

**Redefinição de *layout* e aplicação de ferramentas *Lean Production*
numa unidade industrial metalomecânica**

Helena Catarina Ribeiro Coelho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Jonas Henriques de Lima

Orientador na Incomef Engineering: Eng.º Rúben Carvalheira



Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

2022-07-22

Aos meus pais
Às minhas irmãs

Resumo

A Incomef Engineering é uma empresa do setor metalomecânico que se dedica à projeção, produção, montagem e pós-venda de equipamentos industriais customizados, destinados principalmente à elevação e manipulação de cargas. A empresa encontra-se a reforçar a sua aposta nos setores ferroviário e aeronáutico, e no desenvolvimento de equipamentos mais complexos, pretendendo melhorar o processo produtivo da sua área de produção e implementar uma cultura de melhoria contínua.

Desta forma, o presente projeto consiste na redefinição do *layout* da área de produção da unidade industrial da empresa e na implementação de ferramentas *lean*, em especial a metodologia 5S, a fim de tornar o *layout* mais eficiente, aumentar a produtividade dos colaboradores, melhorar a utilização dos espaços de trabalho e implementar uma cultura de melhoria contínua.

A parte do projeto focada na redefinição do *layout* exigiu estudar as necessidades da empresa para o chão de fábrica, averiguar as restrições ou condicionantes associadas à sua alteração e avaliar a utilidade de todos os equipamentos existentes. Para a definição do *layout* foram sendo elaboradas propostas que eram aperfeiçoadas sempre que havia espaço para tal ou eliminadas, nos casos que não representavam melhorias ou não eram exequíveis.

A parte da dissertação referente à implementação de melhorias recorrendo a ferramentas *lean* envolveu o levantamento da situação inicial da área de produção e dos seus processos e um contacto e colaboração estrita com todos os colaboradores. No início do projeto foi realizada uma apresentação acerca da metodologia 5S para apresentar as vantagens e utilidades do método e da melhoria contínua enquanto se integrava os operadores no trabalho em desenvolvimento. No projeto, com a implementação da metodologia 5S foram eliminadas todas as ferramentas e itens danificados/ obsoletos, reorganizadas as ferramentas e identificadas áreas de armazenamento. Foram ainda reforçados os planos de limpeza, criadas normas e instruções de utilização e implementado um plano de auditorias 5S. Com a etapa da separação foram descobertos equipamentos de medição em bom estado e um porta ferramentas que aumenta a produtividade do torno pequeno durante o processo de furação.

Adicionalmente, é proposta a normalização do material disponível na soldadura, a criação de um sistema de sugestões de melhoria contínua e a adição de novos computadores para o registo de tempos e visualização dos ficheiros *step* dos projetos em execução.

Layout redefinition and application of Lean Production tools in a metalworking industrial unit

Abstract

Incomef Engineering is a metalworking company dedicated to the design, production, assembly and after-sales of customised industrial equipments intended, mainly, for lifting and handling loads. The company is reinforcing its commitment with the rail and aeronautic sectors, and in the development of more complex equipments, intending to improve the production process of its production area and implement a culture of continuous improvement.

Therefore, this project consists in the redefinition of layout for the production area of company' industrial unit and in the implementation of lean tools, in particular the 5S methodology. The goals are increase the efficiency of the layout, increase operator productivity, improve the utilization of workspaces and implement a culture of continuous improvement.

The part of the project focused on the layout redefinition required to study the needs of the company to the shop floor, investigate the restrictions and the conditioning associated to its changes and evaluate the value of all existing equipments. In order to the layout definition were developed proposals that were improved when there were opportunity to that or eliminated when they were worse that the previous ones or they were undoable.

The part of the thesis relative to the implementation of improvements using lean tools involved the study of the initial situation of the production area and its processes and contact and close collaboration with all workers. In the beginning of the project was done an apresentation about the 5S methodology to present the advantages and the utility of this method and the continuous improvement. Also, it was done to integrate the workers in the developing project. In the project, with the implementation of the 5S methodology were eliminated all obsolet and damaged tools and itens, rearranged the tools and identificated storage areas. Beyound that, the cleaning plans were reinforced, created norms and utilization instructions and implemented a 5S auditories plan. In the sort phase of the methodology were found good measuring equipments and a toolholder that increases the productivity of the lathe in the drilling process.

Furthermore, it is proposed the normalization of the welding section' material available, the creation of a system of continuous improvement suggestions and the adition of new computers to regist times and to view the step files of the running projects.

Agradecimentos

A dissertação apresentada marca o final de uma etapa muito importante da minha vida. Desta forma, gostaria de agradecer a todos os que de alguma forma contribuíram e estiveram presentes durante este percurso.

À Incomef Engineering por me ter proporcionado a oportunidade de realizar este projeto nas suas instalações.

Ao Eng.º Rúben Carvalheira, orientador da empresa, e a todos os membros do Gabinete Técnico, Eng.º Mariana Carreira, Eng.º Pedro Martins, Eng.º André Carvalho e Aurélio Ramalho, por todo o apoio e disponibilidade.

A todos os colaboradores da empresa por contribuírem para a minha dissertação.

Ao Professor Jonas Lima por toda a orientação e apoio no decorrer do projeto.

À minha família, em especial aos meus pais e às minhas irmãs, por sempre me terem ajudado e incentivado.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivações	1
1.2	Apresentação da Incomef Engineering	1
1.3	Objetivos do projeto	2
1.4	Metodologia seguida no projeto	3
1.5	Estrutura da dissertação	3
2	Enquadramento Teórico	4
2.1	<i>Lean Production</i> e <i>Toyota Production System</i>	4
2.1.1	3M	5
2.1.2	Desperdícios	6
2.2	Ferramentas <i>Lean</i>	7
2.2.1	Diagrama de Spaghetti	7
2.2.2	Metodologia 5S	8
2.2.3	Gestão visual	9
2.2.4	PDCA	9
2.2.5	Kanban	10
2.3	Engenharia para encomenda	10
2.4	<i>Layout</i> industrial	11
2.4.1	Objetivos	11
2.4.2	Tipos de <i>layout</i>	12
3	Caracterização da Situação Atual	14
3.1	Processo Produtivo	14
3.2	<i>Layout</i> Inicial	16
3.2.1	Equipamentos	17
3.2.2	Armazenamento de material	18
3.2.3	Potencialidades	19
3.3	Análise das secções atuais	19
3.3.1	Corte e Quinagem	20
3.3.2	Maquinagem 1	20
3.3.3	Torneamento	22
3.3.4	Soldadura	25
3.3.5	Montagem	26
4	Apresentação das soluções propostas	28
4.1	Proposta de <i>Layout</i>	28
4.1.1	Apresentação das necessidades para o <i>layout</i> do setor da Produção	28
4.1.2	Apresentação das restrições ou condicionantes associados à alteração do <i>layout</i> atual	29
4.1.3	Identificação dos equipamentos não necessários	30
4.1.4	Elaboração e avaliação de propostas de <i>layout</i>	30
4.1.5	Apresentação da proposta final para o novo <i>layout</i>	33
4.2	Implementação da metodologia 5S e da gestão visual	36
4.2.1	1S: Separação	36
4.2.2	2S: Organização	38
4.2.3	3S: Limpeza	42
4.2.4	4S: Padronização	42
4.2.5	5S: Disciplina	43
4.3	Utilização de porta ferramentas para furação	44

4.4	Normalização do material disponível na soldadura	45
4.5	Sistema de sugestões de melhoria contínua	46
4.6	Adição de novos computadores para registo de tempos	46
4.7	Adição de um computador para visualização de 3D	47
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	48
	Referências	50
ANEXO A:	<i>Layout</i> Incomeef Engineering.....	53
ANEXO B:	Medição tempos Maquinagem 1	55
ANEXO C:	Quadro resumo dos cenários das propostas de <i>layout</i>	58
ANEXO D:	Distâncias na secção de Maquinagem 1.....	59
ANEXO E:	Formação Metodologia 5S	60
ANEXO F:	Lista equipamentos de medição não calibrados – armário azul.....	67
ANEXO G:	Norma de implementação dos 3S's.....	68
ANEXO H:	Modelo Utilização Cintas	69
ANEXO I:	Modelo Utilização Ganchos.....	70
ANEXO J:	Documento informativo dos comandos do torno pequeno	71
ANEXO K:	Formulário auditoria 5S	72
ANEXO L:	Formulários auditoria 5S preenchidos	73
ANEXO M:	Listagem das ferramentas da secção de Soldadura	75
ANEXO N:	Documentos do quadro de sugestões de melhoria contínua	79

Siglas

A.T. – Assistência Técnica

ATO – *Assemble-to-Order*

CODP – *Customer Order Decoupling Point*

CNC – Controlo Numérico Computorizado

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ETO – *Engineer-to-Order*

FTE – *Full-Time Equivalent*

JIT – *Just-in-Time*

MTO – *Make-to-Order*

MTS – *Make-to-Stock*

O.S. – Ordem de Serviço

PDCA – *Plan – Do – Check – Act*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work in Progress*

Índice de Figuras

Figura 1 – [A] Plataforma de 4 colunas; [B] Prensa hidráulica; [C] Mesa elevatória.....	2
Figura 2 - <i>Layout</i> Incomef Engineering	2
Figura 3 - Representação visual dos 3 M	5
Figura 4 – Diagrama de Spaghetti	7
Figura 5 - Ponto de desacoplamento do pedido do cliente	11
Figura 6 - Layout de produto fixo (ou de projeto).....	12
Figura 7 - <i>Layout</i> funcional (ou de processo).....	12
Figura 8 - <i>Layout</i> por produto	13
Figura 9 - <i>Layout</i> por célula	13
Figura 10 - Processo produtivo entre departamentos	14
Figura 11 - Processo produtivo do Departamento de Produção	15
Figura 12 - <i>Layout</i> Incomef Engineering por secção	16
Figura 13 - <i>Layout</i> do setor da Produção.....	16
Figura 14 – [A] Armazém de chapas e perfis; [B] Armazém de material de revolução	18
Figura 15 - Zona de armazenamento de material de grandes dimensões	18
Figura 16 - Área inutilizada do chão de fábrica	19
Figura 17 - Secção de Corte e Quinagem	20
Figura 18 – [A] Zona de material a maquinar; [B] Carrinho de transporte Maquinagem 1.....	21
Figura 19 - Secção de Maquinagem 1	21
Figura 20 – <i>Layout</i> da secção de Maquinagem 1: Percursos.....	22
Figura 21 - Secção de Torneamento	23
Figura 22 - Zona dos equipamentos CNC: [A] Equipamentos de medição (paquímetros e micrómetros) e documentação CNC; [B] Estante com brocas; [C] Móvel de madeira danificado;	23
Figura 23 - Zona dos equipamentos CNC: [A] Equipamentos de medição (calibres passa/não passa); [B] Objetos fora do foro do processo produtivo.....	24
Figura 24 - Subsecção 1 da secção de Soldadura	25
Figura 25 – Bancadas da secção de Soldadura [A] Subsecção 3; [B] Subsecção 2	25
Figura 26 – Ferramentas e acessórios da montagem [A] Armário com ferramentas; [B] Estante com acessórios e equipamentos; [C] Carrinho de ferramentas.....	27
Figura 27 - <i>Layout</i> cenário 1.....	31
Figura 28 - <i>Layout</i> cenário 2.....	32
Figura 29 - <i>Layout</i> cenário 3.....	32
Figura 30 - <i>Layout</i> cenário 4.....	33
Figura 31 – Proposta de <i>layout</i> : Secção de Corte e Quinagem	33
Figura 32 - Identificação móveis de apoio	34

Figura 33 - <i>Layout</i> secção de Maquinagem 1: Percursos	35
Figura 34 - Proposta de layout: Secção de Maquinagem 1	36
Figura 35 - Itens eliminados da secção de Maquinagem 1	37
Figura 36 - Itens eliminados da secção de Soldadura.....	38
Figura 37 - Bancada de apoio ao torno grande	39
Figura 38 - Arrumação de equipamentos de medição: [A] Antes; [B] Atualmente	39
Figura 39 - Equipamentos calibrados: [A] Etiqueta na estante; [B] Zoom etiqueta na estante; [C] Etiquetas da caixa.....	39
Figura 40 - Equipamentos não calibrados	40
Figura 41 – Zona de armazenamento de material da secção de Torneamento: [A] Antes; [B] Atualmente	40
Figura 42 - Bancada subsecção Soldadura 1	41
Figura 43 - Suporte para desenhos técnicos	41
Figura 44 - Identificação dos armários e do material armazenado.....	41
Figura 45 - Ponto de armazenamento de acessórios de elevação	42
Figura 46 - Instrução para a implementação dos 3 primeiros S's	42
Figura 47 - Instruções de utilização: [A] Cintas de elevação; [B] Ganchos.....	43
Figura 48 - Resultados auditorias 5S	44
Figura 49 -Peça com furação exemplificativa	45
Figura 50 – [A] Esquadro Magnético [B] Grampos de aperto	45
Figura 51 – [A] Cartão de sugestões de melhoria; [B] Quadro informativo com sugestões de melhoria.....	46
Figura 52 - [A] Localização do novo PC tempos na Produção; [B] PC tempos Produção	47
Figura 53 - <i>Layout</i> Incomef Engineering	53
Figura 54 - Legenda <i>Layout</i> Incomef	54
Figura 55 - Auditoria 5S: Maquinagem 1.....	73
Figura 56 – Auditoria 5S: Torneamento.....	74
Figura 57 - Auditoria 5S: Soldadura 3	75
Figura 58 - Auditoria 5S: Soldadura 1	76
Figura 59 - Auditoria 5S: Montagem	77
Figura 60 - Ciclo PDCA	79
Figura 61 - "Como criar sugestões de melhoria?"	80
Figura 62 - Metodologia 5S.....	81

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Lista de equipamentos do setor da Produção	17
Tabela 2 -Legenda das propostas de <i>layout</i>	30
Tabela 3 – Variação das distâncias médias entre os equipamentos e as ferramentas necessárias	35
Tabela 4 - Equipamentos de medição encontrados em S1	37

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O projeto foi desenvolvido no departamento de produção da empresa metalomecânica Incomef Engineering entre março e julho de 2022.

1.1 Enquadramento do projeto e motivações

O contínuo desenvolvimento dos mercados obriga as empresas a procurarem novas soluções para se manterem competitivas, crescerem e conseguirem atender às exigentes necessidades dos clientes.

Nesse sentido, com o intuito de crescer, a Incomef Engineering encontra-se a reforçar a sua aposta nos setores ferroviário e aeronáutico e no desenvolvimento de projetos mais complexos para clientes mais exigentes a nível de prazos de entrega, qualidade e segurança. Contudo, a empresa não possui uma cultura de melhoria contínua enraizada, revela problemas de produtividade e foi alertada numa auditoria realizada por um cliente acerca do *layout* ineficiente da sua área de produção.

Assim, face a estes problemas e às suas pretensões para o futuro, a Incomef Engineering pretende implementar soluções “*lean*” que melhorem o seu processo produtivo e impulsionem a melhoria contínua. Além disso, pretende resolver os problemas relacionados com o *layout* da área de produção reportados pelos clientes.

1.2 Apresentação da Incomef Engineering

A Incomef Engineering é uma empresa do setor metalomecânico, fundada em 1988 na cidade de Matosinhos. Em 2008, dada a expansão do setor e da própria organização, mudou as suas instalações para a zona industrial da Maia onde conta com mais de 2500m² de área coberta. É certificada pela norma ISO 9001 (Qualidade) desde 2014.

A empresa dedica-se ao projeto, produção, montagem e pós-venda de equipamentos industriais, de grandes dimensões, customizados, de forma a atender às necessidades específicas de cada cliente. A organização desenvolve soluções para diversos setores de entre os quais o setor ferroviário, aeronáutico, entretenimento e diversas indústrias.

Dos variados equipamentos produzidos pela Incomef Engineering, destinados principalmente à elevação e manipulação de cargas, destacam-se as plataformas elevatórias como plataformas de tesoura (mesas), plataformas de coluna, niveladores de carga e montadores, prensas hidráulicas e palcos. Na Figura 1 encontram-se exemplos de equipamentos produzidos pela empresa.



Figura 1 – [A] Plataforma de 4 colunas; [B] Prensa hidráulica; [C] Mesa elevatória

Atualmente, a Incomef Engineering encontra-se a reforçar a sua aposta nos setores ferroviário e aeronáutico e no desenvolvimento de projetos especiais, isto é, projetos não *standard* mais complexos e específicos.

A empresa realiza uma produção por projeto, de acordo com “*engineer-to-order*”. A organização responde, projetando e desenvolvendo, pedidos específicos de clientes, com tempos de produção longos.

O Departamento de Produção da Incomef Engineering, local onde foi desenvolvida a presente dissertação, é responsável pela construção, montagem e testagem dos equipamentos desenvolvidos pela empresa e pela produção de componentes para reparações e recondiçionamentos de máquinas pedidas pelo Departamento de Pós-venda. O departamento é constituído pelas secções de Corte e Quinagem, Maquinagem 1: furação e fresagem, Torneamento, Soldadura, Pintura e Montagem.

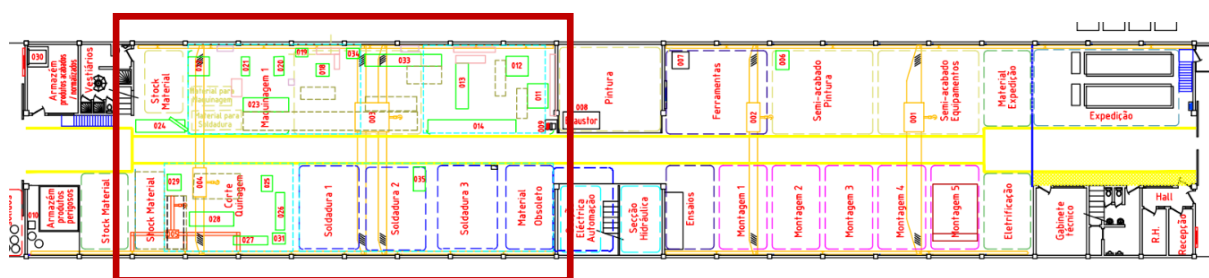


Figura 2 - Layout Incomef Engineering

Na Figura 2, encontra-se representado o *layout* da Incomef Engineering, sendo a área assinalada a zona onde incidirá a alteração do *layout*. O *layout* encontra-se em maior escala, acompanhado da legenda no Anexo A.

1.3 Objetivos do projeto

A Incomef Engineering pretende melhorar o processo produtivo da sua área de produção e implementar uma cultura de melhoria contínua. Desta forma, o projeto desenvolvido durante a presente dissertação prende-se com a implementação da metodologia 5S e outras ferramentas *lean* e o desenvolvimento de uma proposta para o *layout* da área produtiva da empresa.

O projeto conta com os seguintes objetivos concretos:

- Melhorar a utilização do espaço dos postos de trabalho e criar um ambiente de trabalho limpo, saudável e seguro – atingir 80% na auditoria 5S;
- Redesenhar o layout da produção para que se torne mais eficiente;
- Aumentar a produtividade dos colaboradores;
- Implementar uma cultura de melhoria contínua na empresa.

A implementação da metodologia 5S permite criar um ambiente de trabalho limpo, saudável e seguro e melhorar a utilização dos espaços de trabalho. Esta metodologia aliada à utilização de outras ferramentas *lean* permite que se aumente a produtividade dos colaboradores. Além disso, a aplicação destas metodologias e a consequente perceção das melhorias em conjunto com formações e auditorias permite auxiliar a implementação da cultura de melhoria contínua.

1.4 Metodologia seguida no projeto

No desenvolvimento do presente projeto, inicialmente, foi necessário conhecer a empresa e a sua cultura e negócio. Paralelamente, foi realizada uma pesquisa de livros e artigos científicos sobre os temas em estudo, de forma a aprofundar o conhecimento sobre os mesmos.

Seguidamente, foi efetuada uma ação de formação sobre a metodologia 5S aos colaboradores e foi realizado o levantamento da situação inicial através da recolha de dados e da observação e diálogo com os colaboradores.

Após a análise da situação inicial foram identificados os problemas e as oportunidades de melhoria existentes e desenvolvidas soluções a aplicar. Foi implementada a metodologia 5S e outras ferramentas *lean*, com o auxílio de operador de cada posto de trabalho, e foram desenhadas possíveis opções para o *layout* da área de produção, recorrendo ao método iterativo até ser obtida a proposta final.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi escrita durante o desenvolvimento do projeto e é constituída por cinco capítulos, apresentados em seguida.

No primeiro capítulo, onde esta secção se inclui, foram apresentados o enquadramento e as motivações do projeto, a empresa onde este foi desenvolvido, os seus objetivos e a metodologia utilizada para serem alcançados.

