos, com exceção de 2 a 3 cores, a espessura da chapa é sempre a mesma:

- 0,7 mm para os alumínio lacados.

- 0,5 mm para os aços lacados.

Ou seja, para estes tipos de materiais, a espessura é desconsiderada e não é indicada, sendo conhecida. No entanto, nas chapas lacadas com as cores RAL 7016, RAL 9006 e RAL 9010, utilizam-se outras espessuras. Nestes casos específicos, indicamos o RAL seguido de uma barra (“/”) e a espessura pretendida e ainda no caso de ter alguma textura segue imediatamente o RAL, como LAC. 0__8004TC.

Separação entre o 2.º e o 3.º termo:

A separação entre o 2.º e o 3.º termo é feita através de dois traços baixos (“__”), para evitar confusões no caso de existirem números consecutivos e facilitar o impacto visual quando esta segue para o chão de fábrica. Na figura 29, pode-se observar a terceira e última versão da padronização de matérias-primas e a tabela completa encontra-se no Anexo B.

Material	Característica	RAL / Essp.	Material
	1		
Al.	0__	1	Al.O__1
Al.	0__	1,5	Al.O__1,5
Al.	0__	2	Al.O__2
Al.	0__	2,5	Al.O__2,5
Al.	0__	3	Al.O__3
Al.	0__	4	Al.O__4
Al.	0__	5	Al.O__5
Al.	0__	6	Al.O__6
Al.	0__	8	Al.O__8
Al.	0__	10	Al.O__10
Al.	LAC__	Branco	Al.LAC__Branco
Al.	LAC__	6005	Al.LAC__6005
Al.	LAC__	6009	Al.LAC__6009
Al.	LAC__	9006	Al.LAC__9006
Al.	LAC__	9006PA	Al.LAC__9006PA
Al.	LAC__	7016A	Al.LAC__7016A
Al.	LAC__	7016C	Al.LAC__7016C

Figura 29 – Exemplo da última versão da padronização de matérias-primas

4.5.1.2 Layout da empresa

A serralharia tem passado por diversas mudanças nos últimos tempos, tanto no que diz respeito às suas instalações, como ao espaço de trabalho, sempre em busca de melhorias. Ao chegar à empresa, constatou-se que não existia nenhum *layout* atualizado que representasse a situação atual do chão de fábrica.

Identificada assim a ausência de *layouts* na empresa, iniciou-se um levantamento das zonas de trabalho para compreender a disposição dos equipamentos em cada área. Este trabalho resultou numa primeira versão do *layout*, ainda bastante simples, com legendas gerais e sem grande nível de detalhe, como se pode observar nas figuras abaixo. Apesar de preliminar, este *layout*, Figura 30, já se revelou útil para identificar alguns problemas, como a organização inadequada dos fluxos de materiais entre o armazém e as zonas de trabalho, bem como para mapear os principais equipamentos de forma mais detalhada.

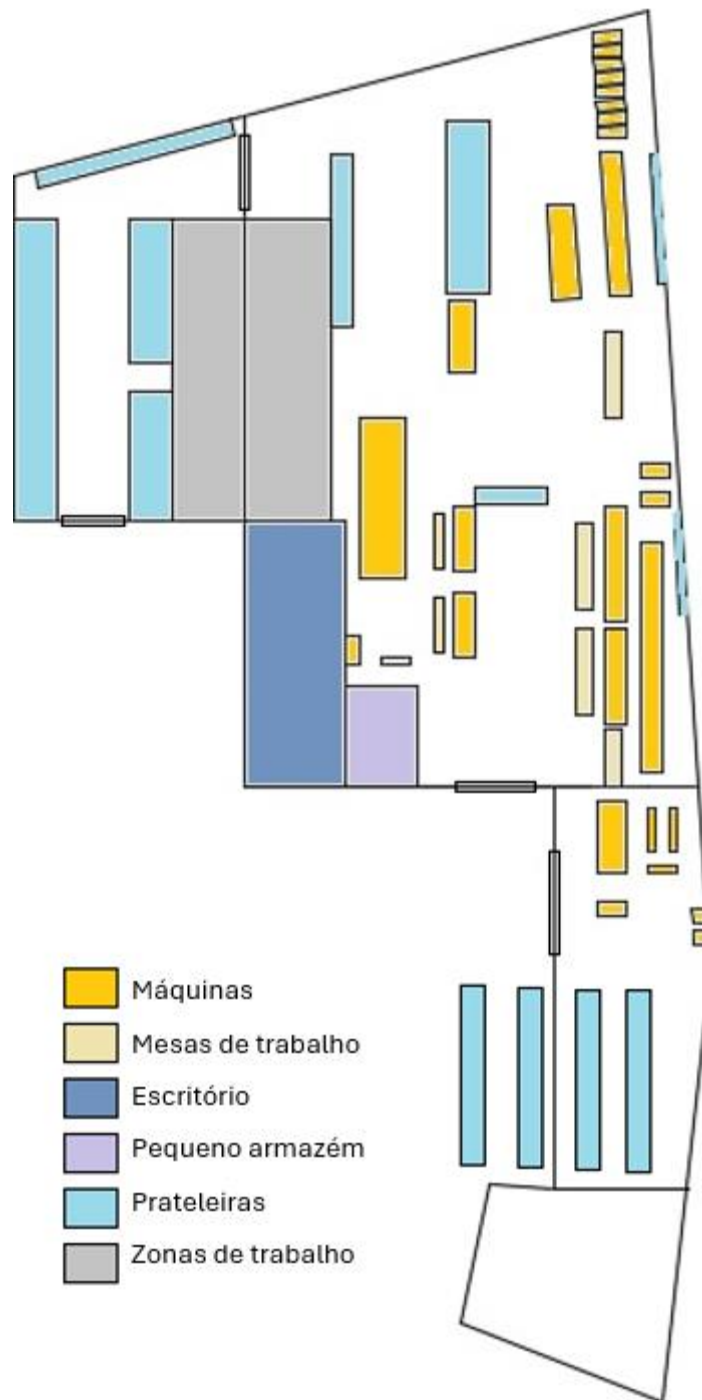


Figura 30 - Primeiro *layout* criado

Este levantamento inicial serviu como base para futuras melhorias e ajustes, permitindo otimizar tanto a eficiência dos processos como a utilização do espaço disponível. Com base nas observações recolhidas e após um maior conhecimento da realidade operacional da empresa, foi então desenvolvido um segundo *layout*, mais detalhado.

Este segundo *layout*, Figura 31, inclui a identificação e legenda das zonas específicas, permitindo uma visualização mais clara das diferentes áreas funcionais e respetivos fluxos de trabalho. Para além disso, foram integradas perceções e informações que

não tinham sido possíveis recolher na fase inicial, fruto do conhecimento mais aprofundado adquirido ao longo do estágio. Esta versão revista representa, assim, uma proposta mais realista e funcional.

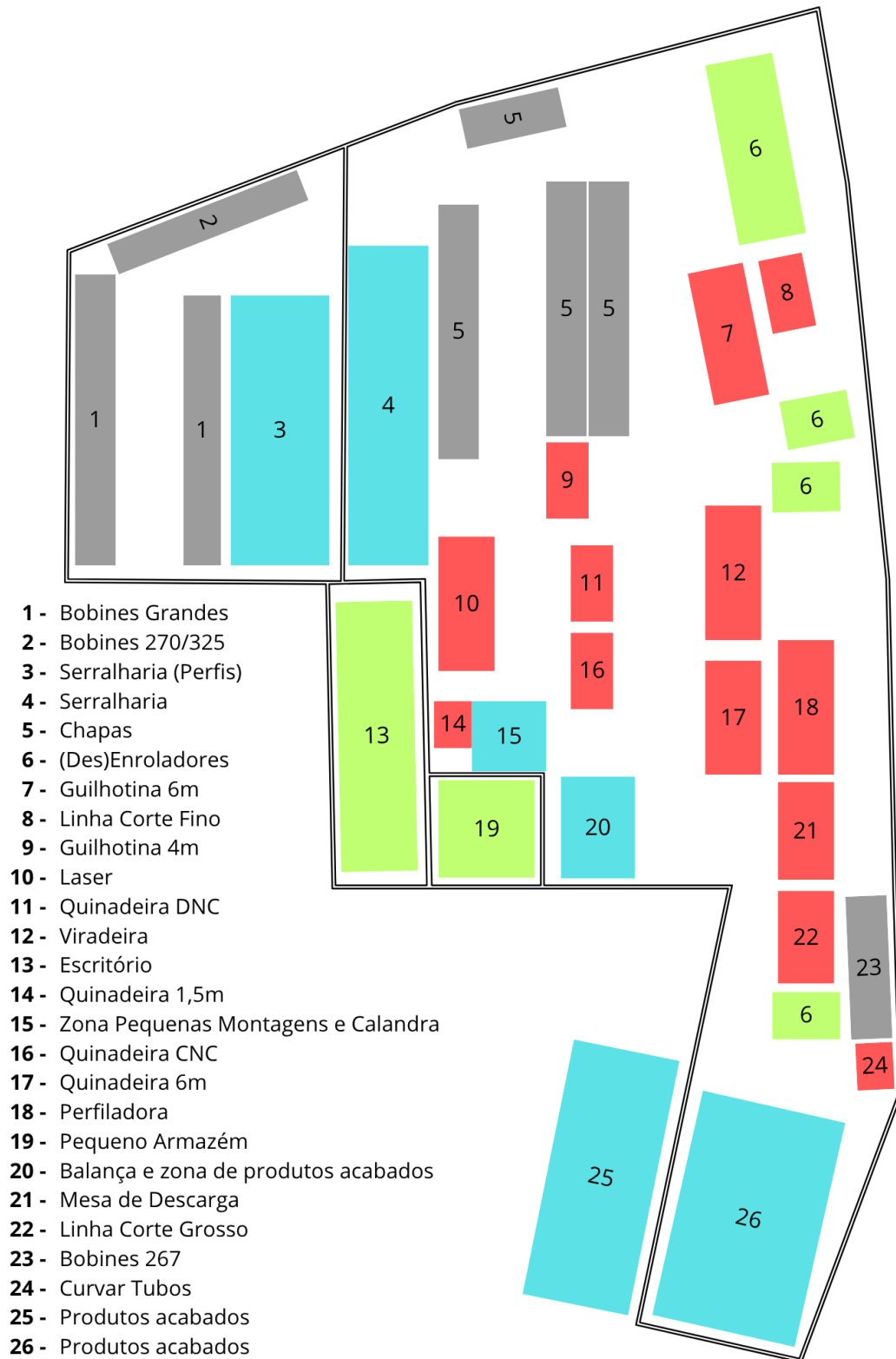


Figura 31 – Segundo *layout*

Durante o decorrer do estágio, foi possível identificar algumas alterações no *layout* previamente levantado, nomeadamente com a introdução de uma nova linha de corte. Esta linha foi instalada de forma estratégica, ao contrário das linhas de corte anteriormente existentes, que se encontram localizadas em zonas bastante afastadas do armazém de matérias-primas.

A nova linha de corte veio permitir uma nova capacidade produtiva à empresa, especificamente o corte e enrolamento de bobines de menor dimensão. Desta forma, torna-se possível produzir internamente bobines que, até então, eram adquiridas a fornecedores externos. Esta linha foi instalada na zona assinalada como "3" na figura acima.

Para além da introdução desta nova linha, é expectável que venham a ocorrer outras alterações no *layout* da empresa. Atualmente, a disposição segue um modelo de *layout* fixo, conforme pode ser identificado através de um gráfico P-Q, caracterizado por um fluxo intermitente, baixo volume de produção e elevada variedade de produtos.

Contudo, torna-se cada vez mais necessário encontrar uma solução de *layout* que permita minimizar os tempos de deslocação, tanto dos materiais como do próprio fluxo de trabalho, especialmente considerando que muitos produtos apresentam dimensões e pesos significativos. A otimização do trajeto e da logística interna revela-se, assim, essencial para melhorar a eficiência e reduzir custos operacionais.

Outro dos fatores que motivou a alteração do *layout* prende-se com a existência de várias máquinas de perfilagem na empresa que, até ao momento, não possuem um local fixo de operação. Sempre que é necessário utilizá-las, estas têm de ser deslocadas para uma zona disponível dentro das instalações, o que implica tempo e esforço adicionais, além de possíveis interrupções no fluxo produtivo.

Perante esta realidade, torna-se expectável a criação de uma nova área dedicada exclusivamente à perfilagem de materiais. Esta solução permitirá não só melhorar a organização do espaço, como também aumentar a eficiência do processo produtivo, reduzindo o tempo de preparação e evitando deslocações desnecessárias de equipamentos pesados.

4.5.1.3 Fluxo produtivo – Layout

Para idealizar um *layout* eficaz para uma empresa, é essencial compreender todos os fluxos de trabalho existentes. Esta tarefa revela-se particularmente desafiante no contexto empresarial, uma vez que os processos produtivos podem variar significativamente consoante o tipo de produto. A complexidade aumenta ainda mais quando se trata de organizar esses fluxos numa empresa com instalações limitadas e em constante evolução.

Na Figura 32, apresentam-se vários tipos de movimentações atualmente presentes na empresa. Naturalmente, estas abrangem praticamente todas as possibilidades conhecidas, mas poderá sempre surgir uma encomenda fora do comum que exija um procedimento específico e distinto.