No segundo capítulo é realizado um enquadramento teórico dos conceitos, técnicas e métodos aplicados no desenvolvimento do projeto, tais como: *Lean Production*, ferramentas *lean*: metodologia 5S, gestão visual e PDCA, *engineering-to-order* e *layouts*.

No terceiro capítulo é caracterizada a situação atual da empresa e os problemas que apresenta, é descrito o seu processo produtivo e apresentado o *layout* atual da unidade fabril.

No quarto capítulo são expostas propostas de soluções para os problemas identificados no problema anterior. Para as soluções implementadas são exibidos os resultados obtidos.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões do projeto e algumas sugestões de trabalhos futuros a serem desenvolvidos na empresa.

2 Enquadramento Teórico

O presente capítulo contempla a revisão da literatura existente relativa aos temas relevantes para o projeto. Inicialmente são explorados os temas de *Lean Production* e do *Toyota Production System*, de seguida são abordadas as ferramentas *Lean* utilizadas na investigação, o conceito de produção de acordo com “*engineer-to-order*” e, por fim, são estudados os diferentes modelos de *layout* considerados na literatura.

A produção *lean* e o *Toyota Production System* são os temas base para o projeto desenvolvido, sendo relevante para o projeto analisar as ineficiências contrárias a estes ensinamentos e as ferramentas adequadas para a sua diminuição.

2.1 *Lean Production* e *Toyota Production System*

A metodologia *Lean* nasceu no Japão através do conceituado *Toyota Production System*, TPS, (Melton, 2005) desenvolvido após a segunda guerra mundial pela *Toyota Motor Company* liderada pelo engenheiro Taiichi Ohno (Black, 2007).

Após a segunda guerra mundial, devido à situação delicada da economia do país, as empresas japonesas não podiam produzir recorrendo à produção em massa, popularizada por Henry Ford, e utilizada nos países mais ocidentais pelos seus concorrentes (Womack *et al*, 1990). Desta forma, Ohno desenvolveu métodos para a produção automóvel que necessitavam de menos inventário, esforço humano e investimentos, e que produziam produtos com mais qualidade e variedade (Black 2007). Estes resultados eram atingidos através da diminuição do tempo da troca de moldes e da diminuição do tamanho dos lotes, o que consequentemente permitia a diminuição do inventário e dos custos a isso associados. Além disso, era possível descobrir mais rapidamente os defeitos existentes havendo mais facilidade na sua correção (Womack *et al*, 1990).

O *Toyota Production System* é composto por dois pilares: *just-in-time*, JIT, isto é, produzir o produto certo, na quantidade certa, no tempo certo, (Shah and Ward 2007) e *jidoka*, ou seja, autonomia – dar autonomia ao operador e à máquina de parar o processo sempre que for detetada uma anomalia (Shah e Ward, 2007).

Por sua vez, o conceito *Lean Production* utilizado para descrever a filosofia *Toyota Production System*, tornado popular com a publicação do livro *The Machine that Changed the World* por Womack *et al* em 1990, reconhece que apenas uma pequena parte do tempo e esforço produtivo se traduzem em valor para o cliente. Segundo Womack *et al* (1990), *Lean Production* é um método que organiza e gere as relações das empresas com os *stakeholders*, o desenvolvimento do produto e a produção, de acordo com a máxima que é possível produzir mais e melhor com menos (equipamento, esforço humano, tempo e custo) (Silva e Ferreira, 2021).

De acordo com John N. (2018), a transição para uma produção *lean* não deve acontecer rapidamente e em toda a organização, mas sim, com cuidado, em áreas selecionadas, através de uma série de pequenas melhorias – *kaizen*.

O pensamento *Lean* é a base do *Lean Production* e é regido por cinco princípios:

- **Valor**, na perspectiva do cliente;
- **Cadeia de Valor**: todas as ações e atividades necessárias ou sem valor desenvolvidas até à entrega do produto ao cliente;
- **Flow**: todas as tarefas que adicionam valor ao produto sem interromper ou criar inventários;
- **Sistema pull**: produzir apenas o que é pedido pelo cliente no momento em que é pedido;
- **Perseguir a perfeição**: manter os resultados obtidos e perseguir a melhoria contínua.

Para se obter uma produção *lean* é crucial compreender o valor do produto ou serviço disponibilizado, quais as atividades e recursos necessários para o gerar, e eliminar o que não crie valor (Silva and Ferreira 2021).

2.1.1 3M

De acordo com o *Toyota Production System*, existem 3 M's, isto é, três termos japoneses, que são contrários aos ensinamentos *Lean* e que são indicadores de ineficiências ou dificuldades para se alcançar o sucesso desejado nas organizações (Liker, 2004). Os 3 M correspondem ao *Muda* (desperdício), *Mura* (variabilidade) e *Muri* (sobrecarga) (Tiwari, 2021).

Muda significa desperdício, isto é, corresponde às atividades existentes que não acrescentam valor ao processo e, de acordo com o TPS, existem sete tipos de desperdícios, descritos pormenorizadamente na subsecção seguinte.

Mura é a variabilidade do fluxo produtivo, tanto em termos de quantidade quanto em termos de qualidade, e deve-se, geralmente, a flutuações na procura, processos não balanceados e deficiências na alocação de recursos.

Por último, *Muri* corresponde à sobrecarga no processo, referindo-se às situações em que os operadores ou as máquinas trabalham mais do que os seus limites, o que pode causar risco de lesão, absentismo, falhas nas máquinas e desperdícios de energia. Esta sobrecarga deve-se, geralmente, a falhas de planeamento ou previsões, variabilidade da procura e falta de normalização dos procedimentos do processo.

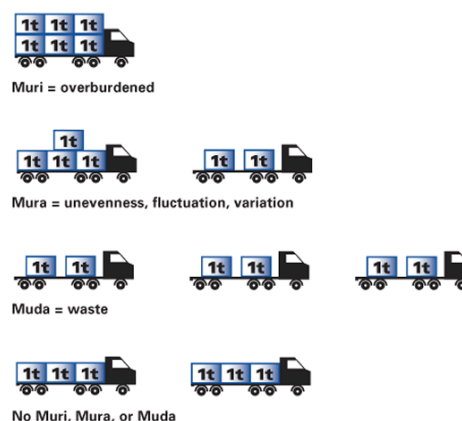


Figura 3 - Representação visual dos 3 M in <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-art-of-lean-an-introduction-to-muda-mura-and-muri/>, consultado em 2022-04-16, 18:05h.

Na Figura 3, é possível observar visualmente os 3M e as diferenças existentes entre si. No caso do *Muri* existe sobrecarga dos recursos, neste caso do camião, que carrega uma carga superior à devida. No *Muda* ocorre o desperdício de recursos, sendo utilizado um camião a mais do que o necessário, já que nenhum dos veículos carrega a carga total permitida. No *Mura*, não há uma utilização balanceada dos recursos ocorrendo simultaneamente uma situação de desperdício e outra de sobrecarga. Por último, na última linha da Figura 3, ocorre o caso *lean*, em que todos os veículos carregam, igualmente, a carga total máxima permitida.

2.1.2 Desperdícios

Os desperdícios, como mencionado anteriormente, referem-se às atividades presentes no processo que não acrescentam valor ao mesmo. São atividades que consomem recursos, mas que o cliente não está disposto a pagar. De acordo com o TPS, existem sete tipos de desperdícios (Melton 2005; Imai 2012):

- **Produção excessiva:** define-se pela produção de produtos ou subprodutos em quantidades superiores às necessárias para atender à procura do cliente ou etapa seguinte da cadeia de produção. Segundo Taiichi Ohne, é a perda mais prejudicial para uma empresa e a “mãe de todos os *mudas*” (Tiwari, 2021), uma vez que gera *stocks*, custos de produção desnecessários e retira capacidade de produzir algo com mais valor para o cliente, criando outros tipos de desperdícios.
- **Transporte:** corresponde ao movimento de materiais entre diferentes processos produtivos, o que significa que este não está a ser processado e a acrescentar valor devendo ser reduzido ao mínimo possível. Este desperdício deve-se principalmente ao *layout* da área de produção e armazéns.
- **Movimentação:** refere-se ao movimento excessivo dos operadores durante o processo produtivo, o que consome tempo sem que seja agregado nenhum valor ao cliente. Este desperdício deve-se a um planeamento não eficaz das operações, falta de normalização dos procedimentos, desorganização dos postos de trabalho e *layout* ineficiente. Este desperdício é ainda relacionado com a falta de ergonomia nos postos de trabalho, o que prejudica a produtividade, qualidade e segurança (Dennis, 2015).
- **Tempo de espera:** refere-se ao tempo em que um operador ou equipamento se encontra parado por falta de matéria-prima, ferramentas ou consumíveis. Ocorre ainda quando um operador monitoriza uma máquina. Este desperdício pode ser resultado de fracos métodos de trabalho, excesso de movimentação, longas distâncias a percorrer e processos não balanceados. Os tempos de espera aumentam o *lead time*, isto é, o tempo entre o pedido e a entrega do produto/ serviço ao cliente (Dennis, 2015).
- **Inventário:** corresponde ao excesso de consumíveis, matéria-prima, produto em processo e/ou produto-final armazenados. Origina desperdícios não só a nível financeiro, mas também de espaço e tempo, e pode ser um indicativo de excesso de produção.
- **Defeitos:** refere-se à produção de produtos ou partes com defeito. Produtos com defeito originam trabalho adicional e despesas relacionadas com a desmontagem e retrabalho. Os defeitos consomem recursos, dinheiro e atrasam a produção, aumentando os *lead times* (John, N, 2018). Desta forma, é aconselhável que seja realizado algum controlo de qualidade desde o início do processo para se identificar e corrigir os defeitos o mais cedo possível.

- **Processamento excessivo:** corresponde às operações existentes no processo produtivo que não acrescentam valor ao produto final, pois são repetidas, dispensáveis ou fazem parte de um sequenciamento ineficiente. Resultam, maioritariamente, de falta de standardização do processo. Além disso, relaciona-se com a produção de soluções superiores aos requisitos dos clientes, como a tentativa de atingir um certo objetivo técnico ou tecnológico que vai contra as necessidades e desejos dos clientes (Dennis, 2015).

A procura e eliminação de desperdícios é uma estratégia crucial para a melhoria contínua, e sempre que os desperdícios óbvios forem eliminados devem ser procuradas as fontes escondidas de mais desperdícios. Para alguns autores, em adição aos sete desperdícios expostos existe ainda outro relacionado com o desaproveitamento do talento dos recursos humanos (John, N, 2018).

2.2 Ferramentas *Lean*

Para se conseguir atingir uma produção mais *lean* existem diferentes tipos de ferramentas que podem ser implementadas. Estas ferramentas devem ser implementadas em conjunto para melhores resultados, mas podem ser aplicadas sozinhas para resolver problemas específicos (Silva e Ferreira, 2021).

Nas subsecções seguintes serão descritas as ferramentas *lean* mais relevantes para o presente projeto e para os trabalhos futuros da organização: diagrama de *Spaghetti*, metodologia 5S, gestão visual, PDCA e *kanban*.

A metodologia 5S, a gestão visual e o PDCA foram aplicados a toda a área produtiva da fábrica. O PDCA será a forma utilizada para conduzir o projeto e o diagrama de *Spaghetti* será utilizado para algumas interpretações.

2.2.1 Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti*, exemplificado na Figura 4, corresponde a uma representação visual do fluxo de colaboradores, produtos ou materiais durante os processos, através do registo da sua rota (ASQ, 2022).

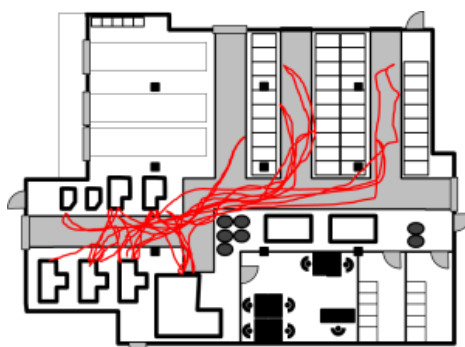


Figura 4 – Diagrama de *Spaghetti* in <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>, consultado em 2022-06-30, 15:30h

Esta ferramenta é de simples utilização, sendo as linhas representações dos percursos da pessoa ou material em análise, desenhados na planta da secção. O objetivo desta ferramenta é analisar as distâncias percorridas para posteriormente se proceder à redução destes desperdícios.

2.2.2 Metodologia 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta de organização dos espaços de trabalho para que estes sejam eficientes, seguros e seja possível incrementar a produtividade. Esta metodologia, geralmente, é uma das primeiras ferramentas *lean* a ser aplicada pelas empresas que procuram ser *Lean* e, para além de ser utilizada em processos produtivos, pode ser aplicada em armazéns, escritórios, serviços, escolas, casas e outros (Silva e Ferreira, 2021; Gapp *et al*, 2008).

A metodologia 5S é baseada em cinco sentidos, isto é, princípios ou etapas representadas pelas palavras japonesas iniciadas pela letra “S”: *Seiri* (Separação), *Seiton* (Organização), *Seison* (Limpeza), *Seiketsu* (Padronização) e *Shitsuke* (Disciplina). Mais detalhadamente, as etapas consistem em (Filip e Marascu-Klein, 2015; McCarty *et al*, 2004):

- **Seiri (Separação):** Eliminar ou remover da área de trabalho as ferramentas ou materiais que não são utilizados, uma vez que o excesso de itens prejudica o fluxo de trabalho (Dennis, 2015). Toda a área de trabalho deve ser verificada incluindo bancadas de trabalho, armários, máquinas e todos os espaços de chão ocupados. Para uma aplicação mais eficiente deste princípio devem ser colocadas questões como: “Porque se precisa de...?”, “Quem precisa de...?”, “Com que frequência...?”, “Quando foi a última vez que se precisou de...?”, e baseado nas respostas os itens devem ser separados em “necessários”, “podem ser necessários” e “não necessários”, sendo mantidos na área de trabalho, guardados em armazém, entregues a outro departamento, vendidos ou eliminados consoante a necessidade de utilização.
- **Seiton (Organização):** Organizar os itens da área de trabalho de forma a que fiquem em zonas visíveis, facilmente identificáveis e acessíveis para não serem necessárias movimentações desnecessárias. Cada item deve ter uma localização atribuída e devem ser organizados consoante a sua frequência de uso, isto é, ferramentas utilizadas muito frequentemente devem ser colocadas em zonas de mais fácil e rápido acesso. A área de cada item pode ser identificada utilizando cores, sinais, quadros ou outros. Os objetivos principais relacionam-se com a transparência, de forma a que todos possam encontrar sempre o que precisam e que situações (necessidades) fora do normal se tornem óbvias (Dennis, 2015).
- **Seison (Limpeza):** Limpar a área de trabalho e criar condições para que seja mantido um ambiente limpo com a eliminação de fontes de sujidade e simplificação dos processos de limpeza. Devem ser limpas as máquinas, bancadas de trabalho, chão, fontes de iluminação, linhas e marcações e verificada a legibilidade da informação disponível na área de trabalho.
- **Seiketsu (Padronização):** Estabelecer regras e uniformizar os processos. Esta etapa consiste na manutenção das melhorias conseguidas com os 3 “S’s” anteriores através da padronização do que foi feito até à data, com a criação de procedimentos e atribuição de tarefas e planos de limpeza.
- **Shitsuke (Disciplina):** Criar condições para que a metodologia seja sustentável ao longo do tempo, se criem rotinas corretas entre os colaboradores e se trabalhe para melhorar os resultados obtidos nas etapas anteriores. É a etapa mais complexa da metodologia uma vez que requer uma forte autodisciplina de toda a organização.

Antes da implementação desta metodologia deve ser realizada uma formação aos colaboradores sobre a metodologia, as suas vantagens e campos de aplicação para eles estarem enquadrados nos passos seguintes e mais abertos à mudança (Filip e Marascu-Klein, 2015).

Para as mudanças implementadas perdurarem no tempo, a disciplina é crucial, mas para tal ser possível, é necessário que a gestão de topo seja um bom exemplo nestes princípios, que haja reforço nos treinos, se acompanhem os resultados através de auditorias e que exista uma estratégia para motivar os colaboradores, mantendo-os a par dos resultados dos seus esforços (Sekine e Arai, 1998).

A aplicação da metodologia 5S permite, entre outros, diminuir o tempo despendido à procura de ferramentas, aumentar a produtividade, diminuir os erros com a troca de materiais ou ferramentas, melhorar a satisfação dos colaboradores (Filip e Marascu-Klein, 2015) e identificar problemas que de outra forma se manteriam ocultos (Gapp *et al*, 2008).

2.2.3 Gestão visual

A gestão visual é uma estratégia de visualização de informação e/ou exibição de requisitos para definir direções (Eaidgah *et al*, 2016) utilizada frequentemente na indústria (Brandalise *et al*, 2022). Está diretamente relacionada com a comunicação (Silva e Ferreira, 2021).

A implementação de gestão visual contribui para a cultura de melhoria contínua das organizações e para que estas atinjam inúmeros benefícios. A gestão visual permite que a informação esteja acessível para um vasto número de pessoas, no momento em que é necessária, e que problemas, anormalidades e desperdícios sejam mais facilmente identificáveis para que medidas corretivas sejam tomadas mais rapidamente, contribuindo para a redução da variabilidade e a eliminação de atividades sem valor associado (Brandalise *et al*, 2022).

A gestão visual auxilia, ainda, no cumprimento correto dos procedimentos, já que que converte conceitos abstratos em práticas concretas, por exemplo, através de procedimentos, instruções e especificações do trabalho expostos de forma atrativa, acessível e fácil de compreender rapidamente. Além disso, permite que seja realizada uma “gestão por factos” com a disponibilização dos objetivos organizacionais, planeamento e dados estatísticos em quadros de performance, pósteres e sinais (Tezel *et al*, 2016).

Para a implementação da gestão visual podem ser utilizadas várias ferramentas, que se dividem em dois tipos consoante a sua finalidade (Eaidgah *et al*, 2016):

- **Ferramentas de mapeamento do processo (*Process mapping tools*)** - ferramentas informativas usadas apenas para visualizar informação e compreender melhor os processos. Ex.: *value stream mapping*, *flow chart*, *name boards* e etiquetas.
- **Ferramentas de gestão visual (*Visual management tools*)** – ferramentas que para além de serem usadas para visualizar informação estão relacionadas com a gestão de performance através da disposição de requerimentos e linhas diretivas. Ex.: *Kanban cards*, instruções de trabalho *standard*, quadros de performance com KPI.

A substituição de ferramentas de controlo visual, como exposição de planeamentos e informações relevantes em paredes, por programas em computador, normalmente revela-se um erro, visto que as ferramentas visuais envolvem as equipas e incentivam ações (Dennis, 2015).

2.2.4 PDCA

O ciclo PDCA é um processo de resolução de problemas, com quadro etapas, utilizado na melhoria e avaliação contínua de processos. As quatro etapas do ciclo são: *plan* (planear), *do* (fazer), *check* (analisar) e *act* (agir) (Ghosh *et al*, 2022; Realyvásquez-Vargas *et al*, 2018).

Na fase do planeamento, *plan*, são identificados objetivos e oportunidades de melhoria e atribuídas prioridades. A situação atual é analisada recorrendo a dados consistentes e são desenvolvidas estratégias para atingir os objetivos definidos (Realyvásquez-Vargas *et al*, 2018).

Na fase seguinte, *do*, ocorre a implementação das estratégias definidas anteriormente. Inicialmente as estratégias podem ser realizadas em pequena escala, em projetos piloto para um teste inicial. Devem ser recolhidos dados para posterior análise.

Na fase da análise, *check*, são analisados os resultados das ações implementadas. É realizada uma comparação entre o antes e o depois da implementação, a fim de se verificar se as melhorias e os objetivos definidos foram alcançados.

Por último, na fase da ação, *act*, existe uma reflexão acerca dos resultados obtidos. No caso dos objetivos terem sido alcançados são desenvolvidos métodos para padronizar as melhorias obtidas. Por outro lado, caso não tenham sido verificadas as melhorias necessárias, o projeto é abandonado e inicia-se um novo, começando pela fase do planeamento.

É importante reter, que o ciclo PDCA é um ciclo de melhoria contínua, o que significa que o processo melhorado se torna a nova base, que pode ser melhorada através de um novo ciclo.

2.2.5 Kanban

Kanban, que pode ser traduzido como “cartão” ou “sinal”, corresponde a sinais visuais que são utilizados para suportar o fluxo do produto através do processo produtivo (Melton, 2005). É um tipo de mecanismo do sistema *pull* que autoriza a mover ou transformar materiais e peças (Elrhanimi e El Abbadi, 2020).

Trata-se de um abastecimento contínuo que utiliza cartões para mostrar a necessidade de trocar caixas vazias por caixas cheias. Neste sistema é utilizado um cartão em conjunto com os supermercados de materiais ou componentes normalizados. Existem limites de inventário e o cartão *kanban* serve de autorização para repor, produzir ou encomendar os materiais ou componentes que se encontram abaixo do limite estabelecido (Powell, 2018). Quando um operador necessita de materiais ou componentes do posto de trabalho anterior ou armazém é utilizado um *kanban* (Saranya and Fumio 2014).

2.3 Engenharia para encomenda

O ponto de desacoplamento do pedido do cliente, CODP, corresponde ao ponto da cadeia de valor em que o produto está conectado a uma ordem específica do cliente. Antes deste ponto, as atividades são desenvolvidas através de previsões, depois do ponto são baseadas em encomendas reais de clientes (Pero and Cannas 2020).

Em geral, são consideradas quatro estratégias diferentes consoante a posição do ponto de desacoplamento do pedido do cliente: *Make-to-stock* (MTS), *Assemble-to-order* (ATO), *Make-to-order* (MTO), e *Engineer-to-order* (ETO), isto é, produção para stock (MTS), montagem para encomenda (ATO), produção para encomenda (MTO) e engenharia para encomenda (ETO).

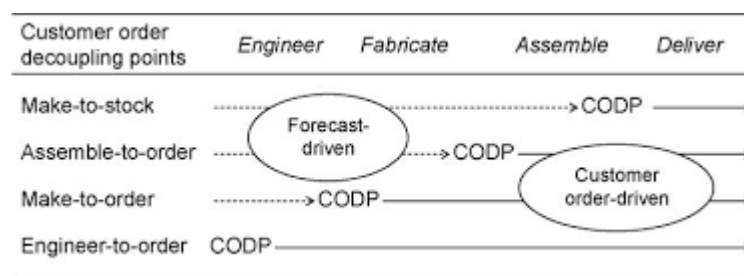


Figura 5 - Ponto de desacoplamento do pedido do cliente (Olhager, J, 2010, fig. 1)

A engenharia para encomenda (ETO), caso do processo produtivo da Incomef Engineering, corresponde à estratégia em que o projeto, engenharia e produção só são realizados após a confirmação da compra pelo cliente. O projeto pode ser realizado do zero ou pode ser adaptado de um projeto existente (Powell *et al*, 2014).

A engenharia para encomenda é geralmente utilizada na produção de produtos customizados, em baixo volume como projetos de construção civil, construção naval e maquinaria (Cannas *et al*, 2020). As empresas que utilizam a estratégia ETO não conseguem prever de forma precisa a procura, comprar material e produzir antecipadamente, e aplicar metodologias de produção em lote (Powell *et al*, 2014).

A produção *lean* é desenvolvida essencialmente em indústrias com pouca customização e muito volume, e a aproximação de um cenário de E.T.O dificulta a aplicação de práticas *lean* (Chiera *et al*, 2021).

2.4 Layout industrial

O *layout* industrial corresponde ao arranjo de tudo o que é necessário para a produção dos bens e serviços, em termos de atividades, recursos e espaços. Um bom *layout* industrial contribui para a eficiência geral das operações, tendo impacto nos custos de produção, quantidade de trabalho em curso, *lead time* e produtividade (Drira *et al*, 2007).

Previamente ao estudo de um novo *layout*, é necessário compreender os processos, fluxos de operações e movimentações a fim de compreender as partes que devem integrar o *layout* e poder criar soluções que diminuam a distância entre os operadores, ferramentas e material.

Além disso, é importante, ao definir um *layout*, considerar a possibilidade do crescimento da empresa ou a necessidade de adaptação a futuras alterações. Desta forma, o *layout* deve ser suficientemente flexível para se adaptar às alterações necessárias sem necessidade de investimentos avultados (Coimbra, 2013; Drira *et al*, 2007).

2.4.1 Objetivos

O objetivo principal de um bom *layout* é garantir um fluxo o mais contínuo possível desde a entrada das matérias-primas até a saída dos produtos finais, evitando paragens e deslocações desnecessárias.

É importante ainda atentar que um *layout* deve ter como base o tipo e volumes dos produtos a fabricar, assim como o tempo de ciclo de cada um. Deve garantir a qualidade do produto, ter capacidade suficiente para responder à procura, promover a comunicação e o fluxo de informação e garantir condições de saúde, higiene e segurança para os operadores. Adicionalmente, deve adaptar-se às restrições de espaço, sendo flexível, maximizar o potencial dos recursos disponível, com o menor investimento possível e facilitar as operações de controlo e manutenção dos equipamentos (Coimbra, 2013; Martins e Laugeni, 2005).

2.4.2 Tipos de *layout*

O tipo de *layout* de uma fábrica é, em grande parte, determinado pelo tipo de produto, processo e volume de produção. Desta forma, considera-se geralmente a existência de quatro principais tipos de *layout*:

- **Layout de produto fixo (ou de projeto):** O produto encontra-se estático enquanto é transformado, sendo a movimentação realizada pelos recursos necessários às operações. Este tipo de *layout* é utilizado quando o produto é de grande porte, não podendo ser movido, como é o caso de navios e aviões.

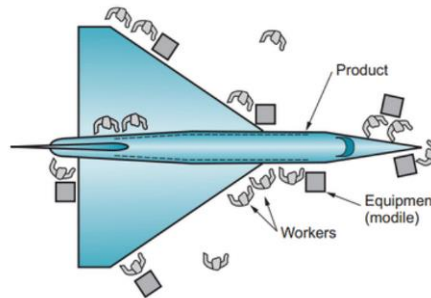


Figura 6 - Layout de produto fixo (ou de projeto) (Molla, 2018)

- **Layout funcional (ou de processo):** Os equipamentos e processos são agrupados de acordo com a sua função. Este tipo de *layout* é adequado à produção em lotes, em sistemas com grande variedade de produtos e com volumes de produção elevados, uma vez que é considerado flexível para produzir diferentes tipos de produto. O *layout* funcional permite que operadores com funções semelhantes estejam geograficamente próximos, o que facilita a comunicação e ajuda entre eles. Contudo, geralmente, utilizando este tipo de *layout* existe mais WIP (trabalho em curso), tempo de produção e deslocações.

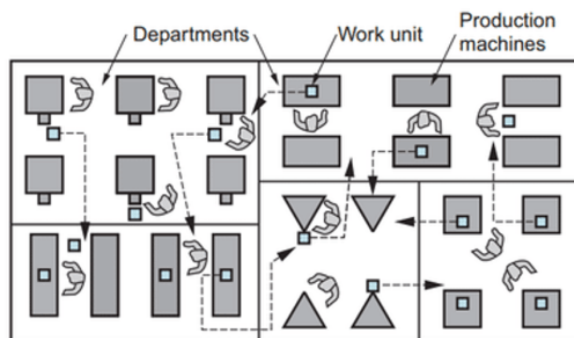


Figura 7 - Layout funcional (ou de processo) (Molla, 2018)

- **Layout por produto:** Os equipamentos e processos encontram-se dispostos de forma sequencial, de acordo com as etapas para a produção de um produto ou família de produtos, formando, frequentemente, uma linha reta. Este tipo de *layout* é adequado para gamas de produtos cujo processo de produção seja semelhante, com baixa variabilidade e elevada procura. Dado o foco para o produto e a proximidade dos equipamentos necessários, é possível obter um fluxo contínuo e eficiente, com menor tempo de produção e deslocações.

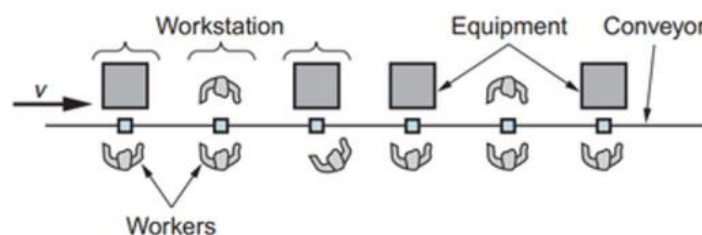


Figura 8 - *Layout por produto* (Molla, 2018)

- **Layout por células:** Os equipamentos são agrupados em diferentes grupos (células), de forma a que cada célula seja gerida autonomamente e opere num tipo de produto ou família de produtos com requisitos de processo semelhantes. Corresponde a um modelo híbrido entre *layout* funcional e por produto, já que separa os setores por operações específicas enquanto os organiza segundo a sua sequência de produção. Este tipo de *layout* permite aumentar a flexibilidade de uma linha de produção, reduzir deslocações e consequentemente os tempos de produção e níveis de WIP.

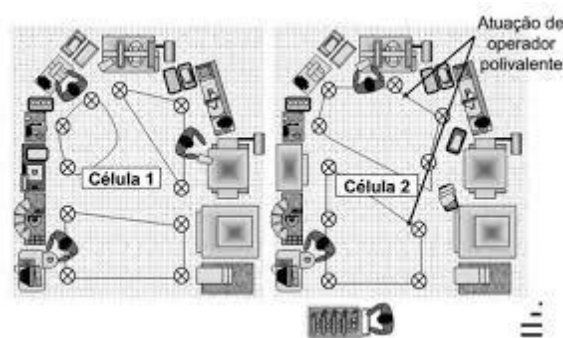


Figura 9 - *Layout por célula* in <https://audaces.com/qual-a-importancia-da-cronoanalise-no-processo-produtivo-de-moda/>, consultado em 2022-04-30, 19:10h

O tipo de produto, processo e volume de produção são cruciais para a escolha do *layout* de qualquer unidade industrial. Desta forma, é necessário proceder à sua análise e considerar todos os factos relevantes à organização, como qualidade, flexibilidade, WIP, tempos de processo, investimento, entre outros.

3 Caracterização da Situação Atual

Neste capítulo é apresentada a situação atual da produção e área produtiva da Incomef Engineering. Inicialmente, é feita uma descrição geral do processo produtivo da empresa, seguindo-se a apresentação do *layout* da área de produção e a organização das suas diferentes secções. Durante o capítulo são identificados e analisados os problemas existentes.

3.1 Processo Produtivo

Na Incomef Engineering, o processo produtivo é realizado por *engineer-to-order* (ETO). Os requisitos da encomenda do cliente são avaliados inicialmente pelo Departamento Comercial que elabora uma proposta. No caso de serem equipamentos não *standard* ou mesas elevatórias (modelo MEX) é realizado um estudo e um anteprojecto pelo Departamento de I&D (Inovação e Desenvolvimento) que deve ser validado pelo cliente.

Após aprovação, é criada uma ordem de serviço (O.S.) que é encaminhada para o Departamento de Projeto, que termina o desenvolvimento do anteprojecto. No caso de ser um equipamento *standard*, a O.S. é enviada diretamente pelo departamento comercial e o projeto é desenvolvido com base nos modelos *standard* estudados no passado.

A fase do projeto é dividida em projeto mecânico/hidráulico e projeto elétrico/automação que ocorrem em paralelo. No Departamento de Projeto mecânico/hidráulico são criados os dossiers de fabrico e montagem, o manual de instruções e todas as listagens de materiais necessários. Os componentes/peças do equipamento podem ser fabricados na Incomef Engineering pelo Departamento de Produção, ou podem ser subcontratados serviços de corte e maquinaria.

Após esta fase, os materiais necessários são comprados ou provisionados pelos Departamentos de Compras e de Aprovisionamento, respetivamente, e é iniciado o processo de fabrico e montagem do equipamento pelo Departamento de Produção, também responsável pela realização dos ensaios mecânicos. Por fim, o equipamento é eletrificado e automatizado pelo departamento de elétrica e automação, sendo este responsável pelos ensaios elétricos ao equipamento.

Após a conclusão do equipamento, estando este validado pelo cliente, é realizada, pelo Departamento de Pós-Venda, a sua expedição e montagem no local final, se tal for requerido.

Na Figura 10 é possível observar o processo produtivo entre departamentos da Incomef Engineering.

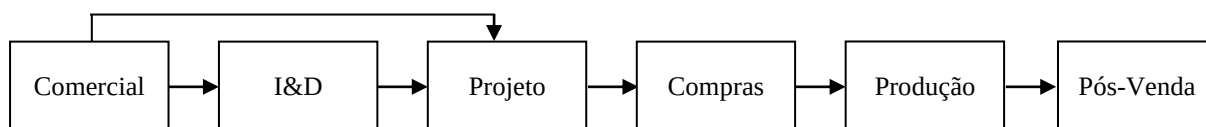


Figura 10 - Processo produtivo entre departamentos

Paralelamente ao desenvolvimento de O.S., comumente denominadas internamente por “obras”, são também projetadas e produzidas assistências técnicas (A.T.), isto é, peças ou conjuntos pedidos pelo Departamento de Pós-Venda para as suas reparações ou manutenções.

Os componentes existentes nos equipamentos são de tamanhos muito distintos, podendo ir desde peças com poucos centímetros até vigas com mais de 6 metros.

No Departamento de Produção existem várias etapas até que se atinja o equipamento final. No caso em que as peças/componentes são produzidas na empresa, são enviados desenhos técnico para a produção e, dependendo da peça a produzir, as etapas envolvidas são distintas. Cada desenho pode corresponder a um só componente ou a um lote.

Normalmente, a produção inicia-se na secção de Corte e Quinagem em que as chapas, perfis e outros são cortados nas medidas indicadas no desenho. Nesta secção ocorre ainda a quinagem das chapas em que tal é necessário.

Seguidamente, nos componentes em que tal é requerido, ocorrem processos de maquinagem. Na secção de Maquinagem 1, estão incluídas as etapas de furação e fresagem. Na secção de Torneamento, tal como o nome indica, existe o torneamento dos componentes de revolução, bem como alguma furação.

Na etapa seguinte, com recurso a desenhos de soldadura, ocorre a soldadura de alguns dos componentes fabricados anteriormente e de alguns dos componentes cujo corte e/ou maquinagem foram subcontratados.

Após a soldadura segue-se a montagem do equipamento, com recurso aos desenhos de montagem. Na secção de Montagem, além do aparafusamento de componentes ou conjuntos, existe alguma soldadura (nos casos em que é mais eficiente ser realizado nesta altura) e mesmo furação, para garantir o correto alinhamento dos furos. Com o equipamento montado realizam-se os ensaios necessários, como o teste de carga. Nos casos em que é necessário, segue-se a desmontagem do equipamento.

Dependendo das situações, a pintura dos equipamentos pode acontecer antes ou depois da montagem/desmontagem.

Para o mesmo equipamento ocorrem diversas etapas em simultâneo. Por exemplo, enquanto um conjunto está a ser soldado, pode estar a ocorrer a montagem de outra parte da máquina, já utilizando conjuntos soldados anteriormente.

Na Figura 11, encontra-se esquematizado o processo produtivo do Departamento de Produção.

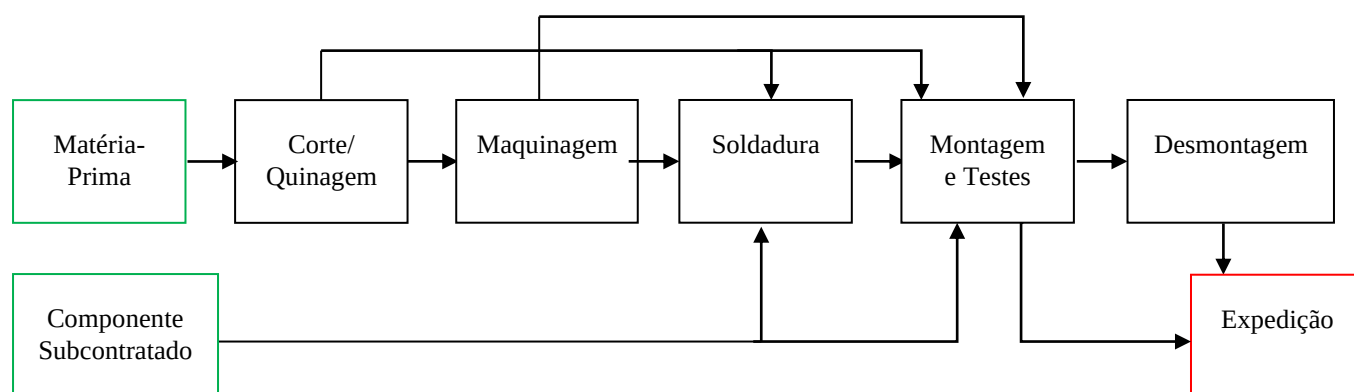


Figura 11 - Processo produtivo do Departamento de Produção

No Capítulo 3.3 serão analisados mais detalhadamente as diferentes secções referidas nesta subsecção da dissertação.

3.2 Layout Inicial

Com o objetivo de identificar e desenvolver ações de melhoria associadas ao *layout* e à disposição dos diversos recursos do chão de fábrica da empresa é necessário conhecer e compreender a situação atual do mesmo.

A área produtiva da Incomef Engineering possui um *layout* de processo (ou funcional), sendo os equipamentos agrupados de acordo com a sua função e papel no processo produtivo. Desta forma, as secções do chão de fábrica da empresa foram definidas de acordo com o processo a que o produto está a ser submetido.

Na Figura 12, é possível observar a divisão do chão de fábrica nas suas diferentes secções. É possível observar que a planta está dividida em dois grandes setores: produção (A) e montagem (B), sendo que o setor da Produção é constituído pelas secções de Corte e Quinagem, Maquinagem 1 (furação e fresagem), Torneamento e Soldadura, e o setor da Montagem é constituído pelas secções de Montagem e Semiacabado. Entre estes dois setores encontra-se o departamento de automação e a cabine de pintura, atualmente em renovações.

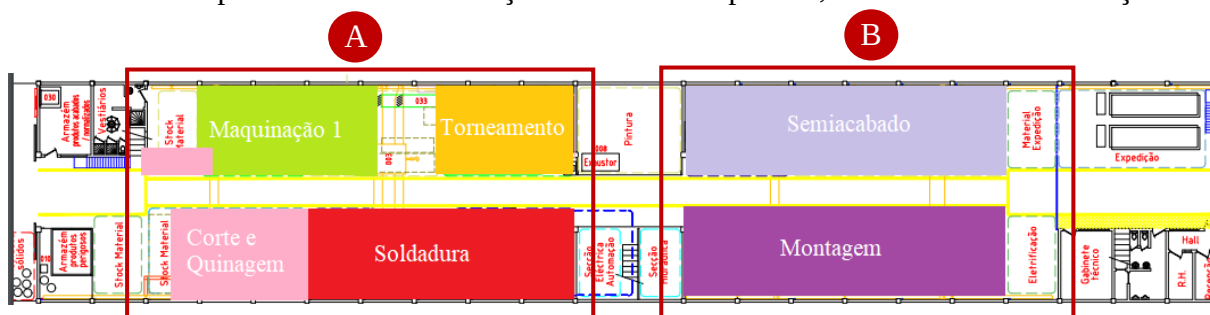


Figura 12 - Layout Incomef Engineering por secção

As secções apresentadas encontram-se divididas por um longo corredor por onde existe circulação de pessoas, veículos e material. Dentro de cada secção existem espaços destinados aos equipamentos, material e circulação de pessoas.

Devido à desorganização do seu *layout*, com a existência de espaços não associados a nenhuma secção, como visível na Figura 12, entre as secções de Maquinagem 1 e Torneamento, e o facto de ter sido mencionado na auditoria de um cliente a sua falta de eficiência, o estudo para a redefinição de layout incidirá sobre o setor da Produção (A), cujo *layout* mais pormenorizado é visível na Figura 13, juntamente com algumas dimensões importantes.

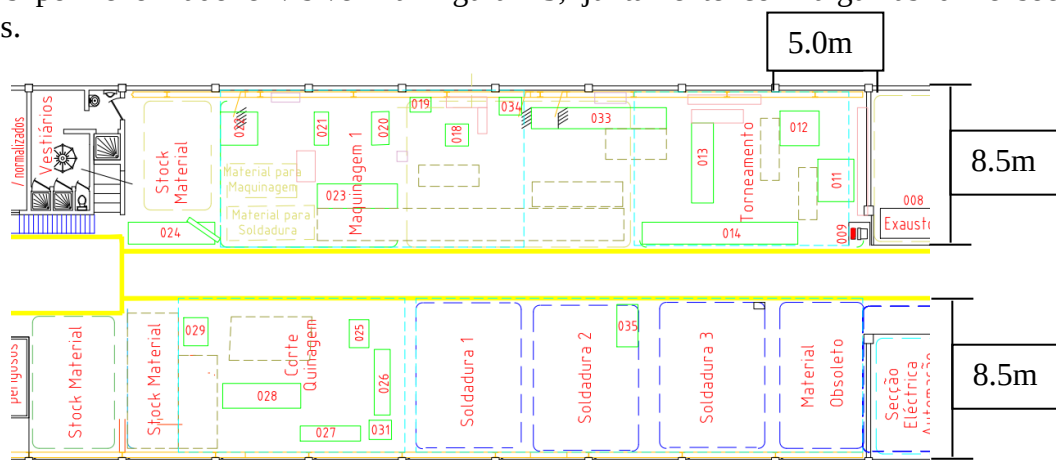


Figura 13 - Layout do setor da Produção

Na Figura 13, as zonas demarcadas a linha descontinua amarela torrada correspondem a locais onde há material armazenado, quer seja matéria-prima ou WIP. Na zona à esquerda da

secção de Corte e Quinagem existe um armazém de chapas e perfis, enquanto que na zona à esquerda da secção de Maquinagem 1 existe um armazém de materiais de revolução.