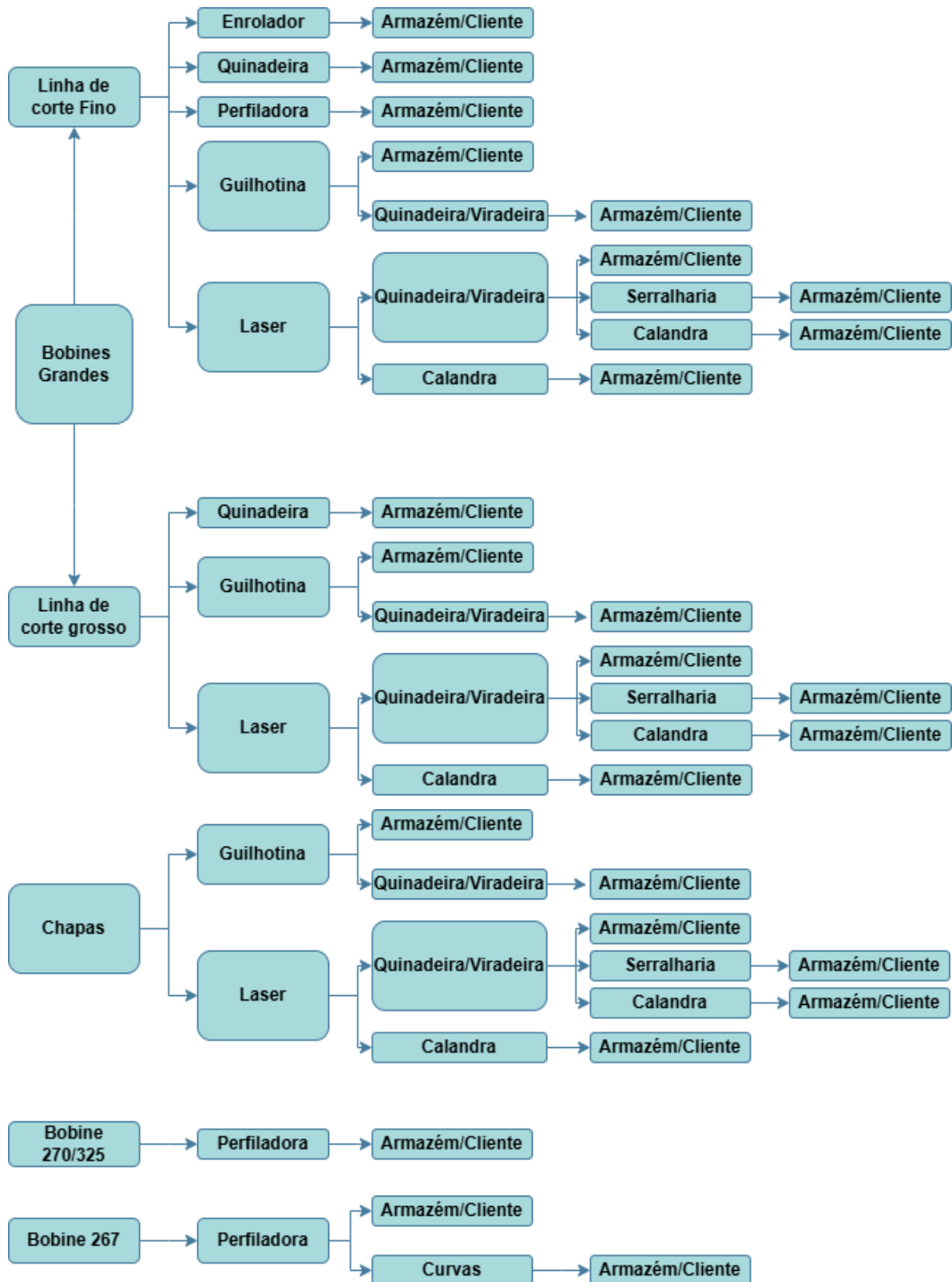


Figura 32 – Fluxos de produção da empresa

Com os fluxos de trabalho previamente identificados, tornou-se possível elaborar uma tabela de relações entre as diversas zonas operacionais da empresa. Este tipo de ferramenta é amplamente utilizado na definição de *layouts* industriais, permitindo

compreender quais os departamentos que devem estar fisicamente próximos e quais as zonas que, idealmente, devem manter-se separadas, de forma a otimizar os processos e minimizar interferências.

Para a construção da tabela da Figura 33, foram estabelecidos seis códigos distintos, cada um representando um nível de importância relativo à necessidade de proximidade entre as áreas de trabalho.

Como podemos observar na Figura 34, foram consideradas doze zonas principais, destacando-se os Armazéns 1 e 2, destinados ao armazenamento de bobines e chapas, respetivamente.

Relativamente às linhas de corte, foram incluídas três: a Linha de Corte 1, dedicada ao corte de chapa fina; a Linha de Corte 2, vocacionada para o corte de chapa grossa; e a Linha de Corte 3, recentemente integrada no *layout*, cuja função principal é o corte e enrolamento de bobines de menor dimensão, anteriormente adquiridas a fornecedores externos.

Adicionalmente, foi discriminada na análise a zona de serralharia. Esta área não tem um impacto significativo no processo produtivo, uma vez que o seu fluxo é mais intermitente. Pelo mesmo motivo, outras máquinas de uso ocasional não foram incluídas na tabela de relações, dado o seu contributo marginal para o funcionamento contínuo da produção. Ainda assim, a sua localização será tida em conta de forma a não interferir negativamente com os principais fluxos de trabalho.

Código	Valor	Proximidade
1	A	Indesejável
2	E	Sem Importância
3	I	Proximidade Normal
4	O	Importante
5	U	Especialmente Importante
6	X	Absolutamente Necessária

Figura 33 – Códigos de proximidade

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1- Armazém 1		2	2	5	5	5	2	2	2	2	2	4
2- Armazém 2			6	2	2	2	2	2	2	4	2	2
3- Laser				2	2	2	5	3	3	2	2	2
4- Linha de corte 1					2	2	3	5	5	2	6	4
5- Linha de corte 2						2	3	3	3	4	4	2
6- Linha de corte 3							2	2	2	2	2	2
7- Quinadeiras 4m								2	2	4	3	2
8- Quinadeira 6m									3	2	4	3
9- Viradeira										3	3	3
10- Guilhotina 4m											2	3
11- Guilhotina 6m												4
12- Perfiladoras												

Figura 34 – Tabela de Relações

Em complemento à tabela acima é possível a representação esquemática, Figura 35 das cadeias de proximidade, que permite uma melhor observação das relações entre os diferentes departamentos.

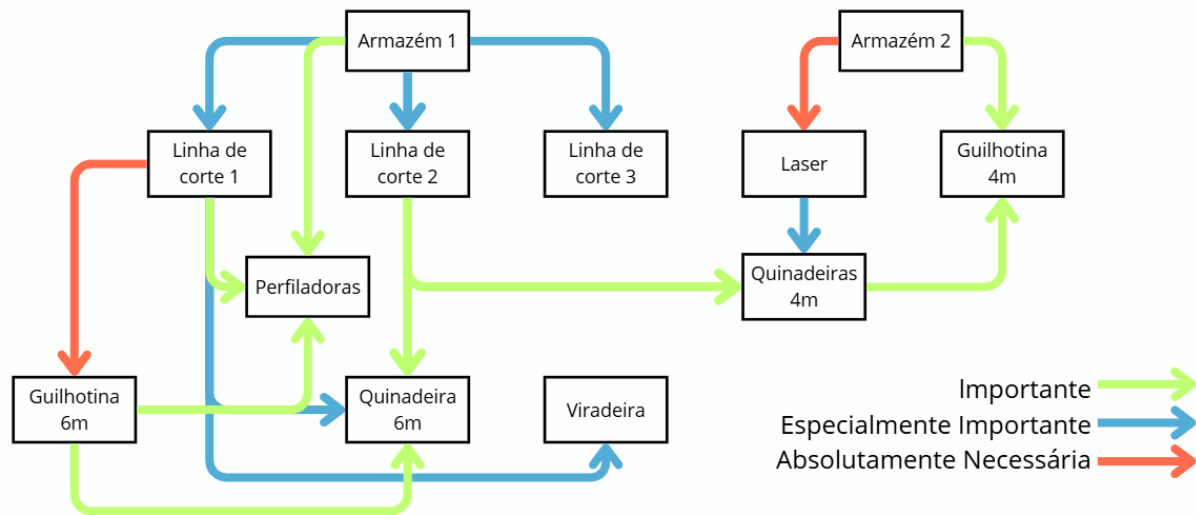


Figura 35 - Representação esquemática das cadeias de proximidade

4.5.1.4 Gargalo da empresa

Os gargalos de produção são entendidos como elementos que limitam a capacidade de um sistema produtivo, originando custos acrescidos para a empresa, além de provocarem perdas de tempo e quebras na produtividade. Um aspeto muitas vezes desconhecido por profissionais da área da manutenção é que uma das principais origens destes constrangimentos está na ausência de conhecimento aprofundado sobre o próprio processo produtivo.

A sua identificação nem sempre é imediata, o que torna essencial a realização de uma análise cuidada dos pontos de estrangulamento ao longo da linha de produção. Estes gargalos podem surgir em qualquer fase da cadeia produtiva: desde o início, como atrasos no fornecimento de materiais por parte dos fornecedores, passando pela fase intermédia, como o tempo necessário para a produção de determinada peça, até à etapa final, como a lentidão na comercialização dos produtos finais.

Máquina de Dobragem de Tubos - Estaremos perante um gargalo?

Veja-se com um exemplo prático.

Foi necessária a produção de um tubo com dois tipos distintos de curvas: curva frontal e curva de cotovelo.

O processo de dobragem é influenciado por vários fatores, nomeadamente:

- Tipo de material do tubo: alumínio ou aço;
- Tipo de superfície: lisa ou canelada;
- Temperatura do tubo (fator não controlável).

Problemas identificados:

A máquina é necessariamente ajustada para um tipo específico de tubo, por exemplo, tubos de alumínio com superfície lisa. Quando a máquina está corretamente calibrada para esse tipo, a transição para um tubo canelado em alumínio resulta frequentemente em defeitos. Se o material for alterado, por exemplo para aço, existe até o risco de o tubo se rasgar durante a dobragem.

Caso analisado na empresa:

Recebeu-se uma encomenda para produzir apenas um tubo com duas curvas (uma frontal e uma de cotovelo).

A produção deste único tubo demorou cerca de 8 horas, com um consumo aproximado de 8 metros de tubo (para testes - lixo).

Custos envolvidos:

- 8 horas de trabalho a 5 €/hora → 40 €
- 8 metros de tubo:
 - Chapa lacada a 3,40 €/metro → 27,20 €
 - Alumínio a 5,40 €/metro → 43,20 €

Preço de venda ao cliente:

É cobrado o valor do comprimento do tubo + o valor das curvas:

- Chapa lacada: $3,40 \text{ €} + (2 \times 1,25 \text{ €}) = 5,90 \text{ €}$
- Alumínio: $5,40 \text{ €} + (2 \times 1,25 \text{ €}) = 7,90 \text{ €}$

Resultado económico (exemplo com chapa lacada):

Receita: 5,90 €

Custo: 40 € (mão de obra) + 27,20 € (matéria-prima)

Prejuízo: -61,30 €

Na Figura 36, encontra-se um breve resumo do resultado económico desta análise.

Item	Chapa Lacada (€)	Alumínio (€)
Mão de Obra (8h x 5 €)	40	40
Custo do Tubo Para Testes (8m)	27,2	43,2
Custo Total	67,2	83,2
Preço de Venda por Unidade (1m)	5,9	7,9
Resultado Económico	-61,3	-75,3

Figura 36 – Tabela resumida das receitas

Entretanto, o custo de aquisição de um tubo já dobrado pode variar entre 2 € e 8 €.

Vantagens de produzir internamente:

- Tubos fabricados à medida exata do cliente;
- Produção *Just-in-Time* (JIT), apenas quando há encomenda;
- Rapidez de resposta (em teoria).

Desvantagens:

- Dificuldade em definir um preço competitivo;
- Necessidade de encomendas com maior volume e diversidade de cores RAL;
- Curvas *standard* nem sempre correspondem às necessidades específicas dos clientes;
- Tempo de produção elevado.

Questões a considerar para o futuro:

- Continuar a operar com a máquina atual?
- Externalizar a produção e adquirir os tubos a terceiros?
- Investir numa nova máquina mais versátil e eficiente?

A Figura 37 ilustra a máquina de dobrar tubos, sem a carcaça frontal e tubos defeituosos e desperdiçados na sua afinação.



a)



b)



c)

Figura 37 – Máquina de dobrar tubos: a) máquina sem qualquer tubo; b) tubo defeituoso; c) tubos desperdiçados em teste

4.5.2 Gestão de recursos e equipamentos

A eficiência da produção depende fortemente da correta gestão dos recursos técnicos e materiais da empresa. Este capítulo apresenta uma caracterização dos equipamentos existentes, a sua organização e propostas de melhoria no uso de ferramentas e matrizes. Aborda-se também a previsão de futuras intervenções com vista à otimização do tempo de *setup* e à alocação eficaz de ferramentas por máquina. A gestão adequada dos recursos técnicos permite reduzir paragens, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto final.

4.5.2.1 Listagem de equipamentos da empresa

Após analisar a ausência de informações sobre os equipamentos existentes na empresa. Durante o processo de pesquisa e conhecimento da empresa, foi registado os equipamentos e recolhidas imagens das chapas de características sempre que estavam disponíveis. O levantamento dos equipamentos revelou-se essencial, uma vez que, até então, as informações estavam apenas na memória dos operadores e não eram formalmente documentadas.

Para solucionar esta lacuna, foi criada uma folha de cálculo em Excel (ver Anexo C), contendo informações importantes sobre os equipamentos da empresa, tais como: nome, quantidade (equipamentos iguais), marca, modelo, número de série, data, peso e, sempre que possível, o tamanho de ocupação.

Embora o peso e o tamanho de ocupação possam parecer irrelevantes à primeira vista, estes parâmetros tornam-se cruciais em situações como a reorganização do espaço ou o deslocamento dos equipamentos, onde é necessário ter em conta a carga que será suportada. Além disso, estes dados são fundamentais para a elaboração de um novo *layout*, permitindo uma gestão mais eficiente do espaço e facilitando futuras alterações na disposição dos equipamentos.

4.5.2.2 Matrizes

As matrizes e punções das máquinas de quinagem são dos componentes mais dispendiosos e críticos numa empresa dedicada ao corte e quinagem de metais, como é o caso da Serralharia Vieira. A sua correta manutenção, conservação e armazenamento é essencial para garantir a longevidade dos equipamentos, a qualidade do produto final e a eficiência dos processos produtivos.