Os retângulos a verde correspondem aos equipamentos do setor e os retângulos rosa a alguns dos armários existentes. Na Figura 13 é ainda possível observar que existem zonas inutilizadas com material obsoleto.

Nas próximas subsecções será descrito com mais atenção o estado inicial da área de produção relativamente aos equipamentos e zonas de armazenamento de material, e serão descritas algumas potencialidades da alteração do layout atual.

3.2.1 Equipamentos

Juntamente com a compreensão do processo produtivo e do *layout* da empresa, foi efetuado um levantamento dos equipamentos de trabalho existentes, com o objetivo de categorizar os equipamentos em necessários, obsoletos ou danificados, e identificar os equipamentos a considerar na nova proposta de *layout*.

Na Tabela 1 está presente o registo dos equipamentos disponíveis no setor da Produção, por secção, e o seu estado atual. Os dados apresentados servem de legenda à Figura 13, e os números serão utilizados ao longo do restante documento como identificação dos respetivos equipamentos.

Tabela 1 - Lista de equipamentos do setor da Produção

Secção	Número	Equipamento	Estado
	9	PC tempos	Necessário
Torneamento	11	Torno CNC	Obsoleto
Torneamento	12	Furadora CNC	Obsoleto
Torneamento	13	Torno pequeno	Necessário
Torneamento	14	Torno grande	Necessário
Maquinagem 1	18	Furadora	Necessário
Maquinagem 1	19	Prensa de escatelar	Necessário
Maquinagem 1	20	Furadora vertical Ø menores	Necessário
Maquinagem 1	21	Furadora vertical Ø maiores	Necessário
Maquinagem 1	22	Fresadora	Necessário
Maquinagem 1	23	Plaina	Necessário
Corte e Quinagem	24	Serrote mecânico grande	Necessário
Corte e Quinagem	25	Punçoadora	Necessário
Corte e Quinagem	26	Quinadeira	Necessário
Corte e Quinagem	27	Quinadeira	Necessário
Corte e Quinagem	28	Guilhotina	Necessário
Corte e Quinagem	29	Serrote mecânico pequeno	Obsoleto
Corte e Quinagem	31	Corta-Cantos	Necessário
	33	CNC	Obsoleto
	34	Máquina afiadora	Necessário
Soldadura	35	Prensa de desempenho	Necessário

Detalhando algumas informações da Tabela 1, para uma melhor leitura, as cores representativas das secções correspondem às mesmas utilizadas na Figura 13. Relativamente aos equipamentos, o CNC, correspondente ao número 33, não contém nenhuma secção atribuída, uma vez que se encontra no espaço entre a Maquinagem 1 e o Torneamento, não

sendo utilizado em nenhuma etapa do processo. Por outro lado, o PC tempos, de número 9, encontra-se junto à secção de Torneamento, mas é utilizado por todos os colaboradores da Produção e Montagem. A máquina afiadora, número 34, por sua vez, pertence simultaneamente à secção de Maquinagem 1 e de Torneamento, estando colocada entre as duas secções. Por último, a prensa de desempenho, número 35, presente na secção de Soldadura é utilizada por qualquer colaborador que necessite.

Analisando mais atentamente a Tabela 1, é possível constatar que um número considerável de equipamentos se encontra obsoleto, o que conduz à ocupação desnecessária de espaços que poderiam ser utilizados para outros fins. Adicionalmente, a criação de um fluxo contínuo é dificultada, já que são interrompidos percursos que poderiam ser utilizados, implicando maiores deslocações, o que contraria a máxima *lean* de existir apenas o essencial à realização das atividades de valor.

Deste modo, para o desenho do novo *layout*, é essencial analisar os equipamentos obsoletos, para se possível serem eliminados, de forma a se aplicar corretamente a primeira etapa da metodologia 5S, fazendo a triagem para apenas o essencial ao processo produtivo.

3.2.2 Armazenamento de material

Na Figura 13, as zonas de armazenamento de material, quer seja matéria-prima ou WIP, encontram-se demarcadas com linha descontinua amarela torrada.

Como mencionado anteriormente, e apresentado na Figura 14, junto da área produtiva existem dois armazéns de matéria-prima, um referente a chapas e perfis e outro referente a materiais de revolução.



Figura 14 – [A] Armazém de chapas e perfis; [B] Armazém de material de revolução

Contudo, estes espaços não são suficientes para todas as matérias-primas necessárias, uma vez que materiais de grandes dimensões, como vigas UPN, utilizadas frequentemente nos equipamentos fabricados, têm um tamanho superior à largura dos armazéns, 8.5m. Desta forma, estas matérias primas são armazenadas no centro do chão de fábrica, junto ao corredor central, na zona entre a Maquinagem 1 e o Torneamento, como é observável na Figura 15.

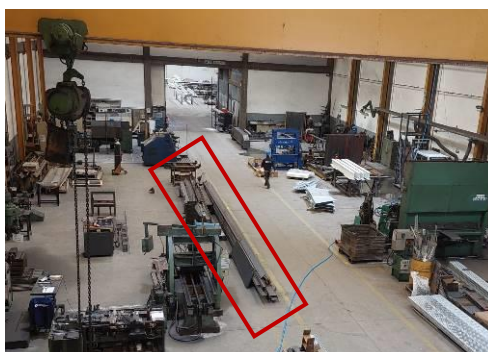


Figura 15 - Zona de armazenamento de material de grandes dimensões

Em cada uma das secções existem zonas para material a trabalhar e material já trabalhado, que é depois transportado para a zona seguinte do processo produtivo.

Não existe, nenhuma zona atribuída ao armazenamento de componentes vindos das atividades subcontratadas, como laser e CNC, sendo estes guardados à chegada “onde há espaço”, o que origina que, por exemplo, na soldadura, frequentemente, se desperdice tempo em atividades desnecessárias como procurar pelas peças necessárias. Além disso, componentes com defeito são armazenados entre secções, em espaços vagos, como é o caso da área inutilizada entre a Maquinagem 1 e o Torneamento.

3.2.3 Potencialidades

As análises realizadas nas subsecções anteriores mostram que existe muito espaço inutilizado na planta atual, com espaços utilizados unicamente para armazenamento de material obsoleto e vários equipamentos obsoletos e danificados. Na Figura 16 encontram-se assinaladas a vermelho as zonas inutilizadas pelos motivos descritos.

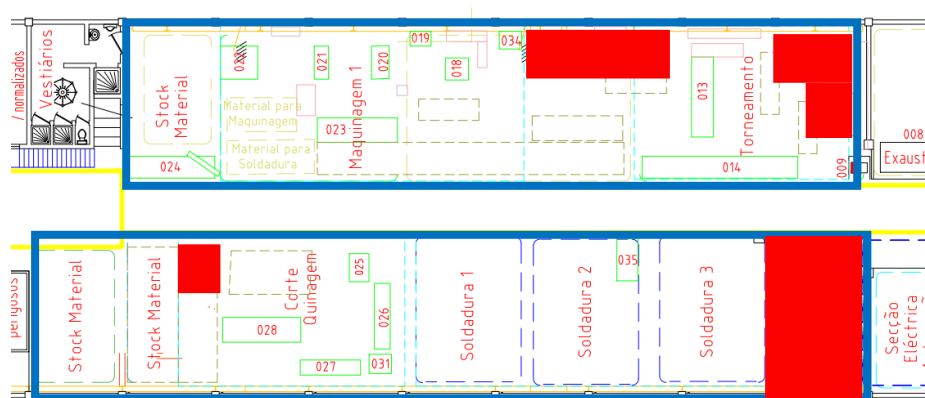


Figura 16 - Área inutilizada do chão de fábrica

Considerando as áreas de armazenamento de material, e excluindo a área do corredor, sensivelmente 12% da área produtiva encontra-se inutilizada. Este número apenas tem em conta as zonas utilizadas exclusivamente para armazenamento de material obsoleto e a área dos equipamentos obsoletos e danificados, não considerando toda a área mal aproveitada dentro das secções, o que significa que a percentagem de espaço desaproveitado é superior, sendo possível desenhar um *layout* mais eficiente.

Na secção seguinte serão abordados o estado e a organização de cada secção da área de Produção pelo que serão referidas características relativas ao *layout* de cada uma das secções do chão de fábrica.

3.3 Análise das secções atuais

Para implementar uma cultura de melhoria contínua na Incomef Engineering e melhorar os espaços de trabalho para uma produção mais *lean* é essencial analisar cada uma das secções do Departamento de Produção da empresa juntamente com os colaboradores.

Desta forma, as subsecções seguintes contemplam uma análise a cada uma das secções relativamente ao seu processo produtivo, organização e problemas identificados.

Algumas etapas do processo produtivo são iguais para qualquer uma das secções como é o caso da análise do desenho técnico do componente ou conjunto e o registo do tempo de produção/montagem, isto é, dirigir-se ao PC tempos (9) antes e depois da transformação e registar o código de barras do desenho juntamente com o seu código de funcionário. O registo destes tempos além de permitir registar a duração de cada etapa do processo produtivo

permite fazer o rastreio dos componentes e saber quem foi o operador responsável por cada etapa.

Embora na parte do projeto referente ao *layout* não seja considerada a secção de Montagem, a mesma será tida em conta na presente análise, uma vez que também poderá ser alvo de ações de melhoria utilizando ferramentas *lean*.

3.3.1 Corte e Quinagem

A secção de Corte e Quinagem é operada por um operador e é constituída por dois serrotes mecânicos (24 e 29), sendo que um está danificado (29), uma guilhotina (28), duas quinadeiras (26 e 27), um corta cantos (31) e uma punçonadora (25). O serrote mecânico em bom estado (24), de grandes dimensões, encontra-se separado fisicamente da restante secção pelo corredor da fábrica.

Nesta secção efetuam-se, tal como o nome indica, os processos de corte e quinagem, porém, quando necessário são também soldadas chapas para se atingir o comprimento necessário para a peça em fabricação. Os materiais a transformar são movimentados, sempre que necessário, com recurso à ponte rolante e após serem transformados são colocados no local respetivo para a próxima etapa do processo produtivo.

Para apoio ao processo existe um armário fechado onde são armazenadas as ferramentas necessárias, equipamentos de proteção para soldadura e objetos pessoais. Além disso, junto ao armazém existe um armazenamento de sobras de chapa para serem utilizadas sempre que possível. Nas Figura 17 é possível observar o plano geral da secção.



Figura 17 - Secção de Corte e Quinagem

Os processos de corte e quinagem, principalmente o de corte ocorrem a uma boa cadência, não sendo considerados gargalos do sistema, pelo que não serão alvo de grandes alterações.

3.3.2 Maquinagem 1

A secção de Maquinagem 1 é operada por dois operadores, sendo que um deles trabalha simultaneamente no Departamento de Aprovisionamento. A secção é constituída por uma plaina (23), uma fresa (22), três furadoras (18, 20 e 21) e uma prensa de escatelar (19). Na plaina, além de se removerem irregularidades da superfície plana, é possível remover material em excesso (espessura) e realizar alguma furação. Na fresadora são realizadas as operações de fresagem, com a remoção do material em excesso, e a realização de rasgos, perfurando o componente. Por último, nas furadoras são produzidos os furos necessários e algumas roscas, embora outras sejam realizadas manualmente com recurso a machos e caçonetes, numa bancada de trabalho.

Apesar de nesta secção se efetuarem essencialmente as operações de furação, fresagem e rosqueamento, é necessário, por vezes, rebarbar as arestas vivas antes de se iniciarem as operações.

Os materiais a maquinar encontram-se colocados sobre uma paleta na zona junto ao armazém, como representado na Figura 18 [A], e dependendo do tamanho podem ser colocados, no momento em que vão ser transformados, num carrinho com sensivelmente a altura dos equipamentos, como observável na Figura 18 [B], dado que tal facilita o transporte e a troca das peças, além de ser mais ergonómico. Após a maquinação, as peças são armazenadas numa paleta do lado oposto da secção até transitarem para a próxima fase do processo produtivo.



Figura 18 – [A] Zona de material a maquinar; [B] Carrinho de transporte Maquinação 1

Na Figura 19 é possível observar o plano geral da secção.



Figura 19 - Secção de Maquinação 1

Para apoio aos processos existem três armários fechados, não identificados, e três estantes. Os armários têm funções distintas, sendo o maior destinado ao armazenamento de fresas e os outros dois destinados ao armazenamento de machos, estando identificadas as suas medidas na posição correspondente a cada um. Quanto às estantes, uma é destinada ao armazenamento de brocas, outra é utilizada como apoio à plaina e a última armazena caçonetes e machos, sendo ainda utilizada como bancada de trabalho.

Um componente que sofra transformação na secção de Maquinação 1 pode estar envolvido em mais do que um processo, como por exemplo sofrer diminuição da espessura na plaina e realizar rasgos na fresadora.

Analisando um dia de trabalho de um dos operadores desta secção, dados presentes no Anexo B, constata-se que cerca de 4% do tempo é gasto para fazer o registo dos tempos, uma vez que a secção está afastada cerca de 35 metros, no seu ponto mais distante, do computador (9), o que significa que, ida e volta, são desperdiçados entre 45 segundos a 1 minuto. Em média, um equipamento desta secção fica a 29 metros do PC tempos (9). Além disso, sempre que há alguma dúvida com o desenho, o colaborador necessita de procurar o encarregado ou, se este não estiver disponível, dirigir-se ao Gabinete Técnico, no mínimo a 65 metros de

distância. Se o encarregado não conseguir esclarecer a dúvida também necessita de ir ao Gabinete Técnico. Adicionalmente, cerca de 8% do tempo foi desperdiçado a trocar ou procurar ferramentas.

As ferramentas existentes em cada um dos móveis de apoio são utilizados em mais do que um equipamento. As brocas são utilizadas nas três furadoras -18, 20 e 21- e, no caso de brocas de maior diâmetro, na plaina (23). Os machos são utilizados nas furadoras 20 e 21 e na banca de apoio para rosqueamento manual, e as fresas são utilizadas na fresadora (22) e na plaina (23). A bancada de trabalho, pode ser necessária para executar alguma ação independentemente do equipamento em que o operador se encontra a trabalhar, tal como acontece com a máquina afiadora (34). Na Figura 20, é possível observar o *layout* da secção atual da Maquinagem 1 com os diferentes móveis de apoio e os percursos para a obtenção das ferramentas, sendo que o amarelo representa o caminho para as fresas, o laranja para as brocas, o azul para os machos e o vermelho para o móvel de apoio à plaina.

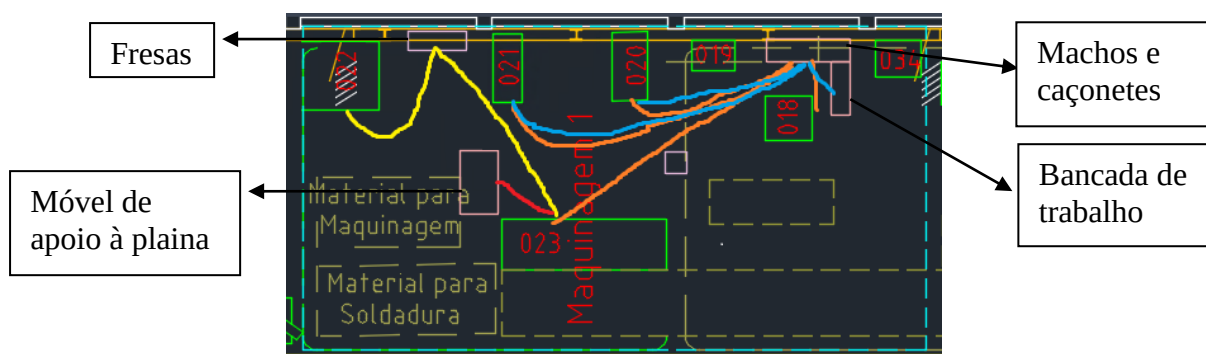


Figura 20 – *Layout* da secção de Maquinagem 1: Percursos

Considerando todos os percursos, em média, a distância média a percorrer entre um equipamento e as ferramentas necessárias é de 4.57m, sendo a distância média entre uma furadora e as brocas de 4.46m, e 5.08m considerando também a plaina. A distância média para a bancada de trabalho, onde se encontra o torno de bancada é 6.91m e a distância média para a máquina afiadora é 9.62m. No Anexo D, estão disponíveis todas as distâncias individuais.

Concluindo, de acordo com a observação realizada e as opiniões expressadas pelos colaboradores, os principais problemas e desperdícios da secção são:

- Tempo desperdiçado em deslocações;
- Tempo desperdiçado na troca/procura de ferramentas;
- Falta de identificação das zonas de armazenamento;

É de notar que alguns dos problemas identificados são comuns a outras secções e carecem de uma solução a nível da fábrica e não apenas da secção.

3.3.3 Torneamento

A secção de Torneamento é operada por um operador e é constituída por dois tornos, um deles para peças de revolução de grande dimensão (14), cujos comandos se encontram do lado do corredor, e outro para componentes mais pequenos (13), perpendicular ao anterior. Nesta secção encontram-se ainda dois CNC obsoletos (11 e 12) e a zona dos equipamentos de medição. Na Figura 21 encontram-se imagens reais da secção.



Figura 21 - Secção de Torneamento

Nesta secção realizam-se as operações de transformação de peças de revolução, através do torneamento interior e exterior, rosqueamento, furação axial, sangramento (abertura de canais), facejamento (preparação da face de referência para que fique sem rugosidade) e respetivos acabamentos. O material a torner ou torneado é colocado junto aos equipamentos CNC separado consoante se são destinados a O.S. ou pedidos internos, seja para A.T. ou *stock*, embora não haja indicação da diferenciação.

Para apoio à secção existem duas estantes junto ao torno pequeno (13), Figura 21, que contêm ferramentas dos dois tornos, juntas, o que significa que sempre que se utiliza o torno grande (14) é necessário contorná-lo, procurar as suas ferramentas junto às restantes e retornar, cerca de 32m, o que demora aproximadamente 40 segundos. Esta situação, além de ser um desperdício de movimento, induz a que se desperdice ainda mais tempo à procura da ferramenta certa, uma vez que não há separação física entre elas. Além das estantes existem, ainda, vários armários fechados que contêm ferramentas e buchas de torno menos utilizados.

Na zona dos CNC, como mostrado na Figura 22 e na Figura 23, existem armários com ferramentas de corte pertencentes a estes equipamentos, uma estante de brocas, raramente utilizadas, um móvel de madeira, danificado, com material nas gavetas não correspondente à identificação respetiva e duas estantes juntas com os equipamentos de medição, calibrados e não calibrados e a documentação dos CNC. Nesta zona, encontram-se também objetos fora do foro do processo produtivo como é o caso de uma cadeira de praia.



Figura 22 - Zona dos equipamentos CNC: [A] Equipamentos de medição (paquímetros e micrómetros) e documentação CNC; [B] Estante com brocas; [C] Móvel de madeira danificado;



Figura 23 - Zona dos equipamentos CNC: [A] Equipamentos de medição (calibres passa/não passa); [B] Objetos fora do foro do processo produtivo

O modo de funcionamento dos dois tornos varia ligeiramente. O torno pequeno (13) possui uma torreta de mudança rápida de ferramentas, o que significa que não é necessário mover o cabeçote móvel sempre que se precisa de alterar a ferramenta. Existem porta ferramentas adequados a cada processo como desbaste ou sangramento para aplicação na torreta. Contudo, no torno grande não existe este mecanismo, havendo apenas uma torre antiga. Além disso, com a utilização da torre antiga para afinar a altura das ferramentas de corte é preciso utilizar chapas como calços, o que não se verifica com o uso da torreta.

No torno pequeno (13) existem porta ferramentas aplicáveis à maioria processos, contudo, tal não se verifica para proceder à furação e marcação de pontos, que tem de ser realizada de forma mais manual, com o deslocamento do cabeçote móvel e constante aperto das ferramentas. Este facto, provoca desperdícios de tempos sempre que há necessidade de fazer furações.

No fim do das operações realizadas nesta secção, sempre que há cotas toleranciadas, é necessário garantir que as tolerâncias são respeitadas. Para isso, utilizam-se os equipamentos de medição disponíveis: paquímetros, micrómetros, calibres passa/não passa e calibres de rosca.