Estas ferramentas devem ser cuidadosamente estimadas: limpas, lubrificadas com regularidade para evitar oxidação e armazenadas em locais apropriados, protegidas contra impactos, sujidade e humidade. No entanto, a realidade observada é distinta.

Atualmente, verifica-se que muitas matrizes estão dispersas pelo espaço de trabalho: sobre mesas, paletes, ou mesmo no chão, muitas já com sinais de ferrugem e sem qualquer tipo de proteção. Além disso, não existe um registo claro da quantidade total nem do estado de conservação destas ferramentas, o que representa um risco significativo para a produção e um potencial prejuízo económico.

Face a este cenário, surgiu a necessidade urgente de intervir e aplicar uma estratégia de melhoria organizacional e preventiva.

O trabalho iniciou-se com uma observação no terreno, com o objetivo de identificar os tipos de matrizes e punções em utilização, de forma geral. De seguida, procedeu-se a um levantamento aproximado das quantidades por tipo, dado que uma contagem exata se revelou difícil devido à dispersão e desorganização. Seguindo o exemplo da Figura 38. Ainda assim, obteve-se uma estimativa bastante próxima da realidade, contando com mais de 100 peças.

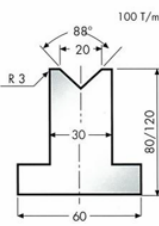
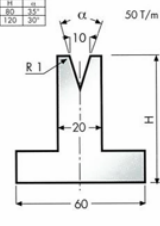
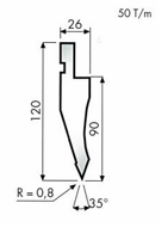
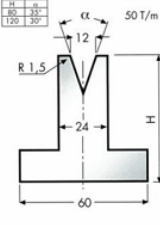
	7 completas retalhos		7 completas
	16 completas + 7 completas		35° 16 + 7 completas

Figura 38 – Exemplo do levantamento de matrizes e punções

Este levantamento teve dois objetivos principais:

- Criar um espaço dedicado ao armazenamento destas ferramentas.
- Realizar uma análise do estado de conservação, uma vez que qualquer deformação, sujidade ou ferrugem pode comprometer a qualidade das quinagens e danificar o material processado.

Estratégia de Melhoria

Está a ser desenvolvido um novo local de armazenamento das matrizes e punções, pensado para garantir:

- Fácil acesso e organização por tipo e dimensão;
- Redução do tempo de deslocação entre o local de armazenamento e as máquinas;
- Proteção adequada contra oxidação e danos mecânicos;
- Adaptação a uma eventual reorganização do *layout* industrial, tendo em conta que atualmente existem quatro máquinas de quinagem ativas.

Dado o peso significativo destas ferramentas, o novo espaço será concebido para facilitar o manuseamento seguro e eficiente, promovendo uma melhoria contínua na logística interna e na preservação de ativos críticos da empresa.

4.5.2.3 Trabalhos futuros (ferramentas por máquina)

As ferramentas de trabalho, como fitas métricas, martelos, chaves de diversos tipos, transferidores, esquadros, entre outras, são frequentemente utilizadas na empresa. No entanto, como é comum em ambientes industriais dinâmicos, nem sempre é fácil localizar uma ferramenta quando é necessária. Muitas vezes, estas encontram-se espalhadas, em locais impróprios ou em uso por outros colegas, o que compromete a eficiência e gera perdas de tempo.

Para resolver este problema, que depende em grande parte da autodisciplina dos colaboradores, sendo esperado que cada um devolva a ferramenta ao seu devido lugar após a utilização, será implementada uma estratégia de melhoria baseada na organização, padronização e responsabilização.

1. Levantamento de Ferramentas por Posto de Trabalho e por Máquina

O primeiro passo será a realização de um levantamento exaustivo das ferramentas utilizadas por cada posto de trabalho e por máquina. Este levantamento irá considerar:

- As mesas de apoio aos operadores, identificando o tipo de tarefas desempenhadas em cada uma;
- As máquinas que requerem ferramentas de forma recorrente, nomeadamente as quinadeiras, que necessitam de troca frequente de matrizes e punções, como o exemplo da Figura 39;
- As zonas comuns, que concentram ferramentas utilizadas em trabalhos extra, manutenções e outras intervenções técnicas.

2. Identificação de Zonas Críticas

Foram identificadas quatro zonas principais onde o uso de ferramentas é mais frequente:

- A serralharia, que opera como uma unidade funcional distinta e mais autónoma;
- Duas zonas junto às quinadeiras de 4 metros;
- Uma zona adjacente à quinadeira de 6 metros.

Nas três últimas zonas (quinadeiras), o conjunto de ferramentas utilizadas tende a ser semelhante:

- Martelo
- Esquadro

- Transferidor
- Marcador de tinta
- Calculadora
- Marcador de chapa
- Tesoura
- Alicates

A fita métrica é considerada da responsabilidade individual de cada operador, dado o seu uso contínuo e personalizado.

No caso das máquinas de quinagem, normalmente apenas são necessárias duas chaves de bocas de tamanhos específicos, utilizadas na substituição dos elementos de quinagem (matriz e punção), como ilustrado na Figura abaixo.

3. Organização, Avaliação e Reposição

Para a implementação eficaz deste sistema, será ainda necessário:

- Efetuar um inventário completo das ferramentas existentes;
- Avaliar o estado de conservação de cada ferramenta;
- Proceder à reposição ou aquisição de novas unidades, sempre que se verifique falta ou dano evidente.

4. Estratégia de Arrumação e Acesso

As ferramentas utilizadas diretamente nas máquinas serão fixadas nas próprias máquinas, de forma acessível, visível e segura, através de suportes ou painéis identificados, permitindo:

- Rapidez no acesso;
- Menor risco de extravio;
- Maior controlo visual da arrumação correta.

Esta abordagem visa promover um ambiente de trabalho mais organizado, reduzir perdas de tempo, minimizar o desgaste de ferramentas e fomentar a responsabilização individual e coletiva no cuidado com os recursos partilhados. A implementação será acompanhada com sessões de sensibilização e verificações regulares.

Máquinas	Ferramentas
Quinadeira CNC 4m	Chave Allen tamanho 2 e 10
Quinadeira DNC 4m	Chave Allen tamanho 2 e 10
Quinadeira 1,5m	Chave Allen tamanho 2 e 10
Quinadeira 6m	Chave Allen tamanho 2 e 10

Figura 39 – Organização de ferramentas por máquina

4.5.3 Controlo da produção e sistemas de apoio

O controlo eficaz da produção exige o acompanhamento sistemático dos processos, bem como a utilização de ferramentas digitais de apoio à tomada de decisão. Neste capítulo, será descrita a forma como são geridas as folhas de produção, a orçamentação, a atualização de bibliotecas técnicas, bem como o sistema de gestão de stock através do software Sage. Estes instrumentos desempenham um papel crucial na rastreabilidade, no planeamento da produção e na redução de erros, contribuindo para um sistema mais robusto e transparente.

4.5.3.1 Folha de produção

Com a entrada na empresa, o supervisor apresentou uma ficha de informação, da sua autoria, com o intuito de facilitar o processo de encomendas e orçamentos. Paralelamente, para a elaboração de orçamentos de produtos que envolvem corte a laser, quinagem e trabalhos de serralharia, era utilizada uma folha em Excel. Sempre que fosse necessário calcular o valor de um produto, os dados eram atualizados nessa tabela, a partir da qual os preços eram então lançados.

Com o objetivo de tornar o processo mais simples e eficiente, foi desenvolvida uma primeira versão de uma nova ficha de informação de corte a laser, que consolidava as duas folhas anteriormente utilizadas. No entanto, esta segunda versão apresenta algumas limitações, nomeadamente o facto de não ser a mais adequada para utilização no chão de fábrica uma vez que estava a ser confundidos dois conceitos diferentes, a produção e a orçamentação. Torna-se, por isso, necessária a criação de uma nova folha, especificamente concebida para uso no ambiente fabril, que permita a inserção do máximo de informações possível de forma prática e acessível.

Com o desenvolvimento da nova folha de produção, identificou-se a importância de estruturar a informação de forma repartida por diferentes fases do processo. Essa organização permite um maior controlo e rastreabilidade, desde a receção da encomenda até ao armazenamento do produto final.

1. Administrativo

Nome do cliente;

Contacto;

Referência da ordem;

Data da encomenda.

2. Preparação

Nome do projetista e data de criação do desenho;

Referência do material e respetiva espessura;

Desenho da peça com todas as cotações;

Número de peças;

Identificação da secção.

3. Produção

A produção encontra-se dividida em três subfases, conforme o fluxo de trabalho:

• Produção 1

Nome do operador;

Data de execução;

Horário de início e fim;

Observações.

• Produção 2

Nome do operador;

Data de execução;

Horário de início e fim;

Observações.

• Produção 3

Nome do operador;

Data de execução;

Horário de início e fim;

Observações.

4. Armazenamento

Data de conclusão;

Nome do operador responsável pelo armazenamento;

Localização (prateleira ou zona de stock).

Ao iniciar o desenvolvimento da nova folha de produção, rapidamente se percebeu que seria vantajoso dividi-la em diferentes versões, ajustadas ao tipo de peça e à complexidade da secção envolvida. Normalmente, os desenhos para a Secção A

tendem a ser mais simples e de menores dimensões do que os da Secção B. Assim, foram criadas duas folhas distintas, mas semelhantes na estrutura, uma com espaços maiores e outra com espaços mais compactos, permitindo uma utilização mais prática e adequada ao tipo de trabalho.

Ambas as versões da folha seguem a mesma organização por fases: administração, preparação, produção e armazenamento. Embora à primeira vista possa parecer um procedimento simples, o correto preenchimento da folha traz benefícios significativos, nomeadamente:

- Identificação rápida dos responsáveis: em caso de dúvidas na interpretação de um desenho, é possível contactar diretamente o projetista que o elaborou;
- Rastreabilidade do processo: durante a produção, é possível verificar todas as etapas pelas quais a peça passou e, se necessário, contactar os operadores envolvidos;
- Eficiência no armazenamento: na fase final, a folha indica onde o produto foi guardado e quem executou essa tarefa, permitindo um levantamento rápido da encomenda por qualquer operador.

Este último ponto representa uma melhoria substancial para a empresa, uma vez que reduz consideravelmente o tempo despendido na procura de peças e agiliza o processo de entrega ao cliente.

Apesar de a folha atualmente utilizada ainda não ser a mais adequada, todo este trabalho é parte integrante de um processo evolutivo. A adaptação a novas versões exige tempo, mas os benefícios futuros em termos de eficiência, controlo e organização tornam este esforço plenamente justificado.

Para que a folha de produção se aproxime da sua versão ideal, será necessário incorporar uma componente mais detalhada, capaz de caracterizar de forma clara os procedimentos ao longo de todo o processo produtivo. Esta melhoria permitirá:

- Identificação mais rápida de erros;
- Atribuição clara de responsabilidades;
- Estimativa precisa do tempo necessário para cada etapa;
- Apoio à análise e orçamentação;
- Controlo rigoroso do número de peças e conjuntos;
- Redução de desperdícios de material.

Nas figuras abaixo encontram-se partes das folhas de produção. A folha de produção completa da secção A está representada no Anexo D, enquanto a da secção B se encontra no Anexo E. Já na Figura 42, observa-se um complemento a inserir nas folhas de produção de forma a garantir o máximo de informação em cada processo.

[illegible]

Figura 40 – Folha de produção secção A atual

		Cliente: _____		
		Contacto: _____		
		Ordem: _____	Data: 30/06/2025 17:33	
Preparação	Colaborador: _____	Secção: _____	Transporte S ☐ N ☐	Encomenda ☐ Orçamento ☐
Material	l = _____	Peças: _____	Conjuntos: _____	
Tempo de Corte: _____				
Peso Total: _____				
Peso Peça: _____				

Figura 41 – Folha de produção secção B atual

Produção	
Colaborador: _____	Início: ____/____/____ ____h____ Fim: ____/____/____ ____h____
Peças: _____ Conjuntos: _____	

Figura 42 – Complemento às folhas de produção

4.5.3.2 Tabelas de orçamentação

Com o objetivo de melhorar a resposta aos clientes e reduzir o tempo despendido em tarefas manuais que poderiam ser dedicadas a outras atividades essenciais, foram desenvolvidas tabelas específicas para diferentes tipos de orçamentos, com especial foco nas chaminés de ripas e orçamentos de peças de corte e quinagem.

As chaminés de ripas exigem um cálculo mais complexo, realizado manualmente. Para simplificar este processo, foi criada uma ferramenta que permite efetuar o cálculo de forma rápida (ver Anexo F), mediante a introdução de alguns dados gerais sobre a chaminé.

Assim, inicialmente começa-se por introduzir o tipo de material pretendido, sendo apresentado o respetivo valor por quilograma e a densidade. Em seguida, introduzem-se a espessura, o número de ripas e os respetivos comprimentos. Com base nestes dados, é calculado o peso total do material. No valor total apresentado nesta fase, está incluído o custo correspondente ao peso do material, somado ao valor dos suportes e ao custo de corte (produção).

Os dados seguintes a introduzir dizem respeito à montagem, cujo valor varia consoante o tipo de material. Por fim, os últimos campos a preencher referem-se apenas às quantidades e ao tipo de cliente, permitindo uma personalização do orçamento final.

A ficha para o orçamento de peças de corte e quinagem (ver Anexo G), encontra-se ainda em fase de desenvolvimento e testes, uma vez que os produtos abrangidos são bastante diversificados. Esta está a ser ajustada de forma a garantir que responde da melhor forma às especificidades de cada peça, permitindo gerar orçamentos o mais precisos e realistas possível.

Devido à grande variedade de formas, dimensões, espessuras e tipos de materiais envolvidos nestes processos, torna-se necessário criar um sistema flexível que considere múltiplos fatores, como o número de operações de quinagem, a

complexidade do corte, o tipo de acabamento requerido e o tempo estimado de produção.

O objetivo final é que esta tabela permita automatizar uma parte significativa do processo orçamental, reduzindo erros, agilizando respostas ao cliente e assegurando uma estimativa adequada aos recursos e processos produtivos necessários para cada peça.

Esta tabela apresenta algumas semelhanças com a utilizada para as chaminés. O processo inicia-se com a introdução de dados como o tipo de material, os comprimentos, a espessura e o número de chapas, permitindo calcular automaticamente o valor correspondente ao material utilizado.

A tabela pode ser utilizada em dois momentos distintos: numa fase inicial de orçamento, antes da produção da peça, ou numa fase posterior, para efeitos de faturação.

Qual é a principal diferença entre estas duas fases? Na fase de orçamento, os valores apresentados são estimativas, uma vez que ainda não se dispõe de dados precisos sobre tempos de corte, quantidade de sucata, tempo investido em desenho técnico, ou outros aspetos do processo, nomeadamente a intervenção na serralharia. Assim, esta fase serve como base para uma previsão de custos.

Já numa fase posterior, e com o objetivo de emitir a fatura ao cliente, a tabela pode ser preenchida com informação concreta proveniente da ficha de produção que acompanha a peça, sendo fundamental que esta esteja devidamente preenchida. Nesta etapa, é possível introduzir dados reais como os pesos exatos, os processos envolvidos, os tempos efetivos de corte, os tempos de elaboração dos desenhos e os procedimentos específicos executados na secção de serralharia.

Desta forma, a tabela torna-se uma ferramenta útil e eficaz tanto na fase de planeamento como na de execução, assegurando maior precisão nos orçamentos e rigor na faturação.

4.5.3.3 Gestão de stock - Sage

Conforme identificado inicialmente, a gestão de stock revela-se uma fragilidade na empresa, não por desinteresse ou ignorância, mas muitas vezes devido ao excesso de trabalho. Neste sentido, tem vindo a ser desenvolvido um esforço significativo para ajustar, tanto quanto possível, os materiais em stock. Este esforço visa não apenas uma gestão eficiente ao nível das compras e da análise do mercado, mas também a otimização financeira da empresa.

O software utilizado para a gestão de stock e faturação é o SAGE, sendo nele que se tem concentrado grande parte do trabalho desenvolvido.

Numa fase inicial, foi feita uma análise da organização dos dados existentes, tendo-se verificado desde logo a inexistência de distinção entre os diferentes RAL dos materiais, entre os lados de trabalho (no caso dos topos e cantos), e a ausência de um padrão consistente nas referências atribuídas aos materiais.

Um exemplo claro desta má organização são os registos dos topos e cantos, que se encontram todos classificados genericamente como "topos lacados", sem indicação de se são do lado direito ou esquerdo, nem da cor (ex: azul ou vermelho). O mesmo sucede com os silicones, cuja cor não está especificada.

Embora esta organização possa parecer irrelevante à primeira vista, a sua ausência impede, por exemplo, a identificação dos RAL com maior saída, o que compromete uma reposição atempada do stock e pode resultar na perda de vendas, caso o cliente não encontre o material pretendido disponível.

No entanto, o maior desafio na gestão de stock está relacionado com o principal material de venda: as peças em chapa. Normalmente, a chapa é adquirida em bobines com diferentes RAL, espessuras e materiais. O problema surge aquando da venda, uma vez que estas peças podem ser comercializadas ao metro ou ao quilograma.

Para solucionar esta questão, está a ser desenvolvido um sistema que permita ao software realizar saídas de stock em ambas as unidades, metros e quilogramas. Esta gestão exige, por isso, um trabalho rigoroso no terreno, com contagem unitária de peças, de forma a introduzir no Sage quantidades exatas. Simultaneamente, torna-se necessário criar artigos, devidamente discriminados, para garantir um controlo preciso e fiável.

Relativamente ao controlo das bobines, tendo em conta as grandes quantidades envolvidas, torna-se impraticável proceder à pesagem de cada uma individualmente. Para colmatar esta limitação, foi criado um ficheiro Excel que calcula a massa da bobine com base na espessura da banda medida com um paquímetro, como o exemplo da Figura 43. Introduzindo-se o comprimento e o tipo de material da bobine, o ficheiro devolve automaticamente o valor estimado da massa. O cálculo tem como base o volume do material, considerando o diâmetro do rolo interno da bobine e a densidade correspondente ao material em questão.

Algumas considerações importantes: a maioria dos rolos internos possui o mesmo diâmetro, mas caso este seja alterado, a tabela deverá ser devidamente ajustada. Além disso, a medição da banda deve ser o mais precisa possível, pois uma variação de apenas 1/2 mm pode resultar numa diferença significativa no peso total estimado.

Material	Comprimento (mm)	Espessura de banda medida (mm)	Densidade	Total	kg
Zinco	1250	76	7140	1287,1	kg
Aluminio	1250	50	2700	306,4	kg
Aluminio	1250	51	2700	313,1	kg
Chapa lacada	1250	10	7874	166,4	kg
Aluminio	1250	61	2700	381,0	kg
Zinco	500	132	7140	977,1	kg
Zinco	1000	61	7140	805,9	kg

Figura 43 - Tabela de apoio à pesagem das bobines

4.5.3.4 Atualização das bibliotecas de remates, numeração

A biblioteca de remates foi criada com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de desenhos de produtos na Serralharia Vieira, visando principalmente agilizar o processo de pré-produção, em particular a preparação dos desenhos. Para tal, foi desenvolvida, anteriormente, em Excel uma biblioteca específica para remates. Os remates referem-se a peças como capacetes, juntas de dilatação, caleiros interiores e exteriores, rufos de vedação à telha, caleiros de beirada, condutores, otões, juntas, calhas e cumeeiras, entre outras. Estas peças partilham uma característica comum: o tipo de desenho necessário, já que, por se tratar de elementos compridos, apenas é necessária a vista de topo. Assim, a biblioteca disponibiliza modelos pré-definidos, com espaços específicos para a introdução de medidas, e realiza automaticamente os cálculos necessários para a produção.

Com a introdução de uma nova folha de produção, foi necessário aprimorar alguns aspetos da biblioteca de remates, resultando nas seguintes melhorias visíveis na Figura 44:

- Uniformização dos espaçamentos: como o procedimento consiste em substituir os valores na biblioteca e, em seguida, copiar a imagem para a folha de produção, foi efetuado um ajuste para que os espaçamentos entre os elementos permanecessem consistentes.
- Reorganização da biblioteca, esta encontrava-se desorganizada, com diferentes tipos de remates misturados numa mesma folha. Por exemplo, caleiros de beirada, interiores e exteriores estavam todos agrupados de forma aleatória. Para melhorar a usabilidade, estes remates foram separados por categorias e, sempre que possível, organizados de acordo com a sua forma.
- Numeração dos remates, foi atribuída uma numeração a cada remate, facilitando a identificação e reconhecimento das peças. Esta alteração tem também como finalidade a possibilidade de integrar um ecrã no futuro, onde o cliente poderá visualizar e identificar facilmente o produto que pretende.

Estas melhorias têm o objetivo de contribuir para um processo mais eficiente, organizado e fácil de utilizar, assegurando a padronização dos desenhos e a fiabilidade das informações utilizadas na produção.

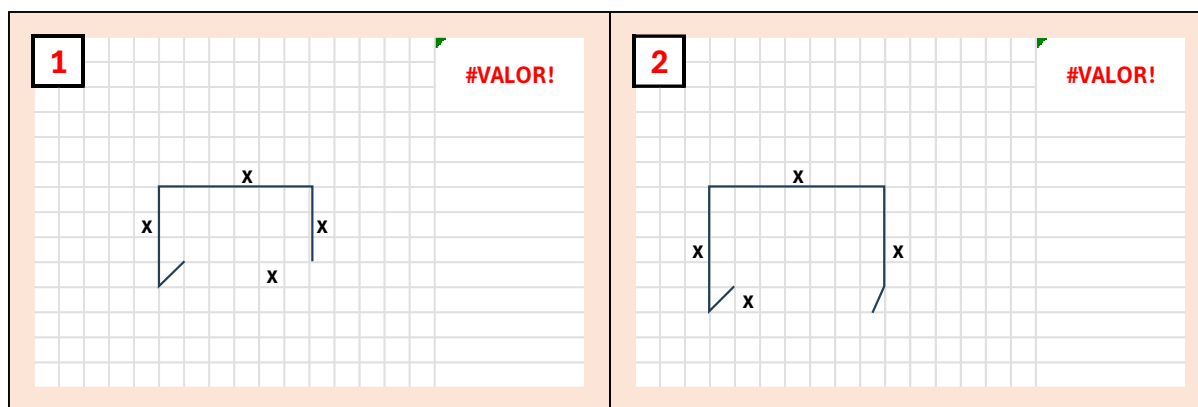


Figura 44 – Esquema/exemplo da biblioteca de remates

4.5.4 Organização interna

A organização interna de uma empresa é um dos pilares fundamentais para o seu bom funcionamento e crescimento sustentável. Uma estrutura interna bem definida permite otimizar processos, distribuir tarefas de forma eficiente e promover a comunicação entre os vários setores. No contexto atual, tem-se vindo a reconhecer a importância de clarificar a atribuição de responsabilidades e de definir, de forma formal, os responsáveis por cada departamento ou tarefa. Apesar de esta estrutura nem sempre ser visível ou estar bem identificada, a sua implementação é crucial para garantir o alinhamento entre os objetivos estratégicos e a execução operacional.

4.5.4.1 Organograma

Uma das principais falhas identificadas na Serralharia é a ausência de uma estrutura organizacional devidamente definida e identificada. Por esse motivo, torna-se fundamental criar, mapear e atribuir cargos e responsabilidades, com o objetivo de reduzir a sobrecarga de trabalho do CEO (*Chief Executive Officer*), melhorar os fluxos de trabalho e otimizar determinados processos, eliminando a dependência exclusiva de uma única pessoa.

Para esse efeito, foi considerado apropriado recorrer à elaboração de um organograma, representado na Figura 45, instrumento amplamente utilizado para representar graficamente a estrutura interna das organizações.

O primeiro passo consistiu na identificação das principais áreas que compõem a Serralharia, bem como na definição da sua relevância para o funcionamento global da organização. Dessa análise, resultou a subdivisão da estrutura em quatro grandes áreas: Administrativa, Comercial, Produtiva e Logística.

- **Área Administrativa:** Responsável pela gestão de contratos, faturação e cobranças, assegurando o cumprimento de obrigações legais e financeiras.
- **Área Comercial:** Focada no contacto com o público, divide-se em duas subáreas principais, por um lado, vendas e faturação; por outro, gestão de encomendas e elaboração de orçamentos.

- **Área Produtiva:** Compreende duas vertentes distintas. A primeira diz respeito à gestão e compras, englobando o controlo de materiais e de stocks. A segunda refere-se à produção propriamente dita, organizada em diferentes secções conforme as fases ou tipos de produção.
- **Área Logística:** Encarregada da receção e entrega de produtos, bem como da organização e controlo do armazém, assegurando o fluxo eficiente de materiais e produtos dentro e fora da empresa.

Esta reestruturação tem como finalidade clarificar funções, facilitar a comunicação interna e promover uma gestão mais eficaz e sustentável da organização.

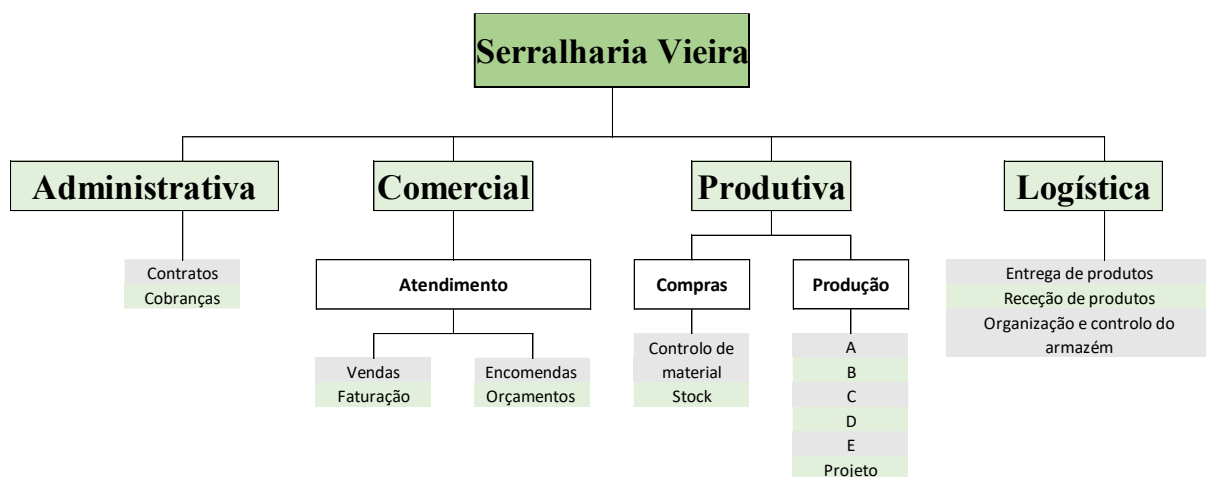


Figura 45 – Organograma

Um dos trabalhos que está atualmente em análise é a definição da atribuição de tarefas por departamento, bem como a nomeação de um responsável por cada departamento ou tarefa. Embora esta estruturação seja um elemento fundamental na organização e funcionamento de qualquer empresa, nem sempre está claramente definida ou visível no dia a dia.

4.5.5 Melhoria e desenvolvimento de produtos e máquinas

A inovação e a melhoria contínua são fundamentais para garantir a competitividade e a sustentabilidade de uma empresa industrial. Este capítulo incide sobre intervenções práticas desenvolvidas ao longo do estágio, com o objetivo de aperfeiçoar produtos e otimizar equipamentos, contribuindo para um ambiente produtivo mais eficiente.

Durante o período de estágio, foram concebidos e ajustados diversos produtos e acessórios destinados à aplicação em equipamentos produtivos, com o intuito de melhorar o respetivo fluxo de trabalho e facilitar os processos de montagem. Este trabalho implicou uma análise detalhada dos métodos de fabrico existentes, a avaliação das condições de montagem final e a realização de intervenções de manutenção corretiva em máquinas temporariamente inativas, essencialmente através de ações de limpeza, verificação e lubrificação.