Os equipamentos de medição encontram-se na zona dos equipamentos CNC, sobrepostos e sem identificação o que provoca desperdícios de movimento e de tempo enquanto se procura o equipamento necessário. Além disso, os equipamentos calibrados encontram-se misturados com os não calibrado, que não estão identificados como tal, embora só os calibrados possam ser utilizados. Desta forma, o operador não é induzido a utilizar os equipamentos corretos e, em último caso, é necessário repetir a medição com o equipamento certo e podem ser detetadas peças não conformes.

Concluindo, de acordo com a observação realizada e as opiniões expressadas pelo colaborador destacam-se os seguintes problemas e desperdícios:

- Tempo desperdiçado em deslocações;
- Tempo desperdiçado à procura de ferramentas;
- Falta de identificação das zonas de armazenamento;
- Falta de gestão visual com os equipamentos de medição;
- Falta de torreta no torno grande;
- Falta de porta ferramentas para furação;
- Falta de informação.

É de notar que o problema da falta de informação está relacionado com o problema da falta de gestão visual, já que a informação não está disponível visualmente, ou quando está, não é de forma clara.

3.3.4 Soldadura

A secção de Soldadura é constituída, em condições normais, por três soldadores, cada um deles alocado a uma das três subsecções existentes, estando o posto 1 representado na Figura 24. Estas subsecções têm tamanhos variáveis já que são divididas por cortinas que podem ser movidas consoante o espaço necessário para cada trabalho. Geralmente, antes do início do ato de soldar, é necessário preparar as peças para o processo a que vão ser submetidas através da limpeza das superfícies recorrendo à rebarbagem.

Cada subsecção de Soldadura é constituída por uma máquina de soldar e dois cavaletes para suporte dos conjuntos a soldar, aos quais pode ser adicionada uma chapa para criar uma mesa para trabalhar conjuntos mais pequenos.



Figura 24 - Subsecção 1 da secção de Soldadura

Por outro lado, as subsecções apresentam diferenças entre si. Somente uma subsecção possui suporte para as folhas dos desenhos técnicos e apenas duas subsecções possuem uma bancada de trabalho, com local para ferramentas, sendo que uma tem um espaço de trabalho reduzido, como é possível atentar na Figura 25. Adicionalmente, existem ferramentas como grampos apenas disponíveis numa das subsecções, pelo que é necessário haver movimentações desnecessárias, além de desperdícios de espera quando as ferramentas estão a ser utilizadas por outro soldador. Os esquadros magnéticos existentes são apenas utilizados por um dos soldadores, uma vez que foram adquiridos pelo colaborador, gerando diferenças de produtividade e facilidade do trabalho entre subsecções.



Figura 25 – Bancadas da secção de Soldadura [A] Subsecção 3; [B] Subsecção 2

Para apoio à etapa da soldadura, dispostos em prateleiras, existem acessórios para furos, quer seja para o seu alinhamento ou proteção e alguns moldes para soldas recorrentes e medições. Contudo, os moldes não estão identificados e é desconhecida a utilidade de alguns.

Na zona central da secção existem três armários fechados. Um armário contém consumíveis como bobines para a máquina de soldar e discos para a rebarbadora, outro tem ferramentas, do tipo chaves, pouco utilizadas e o último contém ferramentas utilizadas na prensa alocada fisicamente à secção.

Relativamente aos componentes a soldar, os componentes provenientes da secção de Corte e Quinagem são colocados numa área próxima da Maquinagem 1 e são posteriormente transferidos, juntamente com o material maquinado e vindo de processos subcontratados, para a zona da subsecção onde o conjunto de que fazem parte será soldado. Contudo, como não há uma zona específica para armazenar as peças a soldar vindas de processos subcontratados, nem se encontram separadas por O.S., quando necessárias, principalmente em mudanças de conjunto e pouco depois de chegarem às instalações da empresa existe um *muda* de tempo à procura dos componentes necessários.

Concluindo, de acordo com a observação realizada e as opiniões expressadas pelos colaboradores destacam-se os seguintes problemas e desperdícios na secção:

- Falta de zonas de armazenamento para componentes a soldar;
- Falta de identificação dos moldes e desconhecimento do intuito de muitos;
- Falta de ferramentas;
- Falta de bancadas de trabalho;
- Falta de normalização entre subsecções.

É de notar ainda que quando um novo colaborador chega à secção de Soldadura existe pouca informação do material e moldes disponíveis o que dificulta o trabalho inicial.

3.3.5 Montagem

A secção de Montagem encontra-se localizada num setor diferente das restantes secções e corresponde ao local onde os equipamentos são montados na sua forma final através de aparafusamento, colagem e soldadura, quando necessário. Geralmente encontram-se entre dois a três equipamentos em montagem.

Embora não pertença ao setor da Produção, o registo dos tempos realiza-se igualmente no PC tempos (9) presente no setor da Produção.

Nesta secção são ainda realizados os ensaios, como o teste de carga e são posteriormente desmontados os equipamentos que requerem o transporte por partes ou peças. Sempre que necessário são realizadas furações para corrigir falhas ou garantir o alinhamento dos furos, e rebarbam-se superfícies.

Para apoio ao funcionamento da secção existem bancadas de trabalho, armários organizados com as ferramentas necessárias, como chaves, e prateleiras com acessórios de auxílio para o alinhamento de furos e de espessuras, organizados por tamanhos. Existe ainda um carrinho de ferramentas totalmente equipado. Os colaboradores que utilizam as ferramentas dos armários utilizam um carro de apoio onde colocam as ferramentas e equipamentos, como a aparafusadora, que vão precisar para executar o trabalho em questão, que é movimentado para os locais onde o operador necessita, como acontece com os carrinhos de ferramentas. Na Figura 26, encontram-se imagens dos diferentes aspetos mencionados.



Figura 26 – Ferramentas e acessórios da montagem [A] Armário com ferramentas; [B] Estante com acessórios e equipamentos; [C] Carrinho de ferramentas

Os materiais normalizados do tipo parafusos, porcas, anilhas, buchas, rebites e similares, necessários para cada O.S. encontram-se colocados numa mesa da secção de Montagem devidamente identificados. Contudo, sempre que existe algum erro no pedido, ou há alguma falha não há quase nenhum tipo de *stock* na secção o que exige que o colaborador contacte o encarregado que por sua vez se dirige ao armazém ou Gabinete Técnico para fazer o pedido do material em falta. Desta forma, há um *muda* de tempo de espera por parte do trabalhador ou este tem de passar para outra parte do processo.

Similarmente ao que sucede na soldadura, frequentemente é necessário procurar peças vindas de processos subcontratados, pois não há um local destinado ao seu armazenamento.

Concluindo, de acordo com a observação realizada e as opiniões expressadas pelos colaboradores os principais problemas e desperdícios são:

- Falta de locais para armazenamento das peças vindas de processos subcontratados;
- Falta de stock para materiais do tipo parafusos, porcas, anilhas, buchas e similares.

Adicionalmente aos problemas destacados nas diversas secções realça-se ainda a existência de cintas de elevação, em mau estado, espalhadas pelo chão de fábrica nas secções armazéns e espaços livres.

4 Apresentação das soluções propostas

Neste capítulo são enunciadas propostas de melhoria que visam a eliminação dos desperdícios identificados no capítulo anterior tendo por base a redefinição do *layout* da Produção e o conceito *Lean*.

Em primeiro lugar, será apresentada a proposta de *layout* para o setor de Produção da empresa, bem como a descrição do processo para a sua elaboração. Seguidamente, serão expostas as melhorias realizadas nas diferentes secções utilizando diferentes ferramentas *lean* como a metodologia 5S, a gestão visual e o PDCA, com especial enfoque na primeira.

4.1 Proposta de Layout

Os modelos de *layout* desenvolvidos procuram responder às necessidades atuais da empresa e diminuir as áreas inutilizadas. Além disso, procuram resolver alguns dos problemas identificados no capítulo anterior como os desperdícios associados às deslocações e à procura e troca de ferramentas.

O processo de criação do novo *layout* foi desenvolvido de modo iterativo. Tendo em conta os problemas identificados no capítulo anterior e em concordância com as necessidades da produção e as restrições existentes, foram sendo elaboradas propostas de *layout* que eram aperfeiçoadas sempre que havia espaço para tal ou eliminadas, nos casos em que não representavam melhorias ou não eram exequíveis.

O processo para a elaboração das propostas para o novo *layout* dividiu-se, assim, nas seguintes etapas:

1. Apresentação das necessidades para o *layout* do setor da Produção;
2. Apresentação das restrições ou condicionantes associados à alteração do *layout* atual;
3. Identificação dos equipamentos não necessários;
4. Elaboração e avaliação de propostas de *layout*;
5. Apresentação da proposta final para o novo *layout*;

O desenvolvimento das etapas expostas será apresentado nas próximas subsecções.

4.1.1 Apresentação das necessidades para o *layout* do setor da Produção

O novo *layout* do setor da Produção da Incomef Engineering precisa de acomodar todas as etapas do processo produtivo existentes atualmente no espaço: corte, quinagem, furação, fresagem, rosqueamento, torneamento e soldadura.

Relativamente aos espaços necessários para armazenamento de material, além de armazéns que acomodem matéria prima até 8,5 metros, é necessário um espaço que permita armazenar material com um comprimento superior, como vigas de 12 metros.

Adicionalmente, é necessário que em cada secção exista uma zona para o material a transformar e material já transformado.

É essencial que exista uma área para os componentes vindos de processos subcontratados como laser e CNC, divididos por O.S., para a sua verificação e armazenamento até seguirem para a etapa seguinte do processo produtivo. É aconselhável a existência de uma zona para a colocação de material não conforme para que possa posteriormente ser devolvido ao fornecedor, armazenado em armazém ou eliminado.

Em relação às secções é necessário que seja possível circular com paletes de 1,2m de comprimento, que seja respeitado o espaço mínimo entre equipamentos para que o material seja transformado e que sejam minimizadas as movimentações e deslocações.

Face ao crescimento esperado pela empresa e à expectativa de novos investimentos é crucial que haja alguma flexibilidade para adição, no futuro, de novos equipamentos, como CNC e que exista a capacidade de implementar dois novos postos de soldadura, totalizando cinco. Os dois novos postos podem ser de menores dimensões, já que se destinam à soldadura em série de conjuntos pequenos.

Concluindo, os critérios e necessidades para o *layout* final são:

- Flexibilidade para a adição de novos equipamentos;
- Investimento necessário para a concretização do layout (minimizar);
- Capacidade para armazenar componentes com mais de 8,5m, peças vindas de processos subcontratados e material a transformar e já transformado;
- Cumprimento dos requisitos para a circulação de material;
- Diminuição das deslocações e movimentações.

4.1.2 Apresentação das restrições ou condicionantes associados à alteração do *layout* atual

No desenvolvimento das propostas para o novo layout é necessário considerar que as etapas de corte e quinagem, tal como as etapas de fresagem, furação e rosqueamento são realizadas pelos mesmos operários, seguidamente, pelo que é adequado que continuem juntas, na mesma secção para evitar desperdícios. Além disso, nas secções existentes atualmente, várias ferramentas são utilizadas em mais do que um equipamento, não se justificando a sua separação.

É indispensável, também, considerar a necessidade de um corredor de acesso aos balneários e que se respeitem as condições dos seguintes equipamentos:

- As furadoras grandes (20 e 21) transformam peças até 2m, sendo esse o espaço livre necessário à direita e esquerda destes equipamentos;
- As quinadeiras (26 e 27) e a guilhotina (28) transformam peças até 3m de comprimento ou largura, sendo este o espaço livre necessário à frente destes equipamentos;
- O serrote mecânico grande (24) necessita de espaço livre do lado esquerdo da sua utilização, para poder cortar peças de grandes dimensões.

Relativamente à alteração da localização dos diferentes equipamentos é importante atentar que o torno grande (14) e a plaina (23) se encontram colocados em alicerces devido ao seu peso e envergadura. Desta forma, a sua movimentação obriga a custos adicionais relacionados com a construção de novos alicerces e a remoção dos anteriores.

4.1.3 Identificação dos equipamentos não necessários

Na Subsecção 3.2.1, foi discutido o estado de cada um dos equipamentos presente no setor da Produção da unidade fabril. Avaliou-se se todos eram necessários ao processo produtivo ou se alguns se encontravam obsoletos, a fim de se estudar a possibilidade de excluir do *layout* final os equipamentos não essenciais, diminuindo a área ocupada e melhorando os fluxos de materiais e pessoas.

Concluiu-se que quatro equipamentos se encontravam obsoletos: o torno CNC (11), a furadora CNC (12), o serrote mecânico pequeno (29) e outra CNC (33). Uma vez que estes equipamentos se encontram obsoletos e não são utilizados no processo produtivo optou-se pela sua eliminação, mantendo-se no *layout* final apenas os equipamentos necessários.

Adicionalmente à exclusão dos equipamentos não necessários, decidiu-se eliminar todo o material obsoleto existente na área adjacente à secção de Soldadura.

No período de tempo em que se desenvolveu este projeto, o torno CNC (11) e a furadora CNC (12) foram vendidos, não estando já presentes no chão de fábrica.

4.1.4 Elaboração e avaliação de propostas de *layout*

Como referido anteriormente, o processo de criação do novo *layout* foi desenvolvido de modo iterativo. Desta forma, serão apresentados 4 cenários para possíveis *layouts*, pela ordem em que foram desenvolvidos, expondo os motivos da evolução para o cenário seguinte.

A Tabela 2 corresponde à legenda dos layouts 4 apresentados.

Tabela 2 -Legenda das propostas de *layout*

Número/Símbolo	Legenda
13	Torno pequeno
14	Torno grande
18	Furadora
19	Prensa de escatelar
20	Furadora vertical Ø menores
21	Furadora vertical Ø maiores
22	Fresadora
23	Plaina
24	Serrote mecânico grande
25	Punçoadora
26	Quinadeira
27	Quinadeira
28	Guilhotina
31	Corta-cantos
34	Máquina afiadora
35	Prensa de desempenho
	Equipamento
	Mesa/bancada de trabalho
	Móvel/estante de apoio
	Armazenamento de material transformado/ a transformar
	Armazenamento de matéria-prima
	Delimitação das secções
	Local de operação

Atentando à variedade de produtos e peças produzidas pela Incomef Engineering e considerando as funções dos operadores optou-se pela manutenção do *layout* funcional, em que os equipamentos e processos são agrupados em secções de acordo com a sua função.

No *layout* proposto, a fim de diminuir o investimento necessário, decidiu-se manter a localização do máximo de equipamentos possível, principalmente dos que exigem a construção de novos alicerces. Desta forma, tentou-se apenas alterar a posição da plaina (23) ou do torno grande (14).

A secção de Maquinagem 1 é a secção cujo *layout* é mais ineficiente e desorganizado, uma vez que na sua área de 130.50m² apenas 12.75m², ou seja, cerca de 9.8%, corresponde a área com equipamentos. Assim, optou-se por alterar mais significativamente a área desta secção na nova planta.

Os 4 cenários expostos têm em conta os aspetos referidos e serão apresentados de seguida:

O cenário 1, apresentado na Figura 27, não altera o Torneamento e adiciona duas subsecções de soldadura na zona das antigas CNC. No outro lado do corredor, mantém a secção de Soldadura na mesma zona e, na área do material obsoleto cria uma zona para conjuntos de soldadura terminados, ou em caso de necessidade, um novo posto de soldadura. Estas opções são interessantes e serão mantidas nas restantes propostas, já que atribuem flexibilidade ao *layout* e minimizam movimentações de equipamentos. Além disso, existe espaço para o armazenamento de material não conforme, vindo de processos subcontratados e para soldadura, e uma área sem função atribuída que adiciona flexibilidade para novos equipamentos.

O cenário mantém o serrote mecânico (24) na mesma localização, o que aumenta as deslocações dentro da secção de Corte e Quinagem e prejudica o acesso ao material não conforme e vindo dos fornecedores de laser e CNC. As alterações em termos de equipamentos ocorreram apenas na secção de Maquinagem 1, mas a secção mantém-se com muita área livre (desaproveitada).

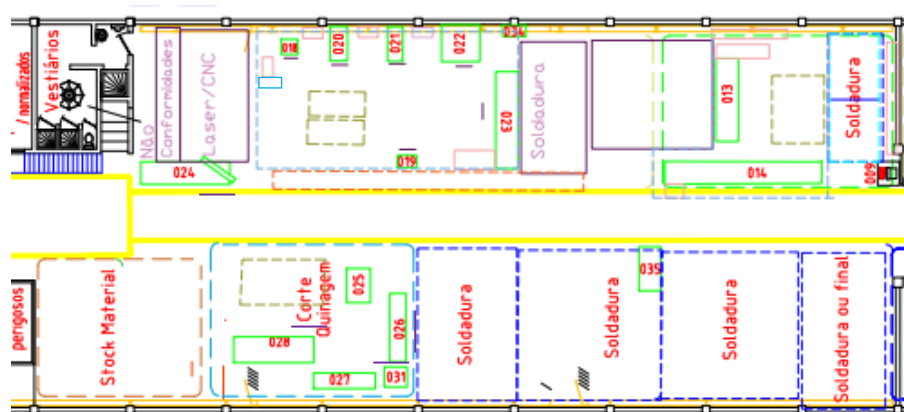


Figura 27 - *Layout* cenário 1

No cenário 2 (Figura 28), o serrote mecânico (24) está colocado na secção de Corte e Quinagem juntamente com os restantes equipamentos, o que diminui as deslocações necessárias na secção e melhora o acesso ao material não conforme e vindo de laser e CNC. Como existe área livre à esquerda da sua utilização e 3 metros livres à frente da guilhotina (28) é uma opção possível pelo que se manterá nas restantes propostas.

A secção de Maquinagem 1 encontra-se mais condensada, num *layout* em “C”, mas o acesso à bancada de trabalho, onde se encontra o torno de bancada, é deficiente. Além disso, existe material armazenado nos dois lados da secção e separação entre a Montagem 1 e o Torneamento, o que visualmente torna o *layout* desorganizado, dificulta a entreaajuda entre as

secções e aumenta a distância percorrida pelo torneiro para afiar as suas ferramentas na máquina afiadora (34).

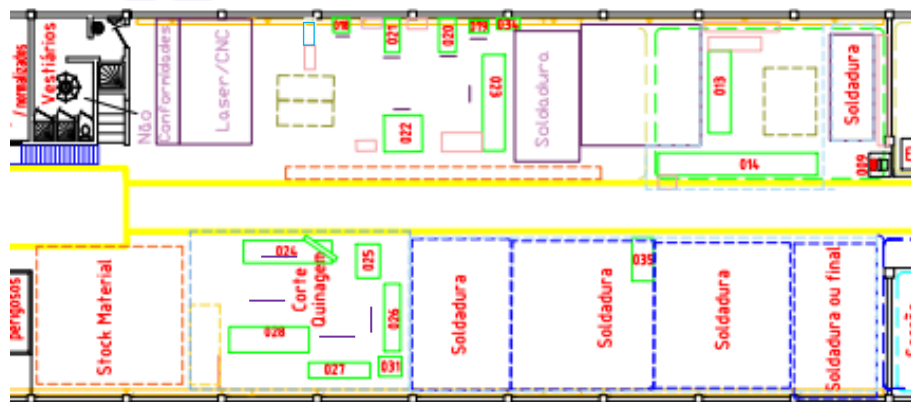


Figura 28 - Layout cenário 2

No cenário 3 (Figura 29), a secção de Montagem 1 passa para a zona adjacente ao Torneamento e a plaina (23) é colocada junto ao torno pequeno (13). As áreas de armazenamento encontram-se seguidas, estando a área livre para novos equipamentos entre a zona de material para soldadura e a zona de maquinaria. A localização do material para soldadura afasta-se da secção de Soldadura, mas isso não representa um problema visto que o material necessário para os conjuntos atuais de cada subsecção se encontra armazenado no próprio posto.

A bancada de trabalho está posicionada no centro da secção, o que facilita o seu uso. Por outro lado, por uma questão de facilitar o acesso ao móvel de apoio à plaina (23), que é crucial para o processo, é preferível que este se encontre do lado direito da utilização da plaina, o que implica que, num *layout* em C, que diminui a área da secção, a fresadora tem de estar do lado do móvel para que as furadoras possam ficar juntas e diminuir deslocações.

Neste cenário, caso seja necessário aumentar o comprimento do espaço da matéria-prima de grandes dimensões, o acesso ao material a maquinar e maquinado é dificultado.