Um dos principais objetivos destas intervenções foi a definição de um fluxo de trabalho mais simples, racional e padronizado, de forma a permitir uma montagem intuitiva e funcional por parte do cliente, minimizando a necessidade de mão de obra altamente especializada.

Entre os casos práticos desenvolvidos, destacam-se a implementação de uma junta agrafada, a integração de uma máquina de costura no processo produtivo e a criação de uma matriz/punção específica para suportes de caleiros. Estas ações refletem o compromisso da empresa com a melhoria contínua, a redução de complexidades operacionais e a busca por soluções técnicas ajustadas às necessidades reais do mercado.

4.5.5.1 Junta agrafada

A junta agrafada é um tipo de ligação mecânica amplamente utilizada na construção civil, especialmente em sistemas de revestimento e coberturas metálicas, como chapas de zinco, cobre, alumínio ou aço galvanizado. Este tipo de junta consiste na união de duas chapas metálicas por meio de um processo de rebatimento ou encaixe, em que as extremidades são dobradas e entrelaçadas, formando uma união contínua, estanque e durável. São frequentemente aplicadas em coberturas inclinadas ou fachadas ventiladas. É possível observar esta ligação na Figura 50.

Este tipo de ligações é um dos processos realizados pela Serralharia Vieira. Inicialmente, esse processo consistia apenas na perfilagem, durante a qual a chapa metálica, fornecida em rolo, era introduzida na perfiladora e saía com as dimensões pretendidas.

Com o constante avanço do mercado e o aumento das exigências dos clientes, tornou-se necessária uma adaptação dos processos, de forma a garantir maior qualidade e satisfação. Assim, este processo foi evoluindo, promovendo uma montagem mais simples e eficiente.

Para isso, foram integrados três novos equipamentos nesta linha de produção, representada na Figura 46: uma viradeira manual que se encontrava anteriormente fora de uso, uma mesa de suporte e uma máquina manual para cortes específicos em chapa, recentemente adquirida.

Para garantir o bom funcionamento da linha, foi necessário proceder à alteração e adaptação dos equipamentos existentes.

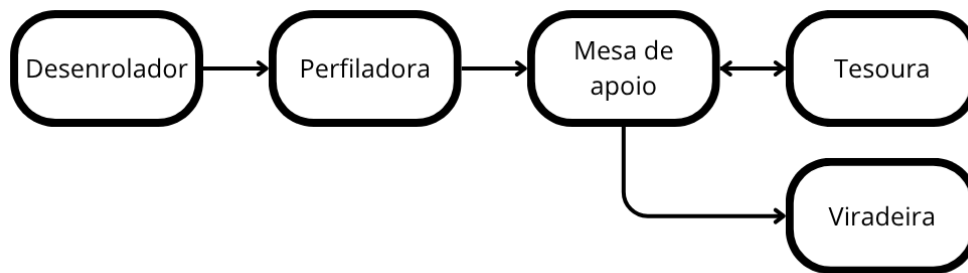


Figura 46 - Linha de produção da junta agrafada

Perfiladora:

A perfiladora foi devidamente limpa e lubrificada, uma vez que apresentava tal como se observa na Figura 47, acumulação de limalhas de processos anteriores. A falta de manutenção adequada poderia comprometer a qualidade dos artigos produzidos, provocando imperfeições e falhas no acabamento final.

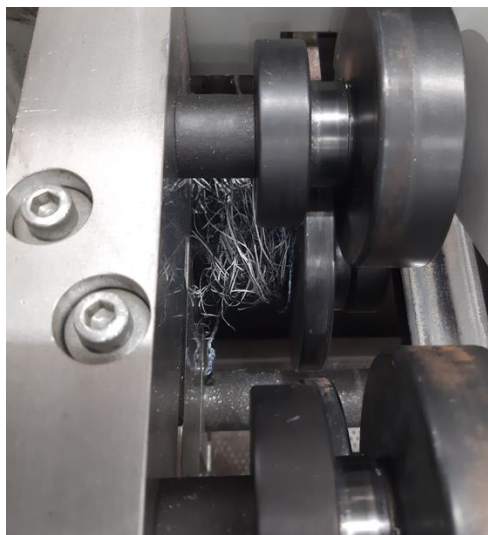


Figura 47 – Perfiladora com limalhas

Mesa de apoio:

A mesa de apoio encontra-se ainda em fase de desenvolvimento, estando previstas várias melhorias estruturais e funcionais. Entre as principais intervenções destaca-se o reforço das pernas de apoio, de forma a garantir maior estabilidade e resistência durante a operação.

Adicionalmente, está a ser concebido um regulador de escala, destinado a facilitar o alinhamento e posicionamento das chapas na fase seguinte do processo, nomeadamente na entrada na viradeira. Está também prevista a integração de uma base ajustável em altura, permitindo a adaptação da mesa a diferentes equipamentos e operações, aumentando a sua versatilidade. Ambos os desenvolvimentos representados na Figura 48.

O principal objetivo destas melhorias é tornar a mesa multifuncional, de forma a não estar limitada a uma única aplicação, mas sim poder ser utilizada em diferentes etapas do processo produtivo, contribuindo para uma linha de trabalho mais eficiente, ergonómica e adaptável às necessidades da produção.

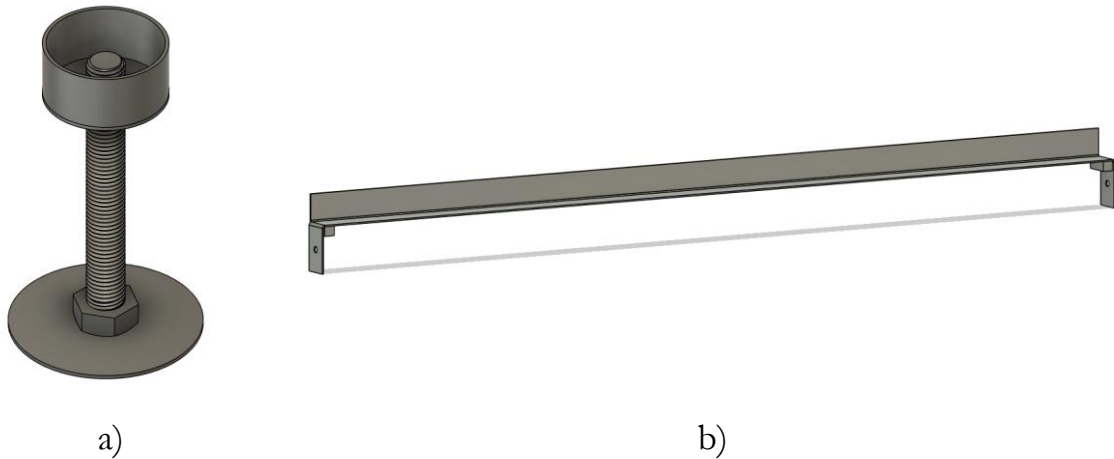


Figura 48 – Produtos desenvolvidos: a) regulador de altura; b) regulador de escala

Tesoura:

A nova aquisição foi a tesoura de beiral MASC, modelo TS1, como se pode observar na figura 49. Esta tesoura não é de tipo fixo, foi concebida para utilização em obra, durante a fase de montagem. No entanto, o desafio consistia em encontrar uma forma de a integrar na fase de produção, de modo a reduzir o tempo de execução em obra e facilitar a aplicação final.



Figura 49 – Tesoura de beiral MASC

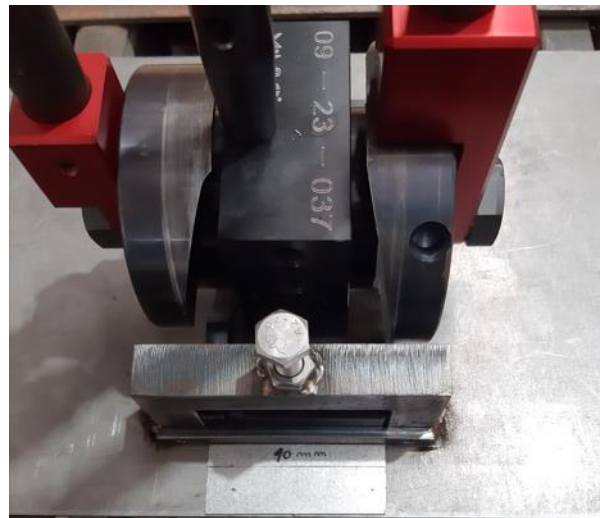


Figura 50 – Corte realizado pela tesoura

Num primeiro momento, foi necessário compreender o funcionamento desta tesoura e o resultado da peça após a sua utilização. Foram realizados vários testes e cortes experimentais, permitindo concluir que, de um dos lados, a peça deve deslizar por baixo da tesoura, enquanto no lado oposto é suficiente encostá-la à lâmina.



a)



b)

Figura 51 – Primeiro protótipo tesoura: a) vista lateral; b) vista frontal

Com base nestas observações, foi desenvolvido um primeiro protótipo, Figura 51, no qual foi criada uma base de fixação para assentar a tesoura sobre uma mesa de trabalho.

O mecanismo concebido é bastante simples: a tesoura é encostada a um suporte lateral e, na parte inferior, é colocada uma chapa metálica que tem dupla função, por um lado, elevar a tesoura para permitir o encaixe da peça a cortar e, por outro, atuar

como batente, garantindo que o corte é feito no comprimento desejado. Finalmente, um parafuso de aperto fixa a tesoura contra essa chapa, deixando-a suspensa na parte frontal da estrutura.

Contudo, durante a fase de testes, surgiram algumas limitações funcionais. A pequena chapa inferior, que servia de batente, revelou-se ineficaz: não garantia o alinhamento correto da peça, provocando desvios no corte e comprometendo a precisão. Outro problema identificado foi a dificuldade em definir com exatidão a posição de corte, nomeadamente no que respeita à folga necessária para o encaixe posterior da peça.

Como solução, foi desenvolvida uma nova chapa de base, mais larga, permitindo maior área de contacto e estabilidade durante o corte. Adicionalmente, foi integrada uma régua de medição, permitindo o ajuste preciso da posição da peça e assegurando cortes mais consistentes e padronizados. O protótipo final pode ser visualizado na Figura 52.

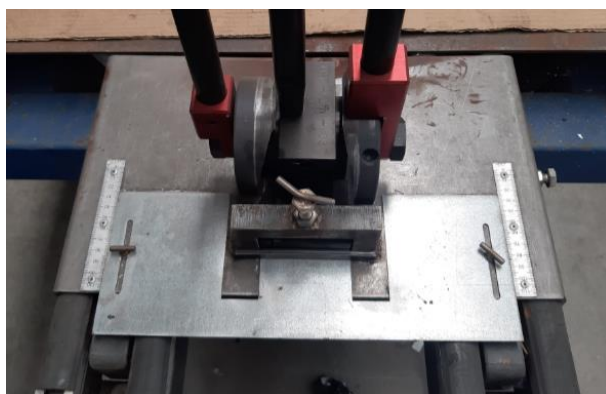


Figura 52 – Protótipo final da tesoura

Viradeira manual:

A viradeira manual foi sujeita a um processo de limpeza, lubrificação e ajuste, de forma a adaptá-la ao tipo de quinagem pretendido. Paralelamente, têm vindo a ser realizadas experiências com o objetivo de otimizar um processo de quinagem específico, utilizado na produção de peças destinadas a cantos.

Atualmente, esse processo envolve três etapas distintas, mas está a ser estudada uma forma de o simplificar para apenas duas etapas, o que poderá representar uma redução significativa no tempo de execução e, consequentemente, uma melhoria na eficiência produtiva.

A nova abordagem consiste em que, durante a quinagem, a peça seja vincada diretamente, de forma que, numa segunda etapa, possa ser fechada com o auxílio de um alicate, eliminando assim a necessidade de um vinco manual inicial.

Para possibilitar esta melhoria, foram desenvolvidos e aplicados dois batentes simples, concebidos de forma a acoplar-se à viradeira sem comprometer o seu funcionamento normal (ver Figura 53). Estes batentes permitem posicionar com

precisão a peça durante a operação, garantindo a eficácia e repetibilidade no resultado.

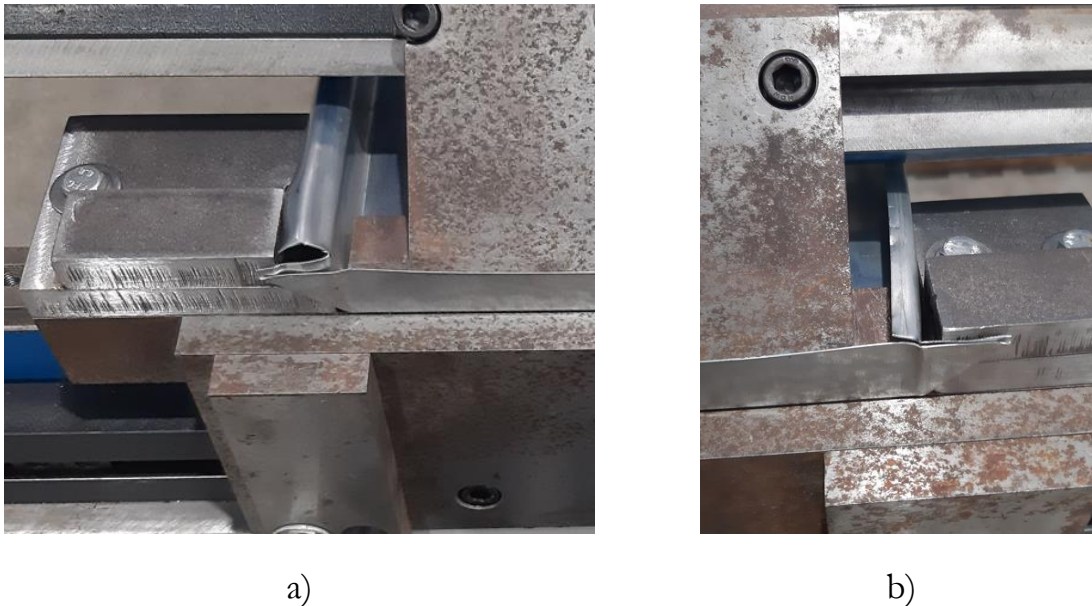


Figura 53 – Teste de quinagem a 90 graus: a) lado 1; b) lado 2

4.5.5.2 Máquina de costura

A máquina de costura em questão é uma perfiladora com duas entradas, que permite a produção simultânea de um conjunto macho e fêmea, de forma que ambos os perfis se encaixem corretamente entre si. Trata-se de um equipamento extremamente útil na construção de tubos com dimensões não padronizadas, pois simplifica significativamente o trabalho do operador.

Esta máquina foi uma aquisição anterior da empresa, mas encontrava-se inutilizada e em mau estado de conservação. Como podemos ver na Figura 54, foi necessário proceder a uma limpeza profunda, à substituição de algumas peças corroídas e ao ajuste das folgas dos cilindros de pressão. Este último aspeto é particularmente importante, já que a variação do tipo de chapa pode provocar erros ou danos no material processado.

Após a realização dos ajustes e testes iniciais, concluiu-se que será necessária uma modificação adicional na máquina: a instalação de uma guia de alinhamento. Esta alteração visa garantir que o perfil produzido mantenha a uniformidade e consistência ao longo de todo o processo, assegurando a qualidade final do produto.



Figura 54 – Máquina de Costura

4.5.5.3 Matriz/Punção para suportes de caleiros

Embora com menor procura, existem clientes que solicitam caleiros fora do padrão habitual. Quando se fala em “fora do padrão”, refere-se a caleiros que não são perfilados em máquina, mas sim produzidos de forma personalizada. Nestes casos, são necessários acessórios específicos, nomeadamente suportes de fixação adequados ao seu formato.

Surgiu recentemente uma encomenda de vários metros de caleiros redondos, que exigia a produção de um grande número de suportes para fixação. Devido à dimensão da encomenda e tempo reduzido, tornou-se mais rentável fabricar os suportes internamente, na serralharia.

O processo iniciou-se com o estudo do formato do caleiro e a análise de como seria possível desenvolver um conjunto matriz-punção capaz de moldar o suporte com o formato pretendido. Foi então produzido um primeiro protótipo do conjunto, que foi sujeito a testes iniciais. Apesar de este protótipo apresentar o formato teórico correto, rapidamente se identificaram lacunas no seu desempenho prático: após a prensagem, o metal regressava parcialmente à sua forma original, resultando num suporte com uma abertura superior ao desejado.

O esquema utilizado para estes protótipos consistiu na utilização de várias chapas de ferro com 5 mm de espessura, que eram posteriormente apertadas umas contra as outras, formando um conjunto de quinagem robusto, como se pode observar na figura abaixo.



Figura 55 – Matriz e Punção (1º protótipo)

Este resultado levou ao desenvolvimento de um segundo modelo, baseado na observação de que, para se obter o formato final pretendido, o conjunto matriz-punção teria de fechar mais do que o necessário, antecipando a elasticidade do metal. No entanto, apesar das melhorias, este segundo protótipo ainda não atingiu o nível de conformidade exigido, observou-se que embora o suporte ficasse mais fechado, continuava aquém do resultado ideal.

Face à urgência da encomenda e à necessidade de cumprir prazos com o cliente, optou-se por uma solução intermédia: a produção dos suportes recorreu à combinação dos dois protótipos, aproveitando as melhores características de cada um. Esta abordagem permitiu cumprir os requisitos mínimos para entrega, garantindo funcionalidade e fiabilidade.

Este projeto encontra-se em fase de desenvolvimento e estudo contínuo, com o objetivo de, a curto prazo, se alcançar um produto final otimizado, através de um processo rápido, eficiente e repetível.

4.5.5.4 Perfiladora de canivão

A empresa havia adquirido uma perfiladora que produz um perfil vulgarmente conhecido como canivão, tecnicamente designado por perfil boudin. No entanto, a máquina nunca tinha sido utilizada, pelo que foi necessária uma intervenção inicial.

Essa intervenção consistiu na realização da ligação elétrica de alimentação da máquina, como se pode comprovar na Figura 56, bem como em alguns ajustes e testes preliminares, com o objetivo de compreender o seu funcionamento. Posteriormente, essa informação foi transmitida ao operador que ficará responsável pelo processo de perfilagem.



Figura 56 – Ligação elétrica da perfiladora de Boudin

4.6 Gestão da manutenção

A manutenção desempenha um papel fundamental numa organização industrial, pois é através dela que se garante a disponibilidade contínua dos equipamentos, assegurando a fluidez do processo produtivo e a minimização de paragens inesperadas.

Tendo em conta esta relevância, foi atribuído um foco especial à área da manutenção ao longo do estágio, não só pela sua importância operacional, mas também porque representa uma parte significativa dos conteúdos curriculares do curso em contexto prático.

Desenvolvimento de Planos de Manutenção Preventiva

Embora ainda em fase de desenvolvimento e estruturação, estão a ser elaborados planos de manutenção preventiva para diversos equipamentos da empresa. O objetivo é antecipar falhas e prolongar a vida útil das máquinas, promovendo uma atuação planeada em vez de reativa.

Este trabalho requer uma avaliação detalhada dos equipamentos existentes, analisando:

- As necessidades específicas de manutenção por tipo de máquina;
- Os intervalos temporais recomendados para limpeza, lubrificação e inspeções;
- Os históricos de avarias e intervenções anteriores, para identificação de padrões recorrentes.

Grande parte das ações previstas nos planos de manutenção preventiva baseiam-se em operações de limpeza, lubrificação, inspeção visual e reaperto de componentes, ações simples, mas essenciais para garantir a eficiência e a segurança dos equipamentos.

Registos e Folhas de Manutenção

Está igualmente a ser trabalhado um modelo de folha de manutenção (ver Anexo H), com o intuito de:

- Registrar as intervenções realizadas (sejam elas preventivas ou corretivas);
- Acompanhar a evolução do estado dos equipamentos;
- Facilitar a comunicação entre os operadores e a equipa de manutenção;
- Criar um histórico técnico por máquina, essencial para tomadas de decisão futuras.

4.6.1 Manutenções corretivas observadas

Durante o estágio foi ainda possível observar e participar em várias manutenções corretivas, realizadas tanto por intervenção interna (pelos próprios colaboradores da empresa) como por entidades externas especializadas.

Alguns exemplos de equipamentos sujeitos a este tipo de intervenção incluem:

- Quinadeira de 1,5 m
- Máquina de corte a laser
- Máquina de curvar tubos
- Mesa de descarga

Estas experiências permitiram compreender na prática o processo de diagnóstico, desmontagem, reparação e teste final de equipamentos industriais, reforçando a importância de um sistema de manutenção organizado e proativo.

4.6.1.1 Quinadeira 1,5m

Na quinadeira de 1,5 metros, foram realizadas diversas ações de manutenção corretiva, com o objetivo de restabelecer o seu funcionamento ideal e garantir a qualidade dos processos de quinagem. As intervenções incluíram:

- **Substituição da escala**

A escala existente encontrava-se partida e danificada, comprometendo a precisão nas medições. Foi, por isso, efetuada a sua substituição por uma nova, garantindo a fiabilidade nas operações.

- **Limpeza e lubrificação geral**

A máquina foi totalmente limpa e lubrificada, removendo-se resíduos de óleo acumulado e poeiras entranhadas que se haviam depositado nas zonas críticas. Esta operação é essencial para o bom deslizamento dos componentes móveis e para a preservação do equipamento a longo prazo.

- **Ajuste da nova escala**

Após a substituição da escala, foi necessário proceder ao seu ajuste e alinhamento, assegurando a correta correspondência entre a leitura da escala e a posição real da peça durante a quinagem.

- **Equilíbrio da pressão de quinagem**

Os suportes dos punções foram calibrados de forma a garantir uma distribuição uniforme da pressão ao longo de toda a extensão da peça. Este passo é crucial para evitar defeitos de quinagem, tais como vincos irregulares ou deformações, assegurando uma qualidade de acabamento consistente.

4.6.1.2 Máquina de corte a laser

A manutenção da máquina de corte a laser foi realizada de forma planeada e executada por uma entidade externa especializada, com o objetivo de garantir a continuidade da operação em condições ideais de desempenho e segurança.

As principais ações realizadas foram:

- **Limpeza dos depósitos de partículas**

Foram removidos e esvaziados os depósitos situados na parte inferior da máquina, onde se acumulam resíduos metálicos e poeiras resultantes do processo de corte. Esta limpeza é essencial para evitar obstruções, reduzir o risco de incêndio e assegurar o correto funcionamento do sistema de extração.

- **Limpeza das grelhas de apoio**

Foram retirados os suportes gastos e danificados das mesas de corte. Em seguida, procedeu-se à limpeza completa da estrutura restante, recorrendo a ferramentas e materiais apropriados para a remoção de resíduos metálicos, óleos e sujidade acumulada.

- **Substituição dos suportes de apoio**

Antes da intervenção, foram cortados novos suportes com as dimensões e formato adequados. Após a limpeza da estrutura, estes foram instalados nos locais corretos, garantindo a estabilidade das peças durante o corte e a maior precisão do processo.

4.6.1.3 Máquina de curvar tubos

A máquina de curvar tubos, já anteriormente identificada como um dos principais gargalos do processo produtivo, foi também alvo de uma intervenção corretiva, com o objetivo de restaurar o seu funcionamento adequado e evitar falhas recorrentes durante a operação.

As principais ações realizadas foram:

- **Diagnóstico do problema de recolha do cilindro pneumático**

Foi identificado um problema recorrente na máquina: o cilindro pneumático não recuava após atingir o final do curso, o que impedia a recolha correta do tubo e, em muitos casos, provocava o seu esmagamento. Esta falha comprometia a integridade do produto final e o bom funcionamento do equipamento.

- **Desmontagem da carcaça e inspeção do sensor de saída**

Procedeu-se à desmontagem da carcaça protetora da máquina para permitir uma inspeção visual detalhada. Verificou-se que o sensor de saída não estava a ser acionado corretamente, devido ao empeno do componente responsável ao seu suporte impedindo o seu acionamento.

- **Reparação do componente empenado e reposição dos componentes**

Foi necessário remover o veio onde se encontrava o componente afetado, proceder à sua correção e, em seguida, reinstalá-lo na posição original. Após a reparação, a carcaça foi recolocada, assegurando a proteção dos componentes internos e o restabelecimento do funcionamento normal do sistema.

Na Figura 57, é possível visualizar o estado inicial e final após a correção do componente responsável pelo acionamento do sensor.



a)



b)

Figura 57 – Componente empenado: a) inicialmente; b) corrigido

4.6.1.4 Mesa de descarga

A mesa de descarga é um equipamento situado no final da perfiladora de chapas, utilizadas na produção de elementos para fachadas e telhados. Esta perfiladora permite dois tipos de perfil: um redondo e outro retangular. As configurações para cada tipo de perfil são realizadas em zonas distintas da máquina, o perfil redondo é ajustado na parte superior, enquanto o perfil retangular é configurado na parte inferior.

As principais ações realizadas foram:

- **Identificação do problema de funcionamento na parte inferior da perfiladora**

A mesa de descarga necessita de se adaptar à posição do perfil, ajustando-se verticalmente (para cima ou para baixo) conforme o tipo de perfil em execução. No entanto, ao realizar a perfilagem na parte inferior, ocorreu uma falha: a mesa não se posicionava corretamente, impedindo o avanço do material. Após análise visual, identificou-se que o sensor responsável pela deteção da posição da mesa (na configuração inferior) não estava a ser acionado.

- **Solução temporária com recurso a adaptação mecânica**

Para permitir a continuidade da produção, foi aplicada uma solução provisória. Na Figura 58 é possível observar a colocação de uma abraçadeira no cilindro responsável pelo movimento, aumentando a sua espessura de forma a garantir o acionamento do sensor.

- **Intervenção técnica definitiva**

Posteriormente, o técnico de manutenção do fabricante da máquina procedeu ao ajuste do braço do sensor, corrigindo a sua posição e restabelecendo o funcionamento normal da mesa de descarga em ambos os modos de perfilagem.



Figura 58 – Sensores de regulação de altura da mesa de descarga

4.6.1.5 Regulador de escala

Outra das intervenções corretivas realizadas incidiu sobre a guilhotina de 4 metros. O equipamento apresentava falhas na leitura da escala, impedindo a realização de cortes com precisão nas medidas indicadas.

As principais ações realizadas foram:

- **Diagnóstico da avaria no sistema de medição da escala**

A falha inicialmente não se revelou evidente, uma vez que poderia tratar-se de um problema de origem mecânica ou eletrónica. A observação visual não permitia identificar de forma clara a origem do defeito. Após a realização de vários testes a nível eletrónico, e sem resultados conclusivos, optou-se por desmontar o regulador de escala.

- **Avaliação do regulador e deteção do problema**

À primeira vista, o regulador encontrava-se em bom estado físico. No entanto, testes adicionais revelaram que o componente apresentava desgaste interno e folgas excessivas, impedindo a contagem correta da escala. Tratando-se de um componente eletrónico sensível, é provável que o problema tenha resultado do uso prolongado.

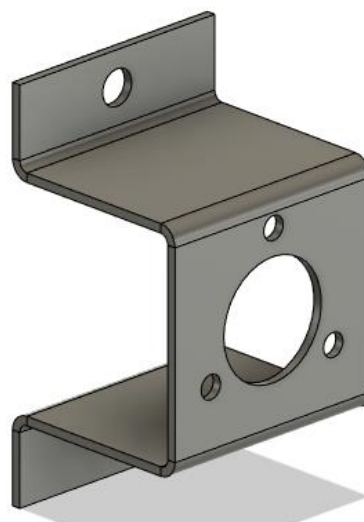
- **Implementação de solução provisória com novo suporte**

Enquanto se aguardava a chegada de um novo regulador, foi projetado e instalado um suporte para o regulador alternativo, permitindo o funcionamento provisório da guilhotina. Esta solução, embora não ideal, garantiu a continuidade da produção com um nível de precisão aceitável até à substituição definitiva do componente.