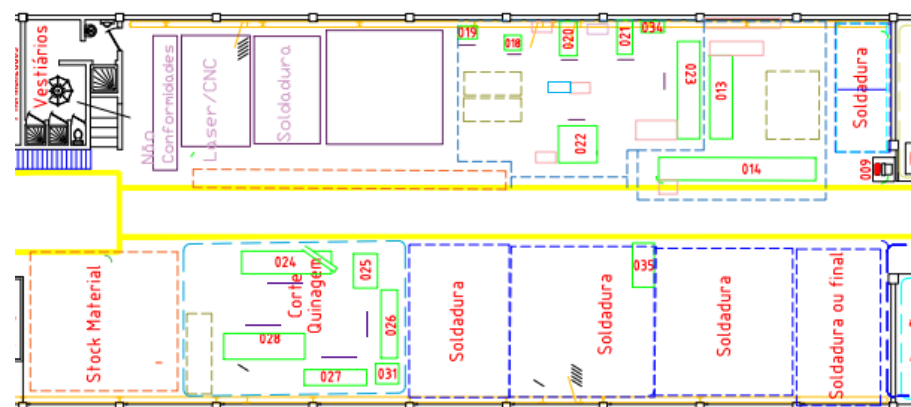


Figura 29 - Layout cenário 3

No último cenário, o cenário 4 (Figura 30), o *layout* da Maquinagem 1 é invertido, ficando a plaina (23) do lado oposto e o armazenamento do material da secção junto ao Torneamento. A furadora (18) passa para o centro da secção para concentrar a área das furadoras e permitir existência de apenas uma estante para brocas.

O acesso à zona de material a maquinar e maquinado é mais acessível, mesmo que seja necessário aumentar o comprimento do espaço da matéria-prima de grandes dimensões, visto

que há espaço disponível do lado dos vestiários e uma distância livre de 3.2m entre a zona da matéria-prima de grandes dimensões e o torno grande (14), quando apenas é necessário 1.2m.

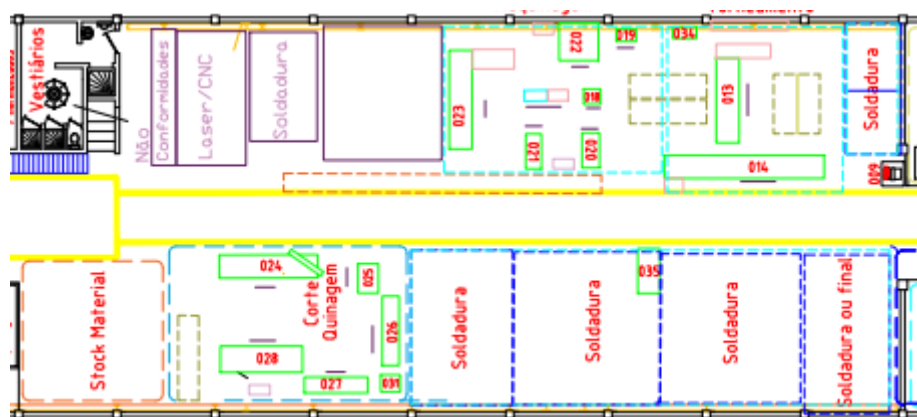


Figura 30 - Layout cenário 4

No Anexo C é apresentado um quadro resumo com as alterações, vantagens e desvantagens dos cenários apresentados.

4.1.5 Apresentação da proposta final para o novo layout

O cenário 4 corresponde à proposta final para o novo layout da empresa. Deste modo, de seguida, serão apresentadas mais pormenorizadamente as características deste layout e os benefícios que trará à empresa.

No novo layout, a secção de Corte e Quinagem manteve maioritariamente a planta anterior, com a exceção do serrote mecânico (24) que transitou para a área em que se encontram os restantes equipamentos da secção, o que permite que a secção fique mais concentrada, com consequentemente menores deslocações para o operador. Os requisitos sobre o espaço livre de 3 metros necessário à frente da guilhotina (28) e quinadeiras (26 e 27) foi respeitado, bem como espaço livre à esquerda da utilização do serrote mecânico (24), como se pode observar na Figura 31, cujas medidas estão apresentadas em metros.

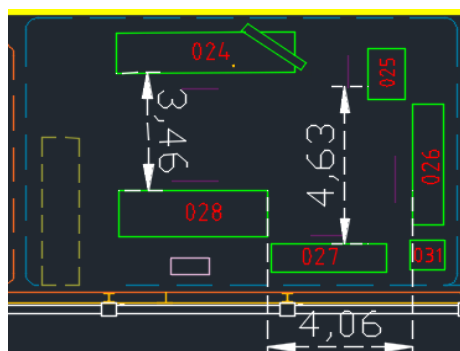


Figura 31 – Proposta de layout: Secção de Corte e Quinagem

Nesta secção existe uma área para armazenamento de material cortado antes de ser transferido para a etapa seguinte do processo produtivo.

Relativamente à secção de Torneamento, na nova planta, os equipamentos mantêm-se nas mesmas posições sendo apenas adicionado um móvel de apoio ao torno grande (14). Como referido na Subsecção 4.1.3, as CNC obsoletas existentes na zona da secção foram eliminadas, o que libertou uma área de aproximadamente 20 m². Nesta secção foi criada uma zona para colocação do material a torner e já torneado, sendo que na zona mais perto do torno pequeno (13) se deve encontrar o material a transformar na secção e do lado oposto o material já transformado.

No novo *layout*, como pretendido, estão definidos cinco postos de soldadura, três para a soldadura de conjuntos de grandes dimensões e dois junto à secção de Torneamento, na antiga zona das CNC, para a soldadura de conjuntos de dimensões reduzidas, com cerca de 7 a 8m² cada. Existe ainda uma área para um possível sexto posto de soldadura, que enquanto não for necessário, deve ser utilizado para o armazenamento de conjuntos de soldadura terminados. Em relação à área de armazenamento de componentes/peças a soldar foi criada uma área com sensivelmente 25m² que deve ser dividida consoante O.S. e conjunto, sempre que possível. Em cada posto de soldadura, cujo tamanho deve variar consoante o trabalho em questão, deve ser criado um local para a colocação das peças a soldar no conjunto atual, preferencialmente do lado esquerdo.

Relativamente às restantes áreas de armazenamento de material foi desenhada uma área com cerca de 9.5m² para o material não conforme, uma área com aproximadamente 25m² para o material vindo de processos subcontratados e uma área com 16m de comprimento para o armazenamento das matérias-primas com mais de 8,5m. Os dois armazéns existentes na planta atual foram condensados num só local. Existe ainda uma área com sensivelmente 40m² sem função atribuída, já que corresponde à zona que atribui flexibilidade à empresa para adicionar novos equipamentos à unidade fabril. No período de tempo em que não forem adquiridos novos equipamentos, este espaço deve ser utilizado para, quando necessário, armazenar quantidades superiores de material para soldadura ou vindo de laser/CNC.

Por último, como mencionado anteriormente, a secção de Maquinagem 1 sofreu a maior alteração do *layout*. A secção passou a ter uma área de 93.36m², o que corresponde a uma diminuição de 28.4% face ao original. A secção transitou para a área adjacente ao Torneamento para haver separação entre áreas de equipamentos e áreas de armazenamento de material. O material a maquinar e já maquinado passou a ser colocado junto ao torno pequeno (13), sendo a área superior destinada ao material já transformado.

Os equipamentos desta secção estão organizados de maneira a criar a forma da letra “C”, havendo uma ilha no centro. Na Figura 32 encontra-se descrita a finalidade de todos os móveis de apoio, isto é, os materiais/ferramentas aí colocados, e da bancada de trabalho.

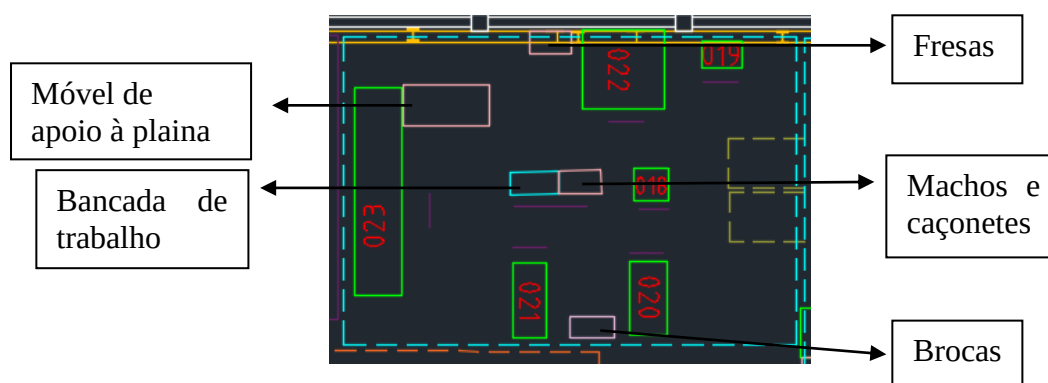


Figura 32 - Identificação móveis de apoio

Como referido na Subsecção 3.3.2, os itens/ferramentas existentes em cada um dos móveis de apoio são utilizados por mais do que um equipamento. Mais especificamente, as brocas são utilizadas pelas três furadoras (18, 20 e 21) e pela plaina (23), no caso de brocas de maior diâmetro. Os machos são utilizados pelas furadoras 20 e 21 e na bancada de trabalho para rosqueamento manual, e as fresas pela fresadora (22) e plaina (23). No caso da bancada de apoio, esta pode ser necessária para executar alguma ação independentemente do equipamento em que o operador se encontre a trabalhar, acontecendo o mesmo com a máquina afiadora (34). Na Figura 33, é possível observar a proposta de *layout* da secção de Maquinagem 1 com os diferentes móveis de apoio e os percursos para a obtenção das ferramentas, sendo que o amarelo representa o caminho para as fresas, o laranja para as brocas, o azul para os machos e o vermelho para o móvel de apoio à plaina.

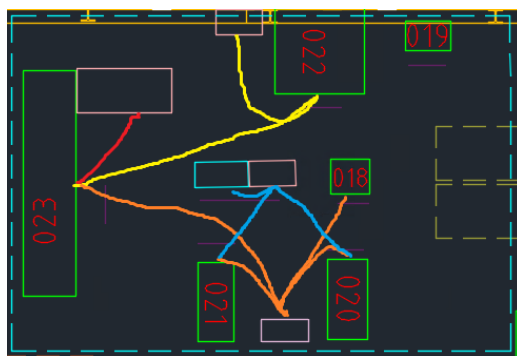


Figura 33 - Layout secção de Maquinagem 1: Percursos

O novo *layout* permite reduzir as distâncias médias entre os equipamentos e o local de armazenamento das ferramentas que necessitam, a bancada de trabalho e a máquina de afiamento (34), como se pode constatar na Tabela 3. As distâncias individuais estão presentes no Anexo D.

Tabela 3 – Variação das distâncias médias entre os equipamentos e as ferramentas necessárias

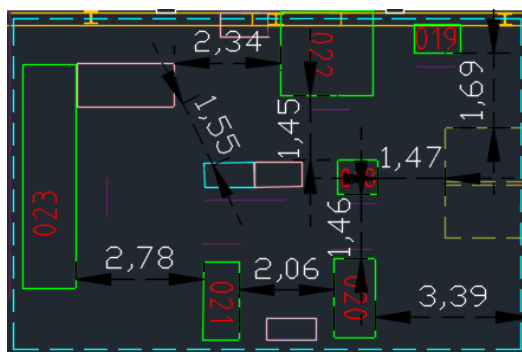
Equipamentos Considerados	Ferramenta ou equipamento/ bancada	Distância média -Layout atual	Distância média – layout proposto	Variação percentual
Furadoras	Brocas	4.46	2.61	-41.4%
Furadoras e plaina	Brocas	5.08	3.53	-30.5%
Fresadora (22) e Plaina	Fresas	4.72	4.15	-12.1%
Furadoras (20 e 21) e manual (bancada)	Machos	4.60	1.63	-64.6%
Furadoras, fresadora e plaina	Ferramentas necessárias	4.57	2.91	-36.4%
Furadoras, fresadora e plaina	Bancada de trabalho	6.91	2.55	-63.1%
Furadoras fresadora e plaina	Máquina afiadora	9.62	8.10	-15.8%

Em média, a distância a percorrer para obter as ferramentas necessárias para a operação dos equipamentos reduziu 36.4%, com especial redução da distância das furadoras para as brocas, 41.4%, e das furadoras para os machos, 64.6% (incluindo a operação manual na bancada de trabalho). A redução da distância média de um qualquer equipamento para a bancada de trabalho foi de 63.1%.

O conceito de FTE, *full-time equivalent*, corresponde ao número de horas de trabalho de um funcionário a tempo completo durante um período fixo, neste caso 40 horas/semana. Considerando um custo FTE anual de 14 260€, tendo como pressuposto um salário bruto de 800€, de acordo com os dados apresentados na Subsecção 3.3.2, aproximadamente 8% do tempo disponível é despendido a obter ferramentas, o que representa um gasto anual de 1140,80€/FTE. Com a redução de 36.4% nas deslocações a percorrer para obter as ferramentas necessárias para a operação dos equipamentos, conseguida no novo *layout*, é possível diminuir este gasto anual para 725,55€/FTE, o que representa uma poupança de 415,25€ por cada 1 FTE da secção.

Os critérios relativos às distâncias necessárias para a circulação das paletes e distâncias mínimas para a transformação dos componentes foram também cumpridos. Na Figura 34 é possível constatar que existem sempre 1,2 metros disponíveis para a passagem de uma palete com material e 2 metros à direita e esquerda das furadoras 20 e 21 para a furação de peças até

2 metros. Verifica-se, ainda, a existência de espaço suficiente para dois operadores trabalharem “costas com costas” nas furadoras 18 e 20 e na furadora 21 e a bancada de trabalho.



mantê-los em chão de fábrica, excetuando nos casos em que estes eram de fabrico próprio e de rápida produção.

Na secção de Maquinagem 1, foram eliminadas todas as fresas danificadas, dado estarem quebradas ou terem a pastilha gasta e os moldes não utilizados por serem de modelos obsoletos ou de componentes atualmente produzidos por serviços subcontratados. Foram ainda eliminados outros tipos de itens danificados e em mau estado, como mangueiras. Na Figura 35 é possível observar alguns dos itens da secção eliminados.



Figura 35 - Itens eliminados da secção de Maquinagem 1

Na secção de Torneamento, existia documentação e ferramentas referentes às CNCs obsoletas, que não eram necessárias para o funcionamento da secção, mas todos esses elementos foram enviados juntamente com os equipamentos aquando da sua venda, libertando o espaço. Nos principais armários da secção as ferramentas existentes foram consideradas necessárias, uma vez o torneiro tem o hábito de nas alturas de menor trabalho verificar a condição das ferramentas. Contudo, no armário de madeira, além dos itens utilizados pelo operador como calibres passa/não passa, foram descobertas ferramentas danificadas, desenhos técnicos antigos, folhas de marcações de medições já não utilizadas, um porta ferramenta para a furação e marcação de pontos e equipamentos de medição em ótimo estado, cuja existência tanto o operador como as chefias desconheciam. Uma vez que as gavetas do armário tinham mais de 1 metro de profundidade, nunca eram abertas completamente, desconhecendo-se o conteúdo das mesmas. Na Tabela 4, estão indicados os equipamentos de medição encontrados, bem como o preço de um equipamento similar no *website* da Mitutoyo, marca dos equipamentos encontrados.

Tabela 4 - Equipamentos de medição encontrados em S1

Equipamento de medição	Preço
Micrómetro de exteriores 0-25mm	71,00€
Micrómetro de exteriores 125-150mm	184,00€
Suta universal	277,00€
Micrómetro de roscas	208,00€
Paquímetro digital 0-150mm	178,00€
Total	918,00€

A análise da Tabela 4 permite verificar que se desconhecia a existência em chão de fábrica de equipamentos no valor de 918,00€, sendo que alguns deles, como a suta universal, estavam em falta na empresa. Os equipamentos encontrados foram identificados e os necessários, isto é, aqueles sem equipamento repetido em chão de fábrica ou na secção/subsecção em que são utilizados foram calibrados e colocados em funcionamento.

O armário, visto estar degradado e ter demasiada profundidade foi eliminado.

Na secção de Soldadura, foram eliminados todos os consumíveis como discos de rebarbadora e bobines gastos, danificados e vazios, e todo o lixo acumulado. Relativamente

aos moldes foram eliminados todos os que não eram utilizados nem se previa a sua necessidade de utilização no futuro e todos aqueles que não estavam identificados nem se sabia a sua utilidade após discussão com o soldador mais antigo e o encarregado da Produção. Os acessórios existentes como alinhadores de furos, protetores de furos, chapas para medições mais rápida e calços foram divididos por tipo e tamanho mantendo-se na secção, no máximo, 4 de cada (um para cada canto da peça). Na Figura 36 são visíveis os itens eliminados.



Figura 36 - Itens eliminados da secção de Soldadura

Na secção de Corte e Quinagem foram eliminadas ferramentas obsoletas guardadas no armário e na secção de Montagem foram eliminadas ferramentas e equipamentos de proteção danificados, e restos de madeira e metal de obras anteriores.

Em todas as secções, nos armazéns e no local atribuído ao seu armazenamento existia uma grande quantidade de cintas de elevação. Em conjunto com a Responsável de Qualidade da empresa verificou-se o estado de cada uma delas e procedeu-se à eliminação de todas aquelas que não estavam conforme a regulamentação, isto é, sem etiqueta de identificação, com cortes transversais ou longitudinais, ou com marcas de abrasão, aquecimento ou atrito.

4.2.2 2S: Organização

A implementação da segunda etapa da metodologia consistiu na arrumação e organização das diferentes ferramentas e materiais das secções. Procurou-se responder às seguintes necessidades:

- Realocar as ferramentas em armários ou estantes mais próximas dos respetivos equipamentos, considerando a ergonomia;
- Evitar alocar as ferramentas de diferentes máquinas no mesmo armário ou estante;
- Sinalizar as ferramentas existentes em cada armário ou estante;
- Organizar a área dos equipamentos de medição na secção de Torneamento.
- Organizar o local para armazenamento de acessórios de elevação.

A secção de Torneamento foi o local onde a aplicação deste senso foi mais intensiva. Primeiramente, foi adicionada uma pequena estante junto ao torno grande (14), como visível na Figura 37. Esta estante contém as ferramentas necessárias ao funcionamento deste equipamento, retirando-as do móvel colocado junto ao torno pequeno (13). Esta mudança diminuiu a distância percorrida para trocar de ferramentas, na ida, de cerca de 16m para menos de 1m, correspondendo a uma diminuição do tempo necessário para a troca, sem considerar a colocação da ferramenta no equipamento, de 40s para 12s, o que equivale a uma redução de 70%. Na estante, na prateleira superior encontram-se as ferramentas de corte já sobre os calços necessários para a sua utilização, na prateleira intermédia as ferramentas de aperto e na prateleira inferior outro tipo de ferramentas, colocadas num suporte ergonómico, que facilita a sua pega.



Figura 37 - Bancada de apoio ao torno grande

Na Subsecção 3.3.3 foi exposto que os equipamentos de medição da secção se encontravam sobrepostos, sem identificação ou indicação se estavam calibrados e que não havia separação entre equipamentos calibrados e não calibrados, isto é, aptos ou não aptos para utilização. Desta forma, considerou-se crucial a organização desta área.

Ponderou-se se os equipamentos não calibrados deveriam ser armazenados em armazém em vez de serem mantidos no chão de fábrica. Contudo, dado estes poderem ser necessários para medições informais, isto é, verificar apenas se um componente tem um certo diâmetro sem preocupações de tolerâncias e para uma maior facilidade no momento em que seja necessário mandar calibrar um equipamento para uma nova obra optou-se por mantê-los na secção de Torneamento, dividindo os equipamentos calibrados e não calibrados em armários diferentes, como se observa na Figura 38. Na Figura 38 é ainda comparada a organização dos equipamentos antes e depois das alterações.



Figura 38 - Arrumação de equipamentos de medição: [A] Antes; [B] Atualmente

Os equipamentos calibrados foram dispostos numa estante aberta, organizados por tipo de equipamento e gama. No local da estante destinado a cada equipamento foi colocada uma etiqueta com o seu nome e gama, tal como na caixa onde cada um é armazenado juntamente com outra etiqueta que indica a data e validade da calibração, como apresentado na Figura 39.



Figura 39 - Equipamentos calibrados: [A] Etiqueta na estante; [B] Zoom etiqueta na estante; [C] Etiquetas da caixa

Os equipamentos não calibrados foram organizados dentro dos armários azul e laranja visíveis na Figura 38. Optou-se por armários fechados, uma vez que tal inibe a utilização dos equipamentos aí existentes. Cada equipamento de medição não calibrado está identificado com uma etiqueta com o seu nome e gama e outra que destaca a vermelho que o equipamento não está apto para uso, como exposto na Figura 40.

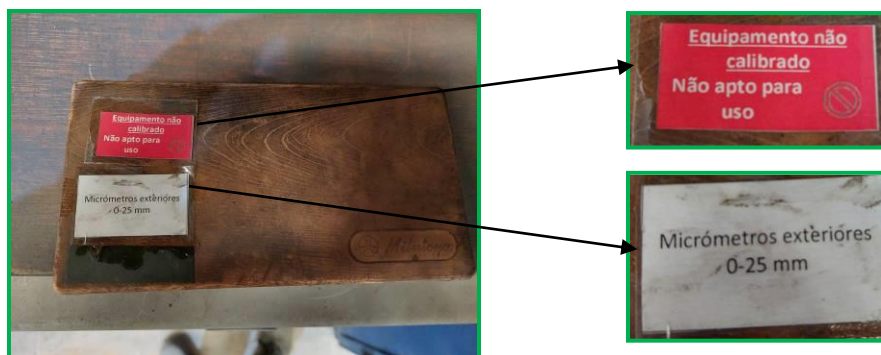


Figura 40 - Equipamentos não calibrados

Uma vez que na primeira etapa da metodologia 5S foram encontrados equipamentos de medição cuja existência era desconhecida, foi realizado o inventário de todos os equipamentos de medição da empresa, aos quais foram atribuídos códigos identificativos. Para uma melhor rastreabilidade, em cada armário ou estante que armazenam estes equipamentos foi adicionada a lista dos equipamentos respetivos, como exemplificado no Anexo F.

Aproveitando o facto dos CNC obsoletos terem sido eliminados juntamente com as suas ferramentas e documentação, a zona do material a torneiar e já torneado foi alterada para mais próximo dos tornos. Na Figura 41 são visíveis as diferenças entre o antes e depois da mudança.



Figura 41 – Zona de armazenamento de material da secção de Torneamento: [A] Antes; [B] Atualmente

Na secção de Soldadura, optou-se por normalizar os seus diferentes postos, fabricando bancadas de trabalho iguais para todas as subsecções. As bancadas devem ser similares à existente na subsecção de Soldadura 3, presente na Figura 42, embora com ligeiras alterações. As bancadas devem conter as seguintes características:

- Gaveta de metal com divisórias para armazenamento de material de medição e apoio como fita métrica, suta e esquadros magnéticos;
- Prateleiras fechadas para armazenamento dos EPI's (máscaras de proteção, óculos, avental...);
- Suporte lateral para rebarbadora e grampos;



Figura 42 - Bancada subsecção Soldadura 1

Além disso, optou-se por adicionar às restantes subsecções de Soldadura suportes para os desenhos técnicos, tal como o que existe no posto de Soldadura 3 (Figura 43), a fim de facilitar a leitura dos mesmos.



Figura 43 - Suporte para desenhos técnicos

Por questões de disponibilidade, e visto durante grande parte do projeto apenas um dos postos de soldadura estar em funcionamento, estas duas melhorias ainda não foram implementadas.

A estante com os acessórios de soldadura foi arrumada de forma a que os acessórios estivessem organizados por tipo de utilização e que os acessórios iguais, isto é, que fizessem par, estivessem juntos.

Na secção de Maquinagem 1, a estante com brocas, retirada da secção de Torneamento foi colocada junto à estante já existente nesta secção.

Em todas as secções, os armários e áreas de armazenamento de materiais foram devidamente identificados, como se verifica em alguns exemplos na Figura 44.

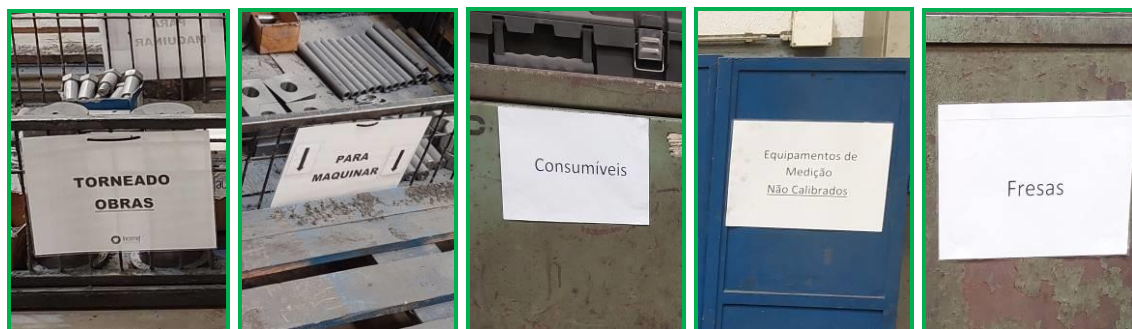


Figura 44 - Identificação dos armários e do material armazenado

Relativamente aos acessórios de elevação, foram definidos dois pontos para armazenamento dos mesmos, o primeiro no setor da Produção e o segundo no setor da Montagem. Na parte frontal de cada ponto foram colocadas maioritariamente as cintas, já que

são o acessório de elevação mais utilizado, e do outro lado foram armazenados os restantes acessórios como correntes e cabos de aço. As cintas de elevação foram divididas por intervalos de capacidade de carga máxima, estando os locais adequados devidamente identificados. Um dos pontos de armazenamento de acessórios de elevação encontra-se representado na Figura 45.

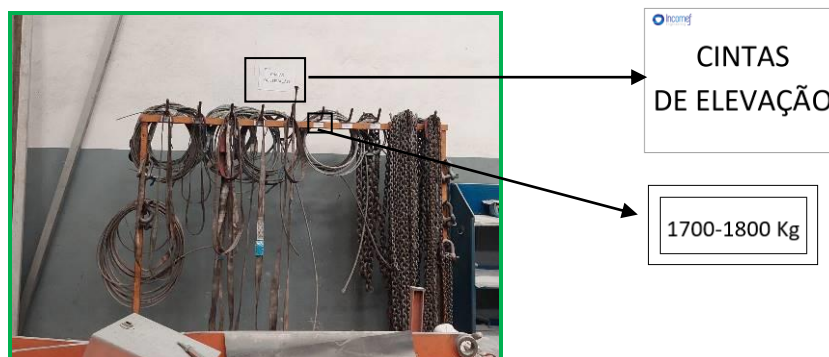


Figura 45 - Ponto de armazenamento de acessórios de elevação

4.2.3 3S: Limpeza

A etapa da limpeza da metodologia 5S não pode ser totalmente dissociada dos dois sentidos anteriores, uma vez que foi sendo aplicada durante a separação e classificação dos itens em necessários e desnecessários, e durante a arrumação dos itens necessários.

A limpeza das áreas de trabalho foi realizada com especial enfoque nos equipamentos e armários. Está planeado que a limpeza dos espaços de trabalho ocorra semanalmente ou sempre que necessário em casos como a limpeza de limalha de ferro. Os contentores de sucata e limalha devem ser despejados sempre que estiverem cheios.

4.2.4 4S: Padronização

A quarta fase da metodologia, padronização, visa o estabelecimento de padrões para suportar os três primeiros sentidos. Desta forma, foi elaborada uma norma de instruções para a implementação dos sentidos de separação, organização e limpeza, exposta na Figura 46 e no Anexo G.

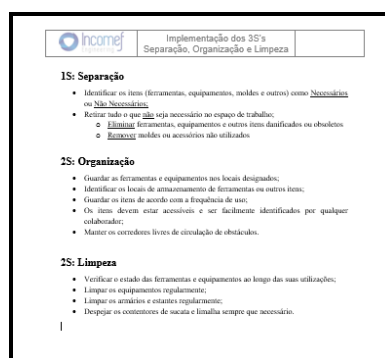


Figura 46 - Instrução para a implementação dos 3 primeiros S's

Para normalizar a utilização de acessórios de elevação foram criadas instruções de utilização para as cintas de elevação e os ganchos – Figura 47 e Anexos H e I, respetivamente. Estas instruções possuem as boas práticas da sua utilização e as marcas que indicam que estão danificados e devem ser eliminados.

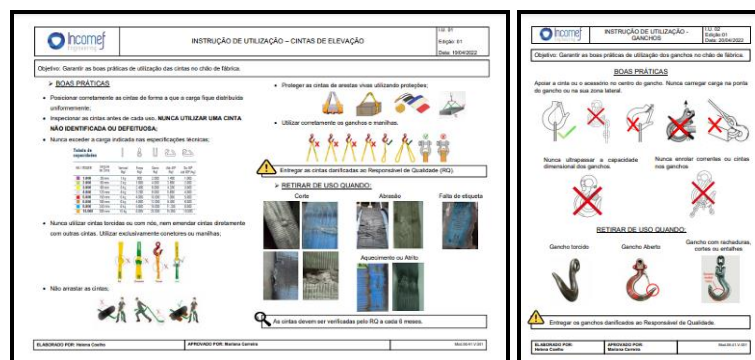


Figura 47 - Instruções de utilização: [A] Cintas de elevação; [B] Ganchos

Além disso, foi criada uma folha informativa, presente no Anexo J, com os processos associados a cada comando numérico do torno pequeno (13) para permitir a sua utilização por operadores menos experiente.

A exposição das instruções para a implementação dos 3 S's, das instruções de utilização dos acessórios de elevação e da informação do uso de cada comando numérico do torno pretende que o trabalho anterior seja mantido, facilitar o trabalho de colaboradores menos experientes e incentivar o cumprimento da metodologia 5S e das boas práticas de utilização dos acessórios de elevação.

4.2.5 5S: Disciplina

A implementação da etapa da disciplina tem como objetivo controlar a aplicação dos sensores anteriores para a promoção da melhoria contínua. Desta forma, criou-se um programa de auditorias periódicas apresentado no Anexo K. O plano das auditorias consiste numa *checklist*, na qual são respondidas várias questões relativas aos cinco sensores da metodologia. As respostas possíveis a cada pergunta são “Mau”, “Razoável” e “Bom”.

Estabeleceu-se que as auditorias devem ser realizadas mensalmente e ter como objetivo final a obtenção de uma pontuação superior a 80%. Nos casos em que não se atinjam esses valores devem ser planeadas e executadas ações de melhoria.

A auditoria 5S apresentada foi realizada em todas as secções da produção, excetuando a secção de Corte e Quinagem, uma vez que a secção estava sem operador à data da sua realização. Na secção de Soldadura o plano de auditorias foi realizado em duas subsecções.

Em média, os resultados das auditorias 5S realizadas foram de 83.6%, o que significa que o objetivo de melhoria inicialmente estipulado (80%) foi alcançado com sucesso. As *checklists* preenchidas das auditorias podem ser consultadas no Anexo L.

Como é possível verificar no gráfico da Figura 48, os melhores resultados foram atingidos nas secções de Maquinagem 1, Torneamento e Soldadura 1, onde a implementação da metodologia 5S ocorreu em maior escala. Os resultados foram de 88.6%, 86.3% e 86.3% respetivamente. Na secção de Montagem, o resultado da auditoria foi de 77.3%, valor ligeiramente inferior ao objetivo, sendo necessário, futuramente reforçar a aplicação da metodologia nesta secção.

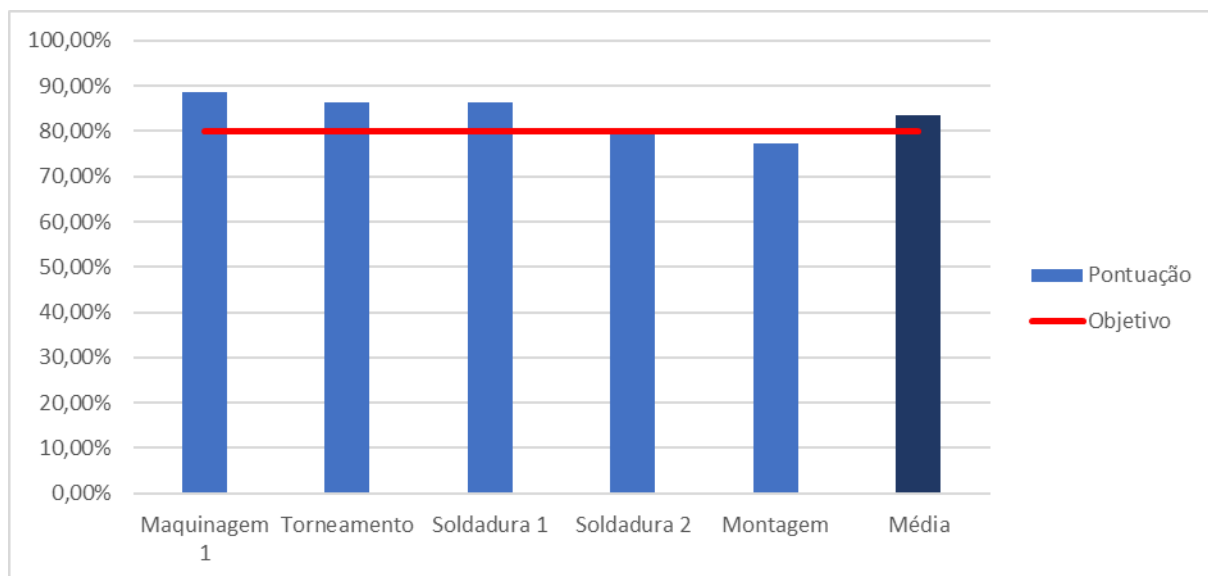


Figura 48 - Resultados auditorias 5S

Analisando os resultados de cada senso e de cada critério individual, destaca-se que os colaboradores criaram a rotina de eliminar, por iniciativa própria, ferramentas e equipamentos danificados e obsoletos e de guardar sempre os itens no local atribuído. As ferramentas/equipamentos danificados assinalados na *checklist* correspondem aos que ainda estão em funcionamento à espera de substituição. Além disso, realça-se que, em todas as secções, as ferramentas mais utilizadas se encontram em localizações mais acessíveis, e que, por norma, não há ferramentas espalhadas pelo espaço de trabalho. Contudo, é necessário reforçar a identificação das localizações das ferramentas.

Os resultados obtidos espelham que a cultura de melhoria contínua está a ser implementada na empresa com sucesso.

4.3 Utilização de porta ferramentas para furação

Na Subsecção 3.3.3 referiu-se que o torno pequeno (13) funciona recorrendo à utilização de torreta, o que torna a troca de ferramentas mais rápida comparativamente ao modelo manual. Porém, não existe um porta ferramentas para as ferramentas utilizadas nas operações de furação e marcação de pontos.

Desta forma, ponderou-se a aquisição deste porta ferramentas. Contudo, durante a implementação da etapa da separação da metodologia 5S, além dos equipamentos de medição referidos em 0, foi encontrado o porta ferramentas em falta, o que levou a não ser necessário efetuar nenhuma compra.

A utilização desta ferramenta permitiu diminuir em cerca de 40% o tempo dispendido a realizar furações no torno. A título de exemplo, a furação das peças da Figura 49 diminuiu de aproximadamente 6 minutos para cerca de 3.5 minutos.

A diferença no processo de marcação de pontos não é tão notória, uma vez que este é um processo mais rápido e menos frequente, mas, ainda assim, foi possível reduzir a sua duração de 25 segundos para aproximadamente 11 segundos, o que representa uma diminuição de 56% no tempo necessário à execução desta tarefa.

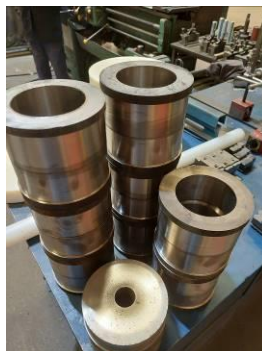


Figura 49 -Peça com furação exemplificativa

4.4 Normalização do material disponível na soldadura

Na Subsecção 3.3.4, foi mencionado que existem ferramentas apenas disponíveis numa das subsecções de Soldadura, devido quer à inexistência de ferramentas nas quantidades necessárias, quer à existência de ferramentas adquiridas a título pessoal por um dos operadores, o que gera diferenças de produtividade e facilidade do desenvolvimento do trabalho.

Desta forma, durante o decurso da primeira etapa da metodologia 5S, separação, foi realizado o inventário das ferramentas existentes em cada uma das subsecções de Soldadura. Posteriormente, considerando os três postos de soldadura atualmente em vigor, foram encomendadas todas as ferramentas em falta e ferramentas para substituição das adquiridas a título pessoal. No anexo M, está disponível a listagem das ferramentas e quantidades existentes, necessárias e pedidas.

Das ferramentas apenas disponíveis num dos postos de soldadura destacam-se os esquadros magnéticos, Figura 50 [A], adquiridos por um dos soldadores. Os esquadros magnéticos são utilizados para posicionar as peças antes do processo de soldadura, segurando e fixando magneticamente chapas e perfis, em diferentes ângulos, sem recurso a equipamentos de medição como sutas. O seu uso permite que o soldador trabalhe com “as duas mãos livres” para soldar, isto é, o trabalhador não precisa de segurar na peça durante a soldadura. Desta forma, a normalização da utilização desta ferramenta em todos os postos de soldadura diminui *mudas* relacionados com a medição de determinados ângulos, e permite que o posicionamento das peças seja feito pelo soldador, sem o auxílio de outro operário, aumentando a produtividade. Além disso, aumenta-se a segurança, principalmente relativamente a queimaduras.



Figura 50 – [A] Esquadro Magnético in https://ferramentavitalicia.com/contents/pt/p24344_ESQUADRO-MAGNETICO-PARA-SOLDADURA-.html, consultado em 2022-06-20, 16:40h ; [B] Grampos de aperto in <https://www.woodtoolsanddeco.com/pt/fixacao-e-fixacao/10079-conjunto-de-grampos-2-f-50x150-mm-8719762726357.html>, consultado em 2022-06-20, 16:42h

Adicionalmente, ferramentas de aperto e fixação como os grampos, Figura 50 [B], também não existiam em quantidades suficientes para a utilização simultânea em todos os

postos, o que significava que haviam *mudas* de espera e deslocações desnecessárias para tentar utilizar ferramentas emprestadas de outras secções. Desta forma, a normalização das ferramentas entre secções permite diminuir desperdícios de deslocação e espera, além de aumentar a segurança dos operadores.

4.5 Sistema de sugestões de melhoria contínua

O envolvimento e colaboração de todos os colaboradores da empresa é crucial para que se crie uma cultura de melhoria contínua. Assim, para motivar os colaboradores, foi criado um sistema de sugestões de melhoria contínua que recorre a cartões de identificação de problemas e propostas de melhoria, como apresentado na Figura 51 [A]. Os colaboradores podem propor uma melhoria para a sua secção ou para a unidade fabril, ou expor apenas um problema sem oferecer nenhuma proposta de resolução. Para a implementação deste sistema, foi adicionado um quadro na área da produção, como apresentado na Figura 51 [B].

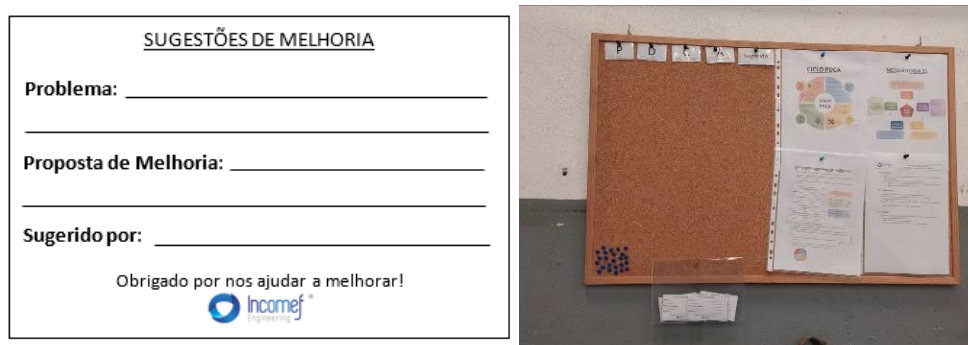


Figura 51 – [A] Cartão de sugestões de melhoria; [B] Quadro informativo com sugestões de melhoria

Os cartões com as sugestões são colocados na coluna “Sugerido” da tabela do quadro, enquanto esperam por validação da chefia. Para seguimento das sugestões dadas e para confirmação de que as suas ideias estão a ser tidas em conta segue-se o ciclo PDCA, cujo desenvolvimento é representado na tabela do quadro através de um cartão com as tarefas de execução. Na coluna P (“*plan*”) são colocadas as tarefas em planeamento, na coluna D (“*do*”) as tarefas em curso, na coluna C (“*check*”) as tarefas em avaliação de resultados e, por último, na coluna A (“*act*”) as tarefas que se encontram a tornar a norma da empresa. As propostas recusadas devem ser devidamente justificadas junto do colaborador para evitar a sua desmotivação.