Na Figura 59, pode-se observar o suporte original com o sensor e um protótipo do novo suporte, mais tarde produzido e colocado.



a)



b)

Figura 59 – Regulador de escala: a) suporte original com regulador; b) novo suporte

5 CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho, foi possível desenvolver um estudo aprofundado sobre a gestão da produção e melhoria contínua no contexto da Serralharia Vieira. Através de uma abordagem estruturada, que incluiu a revisão de literatura, a análise do estado atual da empresa e a aplicação de metodologias e ferramentas específicas, como 5S, trabalhou-se de forma a alcançar os objetivos inicialmente propostos.

No decorrer do trabalho, a Serralharia Vieira demonstrou ser um caso de estudo ideal, proporcionando um ambiente propício para a implementação das soluções e estratégias desenvolvidas, e de grande aprendizagem, com diversos desafios.

O processo de aplicação permitiu validar e refutar a eficácia das metodologias adotadas, bem como identificar, ainda mais pontos de melhoria e oportunidades de otimização.

Os resultados obtidos, até ao momento, embora apenas tenham sido feitas algumas alterações, mostraram-se satisfatórios, contribuindo não apenas para a melhoria de processos internos da empresa, mas também para a consolidação de conhecimentos teóricos através da prática.

Em termos de limitações, foram encontradas algumas dificuldades, nomeadamente a difícil movimentação de matéria-prima, devido a que ser uma empresa com trabalhos por medida, a grande diversidade de materiais, que dificultam parcialmente o trabalho idealizado, a falta de autodisciplina por parte dos colaboradores. Estes desafios contribuem para o crescimento do projeto e dos envolventes, exigindo soluções criativas e ajustadas à realidade da empresa. O tempo reduzido, foi um dos fatores mais limitantes para este estudo.

Como trabalho futuro, sugere-se consolidar e aplicar as ferramentas básicas, para depois avançar para outras ferramentas e práticas que permitam ampliar os benefícios da implementação das soluções apresentadas. Será interessante, uma análise de modelos de substituição para alguns equipamentos, em particular o gargalo da empresa. Além disso, é importante ter exemplos de metodologias descritas em outras empresas de características semelhantes, com o objetivo de validar a sua generalização, tal como já foi possível analisar.

Resumindo, este estágio, embora muito reduzido veio a cumprir alguns objetivos, trazendo resultados concretos e úteis tanto para a Serralharia Vieira quanto para futuros estudos académicos nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Sattarpanah Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Applied Sciences*, 12(16), 8081. <https://doi.org/10.3390/app12168081>
- Al-Refaie, A., Lepkova, N., & Camlibel, M. E. (2022). The Relationships between the Pillars of TPM and TQM and Manufacturing Performance Using Structural Equation Modeling. *Sustainability*, 14(3), 1497. <https://doi.org/10.3390/su14031497>
- Ariani, F., Tugiman, Nasution, D. M., & Sibarani, H. (2020). Corrective Maintenance of Worm Gear a Screw Press Machine with a capacity of 30 tons per hour using Wear Analysis and its response to Conus Pressure. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/851/1/012006>
- Baudin, M. (2007). *Working with Machines*. Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9780429272806>
- Benichou, J., & Malhiet, D. (1991). *Etudes de cas et exercices corrigés en gestion de production: avec rappels de cours* (Les Editions d'Organisation, Ed.). ISBN-10: 2708112880, ISBN-13: 9782708112889
- Birolini, A. (2014). *Reliability Engineering*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39535-2>
- Brah, S. A., & Chong, W.-K. (2004). Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research*, 42(12), 2383–2401. <https://doi.org/10.1080/00207540410001661418>
- Buta, S., & Burciu, A. (2014). *The Impact of the Business Environment on the Shaping of an Organizacion Chart*.
- Campos, R. (2005). *A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total*.
- Cao, L., & Zhang, C. (2015). *KDD '15: Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. ISBN-13: 978-1-4503-3664-2
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>

- Che Ani, M. N., & Shafei, M. (2013). The Effectiveness of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique for the Productivity Improvement. *Applied Mechanics and Materials*, 465–466, 1144–1148. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.465-466.1144>
- Dahlan, M. K. M., Abdullah, N., & Suhaimi, A. I. H. (2021). The Propose Organization Structure for Digital Workplace. *2021 IEEE Symposium on Computers & Informatics (ISCI)*, 31–35. <https://doi.org/10.1109/ISCI51925.2021.9633508>
- Dilworth, J. B. (1992). *Operations Management* (McGraw-Hill, Ed.). ISBN-10: 0071125841, ISBN-13: 9780071125840
- El-Baz, M. A. (2004). A genetic algorithm for facility *layout* problems of different manufacturing environments. *Computers & Industrial Engineering*, 47(2), 233–246. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2004.07.001>
- Ezzahra, S. F., Ahmed, A., & Said, R. (2018). Literature review on successful JIT implementation in developing countries : obstacles and critical success factors. *2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*, 63–68. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428268>
- Falconi, V. (2014). *Qualidade Total - Padronização de Empresas* (2ª Edição). ISBN-13: 978-85-98254-67-8
- Farinha, J. M. T. (2011). *Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão* (Monitor, Ed.).
- Farinha, J. M. T. (2018). *Asset Maintenance Engineering Methodologies*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315232867>
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420025538>
- Ferreira, F. B. (2013). *A engenharia clínica na avaliação de tecnologia em saúde - equipamentos médico-assistenciais na fase de utilização do ciclo de vida*. <http://hdl.handle.net/10362/12233> [Acedido em 6 de junho de 2025]
- Ferreiro, S., Konde, E., Fernández, S., & Prado, A. (2016). *Industry 4.0: Predictive Intelligent Maintenance for Production Equipment*.
- Francis, L. J., Brown, L. B., & Philipchalk, R. (1992). The development of an abbreviated form of the revised Eysenck personality questionnaire (EPQR-A): Its use among students in England, Canada, the U.S.A. and Australia. *Personality and Individual Differences*, 13(4), 443–449. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(92\)90073-X](https://doi.org/10.1016/0191-8869(92)90073-X)

- Gabriel, V. (2005). *Gestão da produção*. www.estg.ipg.pt [Acedido em 6 de maio de 2025]
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2019). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 691–714. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0063>
- Groenevelt, H. (1993). The just-in-time system. Em *Handbooks in Operations Research and Management Science* (Vol. 4, pp. 629–670). Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0927-0507\(05\)80192-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0927-0507(05)80192-6)
- Hashemian, H. M., & Bean, W. C. (2011a). State-of-the-Art Predictive Maintenance Techniques*. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 60(10), 3480–3492. <https://doi.org/10.1109/TIM.2009.2036347>
- Hashemian, H. M., & Bean, W. C. (2011b). State-of-the-Art Predictive Maintenance Techniques*. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 60(10), 3480–3492. <https://doi.org/10.1109/TIM.2009.2036347>
- Hitomi, K. (2017). *Manufacturing Systems Engineering* (K. Hitomi, Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780203748145>
- Hüttmeir, A., de Treville, S., Van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501–507. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.014>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen* (2.^a ed.). ISBN-13: 978-0-07-179036-9
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55000:2014 – Asset management – Overview, principles and terminology*.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 55002:2018 Asset management - Management systems - Guidelines for the application of ISO 55001*.
- International Organization for Standardization. (2024). *ISO 55000:2024 – Asset management — Vocabulary, overview and principles*.
- IPQ. (2021). *NP EN 13306:2021*.
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Jena, M. C., Mishra, S. K., & Moharana, H. S. (2024). Integration of Industry 4.0 with reliability centered maintenance to enhance sustainable manufacturing. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 43(2). <https://doi.org/10.1002/ep.14321>

- Junior, R. M. C. (2011). *Organização, Sistemas e Métodos*. <https://administracaoml.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/05/03-adm-msa-estrutura-organizacional.pdf> [Acedido em 28 de abril de 2025]
- Khariwal, S., Kumar, P., & Bhandari, M. (2021). *Layout* improvement of railway workshop using systematic *layout* planning (SLP) – A case study. *Materials Today: Proceedings*, 44, 4065–4071. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.444>
- Kimera, D., & Nangolo, F. N. (2019). Maintenance practices and parameters for marine mechanical systems: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(3), 459–488. <https://doi.org/10.1108/JQME-03-2019-0026>
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2016). *Operations Management, Processes and Supply Chains* (Eleventh Edition). ISBN-10: 1-292-09386-2, ISBN-13: 978-1-292-09386-4
- LeanWay. (2024). *The Five Principles of Lean*. <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean> [Acedido em 15 de janeiro de 2025]
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering & Management*, 15, 81–92. <https://doi.org/10.14743/apem2020.1.351>
- Levitt, J. (2003). *Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*. ISBN-10: 0831131543, ISBN-13: 978-0831131548
- Maletič, D., Marques de Almeida, N., Gomišček, B., & Maletič, M. (2023). Understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets. *Production Planning & Control*, 34(15), 1497–1512. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2026672>
- Marques, A. P. (1998). *Gestão da Produção - Diagnóstico, Planeamento e Controlo* (T. Editores, Ed.; 4ª). [Acedido em 15 de dezembro de 2024]
- Marques, J. R. (2024). *Quais são os erros mais comuns na implementação do 5S?* <https://jrmcoaching.com.br/blog/quais-sao-os-erros-mais-comuns-na-implementacao-do-5s/>
- Micheli, G. J. L., Rampoldi, A., & Baccanti, F. (2021). A revised systematic *layout* planning to fit disabled workers contexts. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/su13126850>
- Muther, R. (1978). *Planeamento do layout: sistema SLP*.
- Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning Fourth Edition*. www.MIRPBooks.com ISBN-13: 978-0-933684-06-5

- Obermaier, R. (2019). Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Em *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation* (pp. 3–46). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24576-4_1
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Pais, E., Farinha, J. T., Cardoso, A. J. M., & Raposo, H. (2020). Optimizing the Life Cycle of Physical Assets – a Review. *WSEAS TRANSACTIONS ON SYSTEMS AND CONTROL*, 15, 417–430. <https://doi.org/10.37394/23203.2020.15.42>
- Pais, E., Raposo, H., Meireles, A., & Farinha, J. T. (2019). ISO 55001 – A Strategic Tool for the Circular Economy – Diagnosis of the Organization’s State. *Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 2018(1), 89–108. <https://doi.org/10.13052/jiems2446-1822.2018.005>
- Pandit, S., Shinde, J., Lokapure, R., & Kadam, S. (2022). Throughput Improvement by Application of Lean Manufacturing Technique 5S. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, 9, 931–937. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2020.0903112>
- Panjaitan, N., & Yuman, S. (2023). Analysis of Work Environment at Blow Moulding at Blow Moulding Station Using 5S Method and Fishbone Diagram. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 11, 121–133. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2023.011.02.4>
- Peyman, Y., Mohsen, A. S., Hassan, G., Aboulghassim, F., & Zaman, A. (2011). The Analysis of the Relationship between Organizational Structure and Information Technology (IT): And the Barriers to Its Establishment at the University of Isfahan from the Faculty Member’s Viewpoints. *Higher Education Studies*, 1(1). <https://doi.org/10.5539/hes.v1n1p98>
- Pucharelli, P. S. (2004). *Mentalidade Enxuta no Fluxo de Suprimentos da Construção Civil - Aplicação de Macro Mapeamento na Cadeira de Fornecedores de Esquadrias de Alumínio*.
- Rieley, J. B., & Clarkson, I. (2001). How Companies Shift Organizational Behaviors to Improve Performance. *Journal of Organizational Excellence*, 20(4), 45–52. <https://doi.org/10.1002/npr.1106>
- Robatto Simard, S., Gamache, M., & Doyon-Poulin, P. (2023). Current Practices for Preventive Maintenance and Expectations for Predictive Maintenance in East-Canadian Mines. *Mining*, 3(1), 26–53. <https://doi.org/10.3390/mining3010002>

- Rowbotham, F., Galloway, L., & Azhashemi, M. (2007). Operations Management In Context. Em *Operations Management in Context (Second Edition)*. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8198-8.50011-8>
- Rummler, G. A., & Brache, A. P. (2013). *Improving Performance: How to Manage the White Space on the Organization Chart* (Third). ISBN-13: 978-1-118-14370-4
- Salgueiro, G. N. (2015). *Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel*.
- Scott, M. J., Verhagen, W. J. C., Bieber, M. T., & Marzocca, P. (2022). A Systematic Literature Review of Predictive Maintenance for Defence Fixed-Wing Aircraft Sustainment and Operations. *Sensors*, 22(18), 7070. <https://doi.org/10.3390/s22187070>
- Seabra, P. (2021). *Tendências de Evolução nos Sistemas de Produção*.
- Shi, W., Liu, Z., Shang, J., & Cui, Y. (2013). Multi-criteria robust design of a JIT-based cross-docking distribution center for an auto parts supply chain. *European Journal of Operational Research*, 229(3), 695–706. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.03.013>
- Singh, C. D., Singh, D., Singh, K. J., & Kaur, H. (2025). *Condition-Based Maintenance and Residual Life Prediction*. ISBN-13: 978-1-119-93312-0
- Singh, J., & Singh, H. (2015). Continuous improvement philosophy – literature review and directions. *Benchmarking: An International Journal*, 22, 75–119. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2012-0038>
- Singh, J., Vikas, R., & Sharma, R. (2014). Implementation of 5S practices: A review. *Uncertain Supply Chain Management*, 2, 155–162. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2014.5.002>
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. ISBN-10: 85-224-3250-3
- Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. (2019). Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598, 012026. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012026>
- Ton, B., Basten, R., Bolte, J., Braaksma, J., Di Bucchianico, A., van de Calseyde, P., Grooteman, F., Heskes, T., Jansen, N., Teeuw, W., Tinga, T., & Stoelinga, M. (2020). PrimaVera: Synergising Predictive Maintenance. *Applied Sciences*, 10(23), 8348. <https://doi.org/10.3390/app10238348>

- Trindade, M., Almeida, N., Finger, M., & Ferreira, D. (2019). *Design and Development of a Value-Based Decision Making Process for Asset Intensive Organizations* (pp. 605–623). https://doi.org/10.1007/978-3-319-95711-1_60
- Vještica, M., Dimitrieski, V., Pisarić, M., Kordić, S., Ristić, S., & Luković, I. (2021). *Towards a Formal Specification of Production Processes Suitable for Automatic Execution*. 11(1), 161–179. <https://doi.org/doi:10.1515/comp-2020-0200>
- Wang, D., & Yang, S. (2007). Impact of organizational structure and HRM on organizational performance. *2007 IEEE International Engineering Management Conference*, 164–169. <https://doi.org/10.1109/IEMC.2007.5235077>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Change The World*. ISBN-13: 978-1-84737-596-4
- Yang, S., Xiong, W., Zhang, Z., Chen, L., & Huang, S. (2019). Discussion on coding rules and labelling specifications of defect image samples of substation equipment. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(3), 032081. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/3/032081>
- Zangmo, G., & T.Phuntshok, D. (2024). Certifying Asset management system (ISO 55001:2014) in hydropower stations in Bhutan. *IEEE Engineering Management Review*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/EMR.2024.3452942>

ANEXOS

Anexo A – Folha de registo de stock

Registo de Stock (Cantos e Topos)

Para assegurar um maior controlo das entradas e saídas de peças no armazém, solicita-se que sempre que uma peça de cantos e topos entre ou saia, seja registada com os seguintes valores: +1, +2 ... ou -1, -2 ...