Para auxiliar o processo de criação e apresentação das sugestões de melhoria contínua foi criado um documento que explica como preencher o cartão e como ocorre a evolução do processo visual no quadro. Este documento encontra-se afixado no quadro, Figura 51 [B] juntamente com um cartaz exemplificativo do ciclo PDCA. Uma vez que a melhoria contínua se relaciona com a metodologia 5S, o espaço do quadro foi também aproveitado para expor a “Instrução para a implementação dos 3 primeiros S's” apresentada na Subsecção 4.2.4 juntamente com um cartaz exemplificativo do 5S. Os documentos mencionados são apresentados no Anexo N.

4.6 Adição de novos computadores para registo de tempos

Na Subsecção 3.3.2, foi discutida a existência de um grande desperdício de movimentações na secção de Maquinagem 1, uma vez que a secção se encontra muito distante do computador para registo dos tempos, que é utilizado sempre que o operador troca a peça em execução. Em média, um equipamento da secção de Maquinagem 1 distava 29 metros do PC tempos, enquanto o equipamento mais distante, a fresadora (22) se encontrava a 35 metros.

Desta forma, foi adicionado um novo computador para medição de tempos no setor da Produção. A implementação deste novo PC tempos permitiu reduzir para 13 metros a distância média de um equipamento da secção para o computador, o que representa uma diminuição de 55% na distância percorrida.

O computador foi colocado na parede de acesso aos balneários, junto ao armazém dos componentes de revolução. Assim, esta melhoria beneficiou igualmente a secção do Corte e Quinagem, cuja distância média de um equipamento necessário para um PC tempos diminuiu de 35 metros para 13.5 metros, representando, neste caso, uma redução de 61.4% na distância percorrida.

A Figura 52 apresenta a localização do novo PC tempos e uma imagem do mesmo.

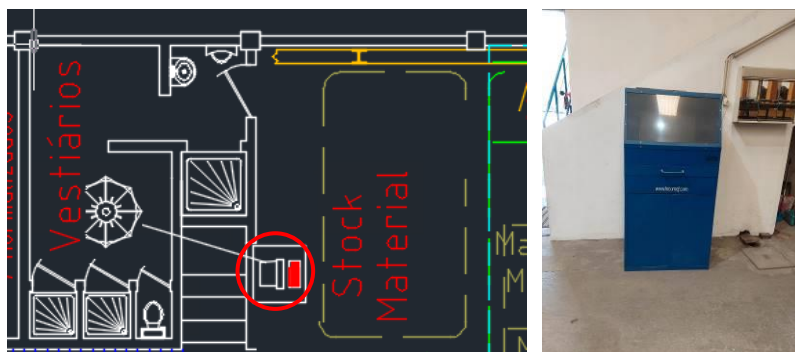


Figura 52 - [A] Localização do novo PC tempos na Produção; [B] PC tempos Produção

Será adicionado, também, um novo computador para registo de tempos no setor da Montagem para diminuir a distância percorrida pelos colaboradores do setor, independentemente do local do setor se encontrem em funções, em pelo menos 10 metros (comprimento da cabine de pintura que separa os setores da produção e montagem).

4.7 Adição de um computador para visualização de 3D

Sempre que existe alguma dúvida com os os desenhos técnicos de peças ou conjuntos, como referido na Subsecção 3.3.2, os colaboradores necessitam de procurar o encarregado, que se dirige, se necessário, ao Gabinete Técnico para esclarecê-la. Se o encarregado não estiver disponível o próprio operador deve dirigir-se ao gabinete.

Para diminuir estas deslocações, impedir que o operador tenha um *muda* de espera, e prevenir a interrupção do trabalho do Departamento de Projeto, está a ser adicionado na produção um computador para visualização dos ficheiros *step* dos projetos 3D dos equipamentos em produção/ montagem.

No novo computador será possível ao encarregado e/ou operadores esclarecerem as suas dúvidas sobre cotas nos desenhos, posicionamentos de peças ou furações e os tipos de componentes utilizados, sem necessidade de ida ao Gabinete Técnico.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O presente projeto resultou da decisão da empresa de melhorar o processo produtivo da sua área de produção e implementar uma cultura de melhoria contínua. Deste modo, pretendia-se aplicar ferramentas *lean*, com especial enfoque na metodologia 5S, e alterar o *layout* do setor da Produção para que se tornasse mais eficiente.

De maneira a atingir os objetivos propostos foi necessário analisar e diagnosticar a área de Produção, identificar os seus problemas, pontos fracos e, posteriormente, identificar oportunidades de melhoria. A ida contante ao *gemba* permitiu que, em colaboração com os colaboradores, fosse possível identificar e tornar visíveis os problemas existentes.

A implementação da metodologia 5S permitiu melhorar a utilização dos postos de trabalho e criar um ambiente de trabalho mais limpo, saudável e seguro. Inicialmente, a realização da formação sobre o 5S informou os operadores sobre as vantagens e aplicações da metodologia, o que fez com que ganhassem interesse sobre o tema e quisessem melhorar a sua área de trabalho.

A etapa da separação foi essencial para eliminar todas as ferramentas danificadas e obsoletas, permitindo criar espaços de trabalho com apenas as ferramentas necessárias aos processos, ou que se espera que sejam necessárias em trabalhos futuros, aumentando o espaço livre e diminuindo a confusão visual. Além disso, a eliminação dos itens danificados como cintas de elevação aumenta a segurança de todos os operadores. Nesta etapa foram descobertos ferramentas e equipamentos que se desconheciam, em específico, equipamentos de medição no valor de 918,00€ e um porta ferramentas para a torreta do torno pequeno destinado à furação e marcação de pontos, que diminui em cerca de 40% o tempo necessário à realização de furações, um aumento interessante na produtividade do processo.

Na etapa da organização, as ferramentas foram reorganizadas de forma estarem mais próximas do local onde são necessárias e de acordo com a frequência de uso. Deste modo, e em conjunto com a identificação dos locais de armazenamento foi possível reduzir os *mudas* associados às movimentações e ao tempo despendido à procura das ferramentas, principalmente por pessoas não habituadas ao posto de trabalho em questão.

A implementação da metodologia 5S na empresa pode ser considerada um sucesso, já que a média das auditorias realizadas foi de 83.6%, valor superior ao objetivo de 80%. A secção de Montagem não atingiu o objetivo, o que pode ser explicado pelo facto da aplicação da metodologia nesta secção ter sido mais reduzida. Ainda assim, o resultado foi muito próximo do desejado.

A criação do quadro informativo para o programa 5S permitiu melhorar a exposição de cada uma das fases da metodologia e em conjunto com o sistema de sugestões de melhoria, continuar a estimular o crescimento da cultura de melhoria contínua na empresa, atualmente implementada como se entende pelos resultados obtidos e pela vontade em melhorar.

Felizmente, foi notória a adesão à implementação do método por parte de quase todos os colaboradores, que se mostraram sempre disponíveis a melhorar os seus postos de trabalho,

contudo, dado o projeto ter sido desenvolvido maioritariamente em altura de muito trabalho a atuação na secção de Montagem foi limitada.

A normalização do material disponível em cada uma das subsecções de soldadura mostrou-se uma solução importante, dado que permitiu a atribuição das ferramentas necessárias, nas quantidades necessárias a todos os postos, o que gerou a diminuição das deslocações para utilizar as ferramentas, a eliminação dos *mudas* de espera pela sua disponibilidade, e o aumento da segurança e da produtividade dos processos.

Quando à adição de novos computadores para registo dos tempos nos setores da Produção e Montagem, estes permitem que se reduzam as distâncias percorridas para o seu registo, sendo uma boa solução para aumentar o tempo alocado a tarefas com valor associado, tornando a empresa mais produtiva. A adição do computador para visualização dos *steps* dos projetos 3D em execução evita que hajam deslocações ao Gabinete Técnico e interrupção do trabalho do Departamento de Projeto, sendo benéfico para os dois departamentos.

O objetivo relacionado com a eficiência da redefinição do *layout* do setor da Produção da Incomef foi também atingido. Para alcançar este objetivo foi necessário estudar as necessidades atuais e futuras da empresa, investigar as restrições existentes à sua alteração e verificar a utilidade de todos os equipamentos disponíveis. O *layout* definido como melhor opção, permite a diminuição da área da secção de Maquinagem 1 em 23.2%, o que reduz as deslocações dentro da secção e disponibiliza área útil para espaços em falta. Com o rearranjo dos equipamentos e móveis de apoio foi possível diminuir em 36.4% as distâncias percorridas nesta secção para a obtenção de ferramentas, o que corresponde a uma poupança de cerca de 415,25€ anualmente por cada 1 FTE.

A nova planta não contém quatro equipamentos avaliados como obsoletos e contém todas as áreas para armazenamento atualmente em falta, especificamente para material não conforme, material vindo de processos subcontratados e material para o processo de soldadura. Além disso, existe ainda área livre para a adição de equipamentos no futuro e para a instalação de novos postos de soldadura destinados a conjuntos de pequena dimensão.

Apesar de ser um plano futuro e ainda não ter sido implementado, acredita-se que este novo *layout* permitirá que empresa cresça, tenha o seu material mais organizado, mais facilmente rastreado, e que hajam menos desperdícios.

O objetivo do aumento da produtividade foi alcançado através de diversas soluções como a diminuição das deslocações no novo *layout*, a adição de novos computadores para o registo de tempos, a utilização de um porta ferramentas para a furação, a reorganização das ferramentas e a normalização das ferramentas das subsecções de soldadura.

Com a finalização deste projeto, houve um feedback muito positivo de todos os colaboradores relativamente às mudanças ocorridas na unidade fabril e na cultura em implementação, embora tenham consciência que ainda há um longo caminho pela frente.

Relativamente às perspetivas de trabalho futuro, propõe-se a continuação da implementação dos 5S, em especial na secção de Montagem, e a continuação da identificação da localização de todas as ferramentas.

Propõe-se ainda, a aplicação da ferramenta *kanban* na secção de Montagem e a existência de um stock de segurança acessível aos colaboradores para os materiais do tipo parafusos e anilhas. Estes tipos de materiais são entregues à secção na quantidade certa para as O.S. em montagem, mas era útil existir, na secção, um *stock* para falhas ou substituições. Os cartões *kanban* serviriam para fazer o pedido destes materiais ao armazém quando o *stock* atingisse o mínimo definido.

Por último, propõe-se a criação de uma base de dados para o rastreamento mais eficaz dos componentes em circulação e em serviços exteriores.

Referências

- ASQ. "O QUE É UM DIAGRAMA DE ESPAGUETE?". Accessed 30-06-2022. <https://asq.org/quality-resources/spaghetti-diagram>.
- Black, J. 2007. "Design rules for implementing the Toyota Production System." *International Journal of Production Research* 45 (16): 3639-3664. <https://doi.org/10.1080/00207540701223469>.
- Brandalise, F. M. P., C. T. Formoso, and D. D. Viana. 2022. "Development of a Typology for Understanding Visual Management Concepts and Their Relationships." *Journal of Construction Engineering and Management* 148 (7). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002300](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002300).
- Cannas, Violetta G., Jonathan Gosling, Margherita Pero, and Tommaso Rossi. 2020. "Determinants for order-fulfilment strategies in engineer-to-order companies: Insights from the machinery industry." *International Journal of Production Economics* 228: 107743. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107743>.
- Chiera, M., F. Lupi, A. Rossi, and M. Lanzetta. 2021. "Lean maturity assessment in eto scenario." *Applied Sciences (Switzerland)* 11 (9). <https://doi.org/10.3390/app11093833>.
- Coimbra, Euclides. 2013. *Kaizen In Logistics And Supply Chains*. edited by McGraw-hill education - Europe.
- Dennis, Pascal. 2015. *Lean Production Simplified, A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3 ed.: CRC Press.
- Drira, Amine, Henri Pierreval, and Sonia Hajri-Gabouj. 2007. "Facility layout problems: A survey." *Annual Reviews in Control* 31 (2): 255-267. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>.
- Eaidgah, Youness, Alireza Arab Maki, Kylie Kurczewski, and Amir Abdekhodae. 2016. "Visual management, performance management and continuous improvement." *International Journal of Lean Six Sigma* 7 (2): 187-210. <https://doi.org/10.1108/ijlss-09-2014-0028>.
- Elrhanimi, Samah, and Laila El Abbadi. 2020. "Raw material stock optimization and implementation of Kanban system." 2020.
- Filip, F. C., and V. Marascu-Klein. 2015. "The 5S lean method as a tool of industrial management performances." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Gapp, R., R. Fisher, and K. Kobayashi. 2008. "Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system." *Management Decision* 46 (4): 565-579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>.

- Ghosh, S., M. C. Mandal, and A. Ray. 2022. "A PDCA based approach to evaluate green supply chain management performance under fuzzy environment." *International Journal of Management Science and Engineering Management*. <https://doi.org/10.1080/17509653.2022.2027292>.
- Imai, M. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. New York: McGraw-Hil.
- Liker, J.K. 2004. *The Toyota Way: 14 management principles from the world greatest manufacturer*. New York: Mc-Graw Hill.
- Martins, Petrônio G. e Laugeni, Fernando, and Piero. 2005. *Administração da produção*. 2 ed., edited by Editora Saraiva. São Paulo.
- Mccarty, T., Bremer, M., Kathleen, M., Gupta, P., Heisey, J., Daniels, L. 2004. *The Six Sigma Black Belt Handbook*. edited by McGraw Hill.
- Melton, T. 2005. "The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries." *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6 A): 662-673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>..
- Molla, Razin Sazzad. 2018. *A study on Manufacturing of Deformed Bar (G 60-400W) at Elite Iron and Steel Industries*.
- Nicholas, John. 2018. *Lean Production for Competitive Advantage, A Comprehensive Guide to Lean Methods and Management Practices*. 2 ed.: CRC Press.
- Olhager, Jan. 2010. "The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management." *Computers in Industry* 61 (9): 863-868. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.07.011>.
- Pero, Margherita, and Violetta G. Cannas. 2020. "Cross-Functional Coordination Before and After the CODP: An Empirical Study in the Machinery Industry." 590-597. Springer International Publishing.
- Powell, Daryl, Jan Ola Strandhagen, Iris Tommelein, Glenn Ballard, and Monica Rossi. 2014. "A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-to-order Manufacturers." *Procedia CIRP* 17: 571-576. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>.
- Realyvásquez-Vargas, A., K. C. Arredondo-Soto, T. Carrillo-Gutiérrez, and G. Ravelo. 2018. "Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study." *Applied Sciences (Switzerland)* 8 (11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>.
- Saranya, P., and A. Fumio. 2014. "The design of Kanban system for improving Bottleneck Problem of multiproduct." 2014 IEEE 6th International Conference on Awareness Science and Technology, iCAST 2014.
- Sekine, K.; Arai, K. 1998. *TPM for the lean factory, innovative methods and worksheets for equipment management*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Shah, R., and P. T. Ward. 2007. "Defining and developing measures of lean production." *Journal of Operations Management* 25 (4): 785-805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>.
- Silva, Ângela, and Ana Cristina Ferreira. 2021. "Impact of Lean Tools on Companies During Industrial Engineering Projects Implementation: A Correlation Study." 79-91. Springer International Publishing.

- Tezel, Algan, Lauri Koskela, and Patricia Tzortzopoulos. 2016. "Visual management in production management: a literature synthesis." *Journal of Manufacturing Technology Management* 27 (6): 766-799. <https://doi.org/10.1108/jmtm-08-2015-0071>.
- Tiwari, M. 2021. "Fundamentals of lean journey." In *Lean Tools in Apparel Manufacturing: A Volume in The Textile Institute Book Series*, 47-79.
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. 1990. *The Machine That Changed the world*. New York: Rawson Associates.

ANEXO A: *Layout* Incomef Engineering

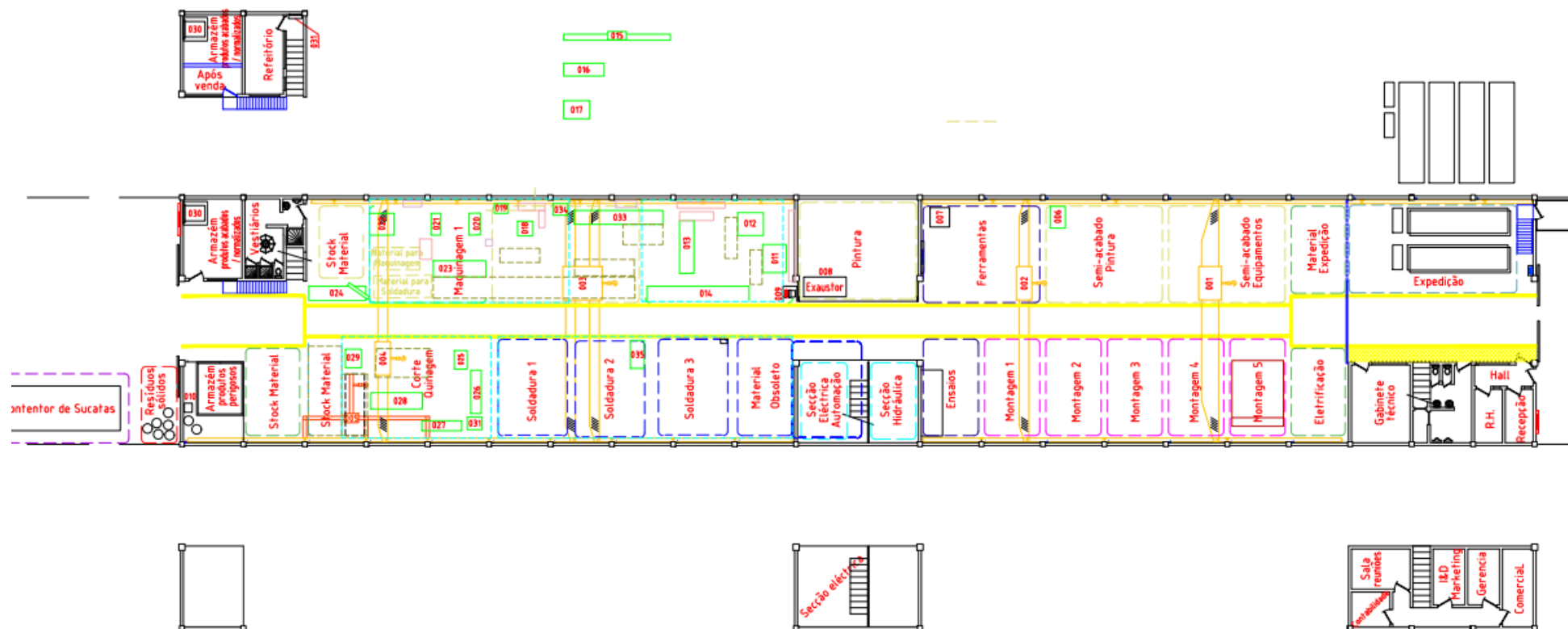


Figura 53 - *Layout* Incomef Engineering

035	Prensa	INCOME	Geral
034	Máquina Afiadora	-	Maquinação
033	CNC	-	Maquinação
032	Corta-Cantos	-	Maquinação
031	Esquentador	-	Refeitório
030	Elevador hidraulico de coluna EHC (Monta Cargas	INCOME	Armazém produtos acabados / normalizados
029	Serrote mecânico	INCOME	Geral
028	Guilhotina	Adira	Maquinação
027	Quinadeira	INCOME	Maquinação
026	Quinadeira	INCOME	Maquinação
025	Punçadora	Marcovil	Maquinação
024	Serrote mecânico	Carif	Maquinação
023	Plaina	Holke	Maquinação
022	Fresadora	Saimp	Maquinação
021	Furadora vertical		Maquinação
020	Furadora vertical	INCOME	Maquinação
019	Prensa de escatelar	EFI-Maquinas	Maquinação
018	Furadora	FFI	Maquinação
017	Rectificadora de exteriores	Tos-Hostivar	Maquinação
016	Rectificadora de interiores	-	Maquinação
015	Maquina de polir exteriores	AutoPulit	Montagem
014	Torno grande	Sculfort	Montagem
013	Torno pequeno	Industrie Meccaniche Padovane	Montagem
012	Furadora CNC	Miyano	Montagem
011	Torno CNC	Dainichi	Montagem
010	Compressor	-	Geral
009	PC Tempos	-	Montagem
008	Exaustor	-	Pintura
007	Contentor Latas vazias	INCOME	Resíduos pintura
006	Prensa	-	Montagem
005	Ponte rolante	INCOME	Maquinação
004	Ponte rolante	INCOME	Maquinação / Soldadura
003	Ponte rolante 5t.	Marcovil	Maquinação / Soldadura
002	Ponte rolante 10t.	Marcovil	Montagem / Expedição
001	Ponte rolante	INCOME	Montagem / Expedição
Codigo	Designação	Marca	Localização

Figura 54 - Legenda *Layout Incomef*

ANEXO B: Medição tempos Maquinagem 1