RAL	270				325			
	TOPOS		CANTOS		TOPOS		CANTOS	
	D	E	I	E	D	E	I	E
7016								
9006								
7011								
Telha 2001								
Castanho Escuro								
Bordô								
Preto								
Wrinkle								
100PA								
200PA								
Oregon								
Ocre								
Cobre Y33								
Castanho Claro								
Bronze/Beige								
Rosa								
Dourado								
Dourado escovado								
Bege								
Natural								
Imitação Madeira								
Rústico								
Champgne								
7016PA								
Branco								
Verde 6009								
Verde 6005								
Cobre								
Zinco Quartz								
Zinco Antra								
Zinco puro								
Vermelho								
Vermelho/Azul								

Anexo B – Padronização dos materiais

Material		
Alumínio	Galvanizado	GAL.0__0,5
		GAL.0__0,6
		GAL.0__0,8
		GAL.0__1
		GAL.0__1,2
		GAL.0__1,5
		GAL.0__2
		GAL.0__2,5
		GAL.0__3
		GAL.0__4
		GAL.0__5
	Pré-Lacado	PLAC.0__1
		PLAC.0__1,2
		PLAC.0__1,5
		PLAC.0__2
	Lacado	LAC. 0__3009
		LAC. 0__9010
		LAC. 0__7012
		LAC. 0__7022
		LAC. 0__7016
		LAC. 0__7016/0,8
		LAC. 0__7016/1
		LAC. 0__9006
		LAC. 0__9006/0,8
		LAC. 0__9006/1
		LAC. 0__9006/1,5
		LAC. 0__9005
		LAC. 0__9005T
		LAC. 0__1015
		LAC. 0__8004
		LAC. 0__3005
		LAC. 0__Alvero
		LAC. 0__Castanho
		LAC. 0__Corten
		LAC. 0__5010
		LAC. 0__Neivewood
		LAC. 0__9010
		LAC. 0__9010/0,8
		LAC. 0__9010/1
		LAC. 0__9010/1,2
		LAC. 0__9010/1,5
		LAC. 0__9010/2
		LAC. 0__9009
		LAC. 0__8004TC
		LAC. 0__8004TF
	Corten	CORTEN.0__1,5
		CORTEN.0__2
		CORTEN.0__3
		CORTEN.0__4
		CORTEN.0__5
		CORTEN.0__6
		CORTEN.0__8
		CORTEN.0__10
		CORTEN.0__12
		CORTEN.0__15
		CORTEN.0__20

Material		
INOX	INOX.E.304__0,5	INOX.E.316__0,5
	INOX.E.304__0,7	INOX.E.316__0,7
	INOX.E.304__0,8	INOX.E.316__0,8
	INOX.E.304__1	INOX.E.316__1
	INOX.E.304__1,2	INOX.E.316__1,2
	INOX.E.304__1,5	INOX.E.316__1,5
	INOX.E.304__2	INOX.E.316__2
	INOX.E.304__3	INOX.E.316__3
	INOX.E.304__4	INOX.E.316__4
	INOX.E.304__5	INOX.E.316__5
	INOX.BA.304__0,5	INOX.BA.316__0,5
	INOX.BA.304__0,8	INOX.BA.316__0,8
	INOX.BA.304__1	INOX.BA.316__1
	INOX.BA.304__1,2	INOX.BA.316__1,2
	INOX.BA.304__1,5	INOX.BA.316__1,5
	INOX.BA.304__2	INOX.BA.316__2
	INOX.BA.304__3	INOX.BA.316__3
	INOX.2B.304__0,5	INOX.2B.316__0,5
	INOX.2B.304__0,7	INOX.2B.316__0,7
	INOX.2B.304__0,8	INOX.2B.316__0,8
	INOX.2B.304__1	INOX.2B.316__1
	INOX.2B.304__1,2	INOX.2B.316__1,2
	INOX.2B.304__1,5	INOX.2B.316__1,5
	INOX.2B.304__2	INOX.2B.316__2
	INOX.2B.304__3	INOX.2B.316__3
	INOX.2B.304__4	INOX.2B.316__4
	INOX.2B.304__5	INOX.2B.316__5
	INOX.AD.304__3	INOX.AD.316__3
	INOX.E.2F__0,8	
	INOX.E.2F__1	
	INOX.E.2F__1,2	
	INOX.E.2F__1,5	
	INOX.E.2F__2	
	INOX.E.2F__3	
	INOX.LQ__4	
	INOX.LQ__5	
	INOX.LQ__6	
	INOX.LQ__8	
	INOX.LQ__10	
		INOX.E.430__0,5
		INOX.E.430__0,7
		INOX.E.430__0,8
		INOX.E.430__1
		INOX.E.430__1,2
		INOX.E.430__1,5
		INOX.E.430__2
		INOX.E.430__3
		INOX.E.430__4
		INOX.E.430__5
		INOX.2B.430__0,5
		INOX.2B.430__0,7
		INOX.2B.430__0,8
		INOX.2B.430__1
		INOX.2B.430__1,2
		INOX.2B.430__1,5
		INOX.2B.430__2
		INOX.2B.430__3
		INOX.2B.430__4
		INOX.2B.430__5

Material

Ferro	Zinco	Zn.NAT_12	Al = Alumínio LAC = Lacado AN = Anodizado AD = Anti-derrapante GAL = Galvanizado PLAC = Pré-Lacado E= Esmerilado 2F = 2 faces LQ = Laminado a quente Fe = Ferro DEC = Decapado Zn = Zinco Puro NT = Natural QZ = Quartz AZ = Azengar AT = Anthra PIG = Pigmentado Cu = Cobre LT = Latão ZR = Zincor
		Zn.NAT_14	
		Zn.QZ_12	
		Zn.QZ_14	
		Zn.AZ_0,7	
		Zn.AT_12	
		Zn.AT_14	
		Zn.PIG_Vermelho	
		Zn.PIG_Azul	
		Zn.PIG_Castanho	
		Zn.PIG_Verde	
	Cobre	Cu.0_0,5	
		Cu.0_0,8	
		Cu.0_1	
		Cu.0_1,2	
		Cu.0_1,5	
		Cu.0_2	
		Cu.0_3	
		LT.0_0,5	
		LT.0_0,8	
	Latão	LT.0_1	
		LT.0_1,2	
		LT.0_1,5	
		LT.0_2	
		LT.0_3	
	Zincor	ZR.0_1	
		ZR.0_1,2	
		ZR.0_1,5	
		ZR.0_2	
		ZR.0_3	
		ZR.0_4	
Fe.0__1			
Fe.0__1,5			
Fe.0__1,2			
Fe.0__2			
Fe.0__2,5			
Fe.0__3			
Fe.0__4			
Fe.0__5			
Fe.0__6			
Fe.0__8			
Fe.0__10			
Fe.0__12			
Fe.0__15			
Fe.0__20			
Fe.0__25			
Fe.DEC_1			
Fe.DEC_1,5			
Fe.DEC_1,2			
Fe.DEC_2			
Fe.DEC_2,5			
Fe.DEC_3			
Fe.DEC_4			
Fe.DEC_5			
Fe.DEC_6			
Fe.DEC_8			
Fe.DEC_10			
Fe.DEC_12			
Fe.DEC_15			
Fe.DEC_20			
Fe.DEC_25			
Fe.GOTA_3			
Fe.GOTA_4			
Fe.GOTA_8			
Fe.XADREZ_3			
Fe.XADREZ_4			
Fe.XADREZ_8			

Anexo C – Registo dos equipamentos

ID	Qtds	Descrição	Marca	Model	Code	Serial No	Ano	Peso (kg)	Área a Ocupar
1	1	Linha de corte até 1.5mm	Stefa	LCASt1.5	LCA15.E.SP.SCR03GM1CS	241035	fev/24	2200	
2	1	Linha de corte até 3mm	Stefa	LC3-A	END.036	LC200907	jul/20	4500	
3	1	Linha de corte até 1.5mm (NOVA)	Stefa						
4	1	Guilhotina 6m	Stefa	GHP660	GHP100515		jan/10	17500	
5	1	Guilhotina 4m	Stefa	GB640	PR.047	200913	nov/20	4600	
6	1	Viradeira 8m	Stefa	UE250/E50/M10		M18144MB	nov/18		
7	1	Quinadora 4m DNC	Stefa	QUT40-160	QUT090450		jan/09	12000	
8	1	Quinadora 4m CNC	Stefa	QH40-160	QD.004	220973	jun/22	15000	
9	1	Quinadora 6m	Stefa	HBC 160/6000		20230615-23/0	jun/23	6600x1900	
10	1	Corte laser	Gloristar	GS-4020CE			2023		11200x3121
11	1	Perfiadora Dupla com mesa de descarga	Stefa	PFL2.IBR-018-DM	PFL-108	241050	jul/24	16000	
12	1	Enroladores	Stefa	DH1000-C		150688	jan/25	4500	
13	1	Enroladores	Stefa		DES. 1000.150.CB10.000			4750	
14	1	Enroladores	Stefa	DH1000-C	DES. 1000.125.CB10.001			4750	
15	9	Enroladores	Stefa	DE6-151	DE070331		nov/07	315	
16	1	Enroladores	Stefa						
17	2	Enroladores	Stefa	DE500-5	DE110633		out/12	700	
18	1	Tubos dos caleiros	Grover	2300 Auto Sax		11211911			
19	1	Tubos dos caleiros							
20	1	Máquina de curvar tubo	Ancano	MCT-500		011/13	jul/05	220	
21	1	Máquina de curvar tubo	Ancano	MC1		005/2022	jul/05	350	
22	1	Mquinas de quingem 1,5m	Stefa	QD15-60	QD100577		dez/10	2500	
23	1	Calandra							
24	1	Balança	Paulo	BPXXI/CM6I		5380/09			
25	1	Corta cantos	Stefa						
26	1	Serra de corte							
27	1	Máquina de canivão	Jouanel	PRBO14	PRBO14				
28	1	Tesoura de Corte	MASC	Trauschere Typ TS1			jan/25		
29	1	Viradeira manual							
30	1	Calandra							
31	1	Perfiadora Pittsburgh	Jouanel	LFL16					

Anexo D - Folha de produção secção A

[illegible]

Anexo E – Folha de produção secção B

		Cliente: _____		
		Contacto: _____		
		Ordem: _____ Data: 01/07/2025 14:20		
Preparação	Colaborador: _____	Secção: _____	Transporte S ☐ N ☐	Encomenda ☐ Orçamento ☐
Material	l =	Peças:	Conjuntos:	
Tempo de Corte:				
Peso Total:				
Peso Peça:				
v4 1/1				

VIEIRA
SERRALHARIA

Cliente: _____

REF: _____

Data: 01/07/2025

Material															
	Material	Preço (€)	Espessura (mm)	Densidade (g/m³)	C (mm)	L (mm)	Número de Ripas	Peso (kg)	Montagem	Preço (€)	Cliente	Quantidades	Preço (€)	Lacagem	Total c/ lacagem
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
1	Total							0,00					0,00		0,00

Anexo G – Ficha de orçamentos

 Ficha de Orçamento Referência: Preparação: Cliente: Orçamento ☐ Encomenda ☒ Contacto:													
Preparação													
	Material	C (mm)	L (mm)	Esp. (mm)	Chapas	Total (kg)	Sucata (kg)	Corte	Corte e Quinagem	Quinagem extra	CAD	Tempo de corte	Total (€)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
Serralharia													
Descrição								Material	Quantidade	Preço			
Total													
Notas									Cliente	Preço			
									1ª	0,00			
									2ª	0,00			
									3ª	0,00			
V2													

Anexo H – Folha de registo de manutenções



Folha de Registo de Manutenções

Máquina: Quinadeira 1,5m Data: 29/01/2025 Responsável: Tiago/Pedro	Manutenção Corretiva Mudar Escala; Lubrificação; Troca de parafusos;	Manutenção Preventiva	Descrição
Máquina: Quinadeira 1,5m Data: 30/01/2025 Responsável: Pedro/Bruno/ Téc. Stéfa	Manutenção Corretiva Alinhamento punção/matiz; Posição eixo x corrigido;	Manutenção Preventiva	Descrição
Máquina: Laser Data: 01/02/2025 Responsável: Hugo/ / Téc. Laser	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva Limpeza do laser; Troca dos suportes;	Descrição
Data: Responsável:	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Descrição
Máquina: Data: Responsável:	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Descrição



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra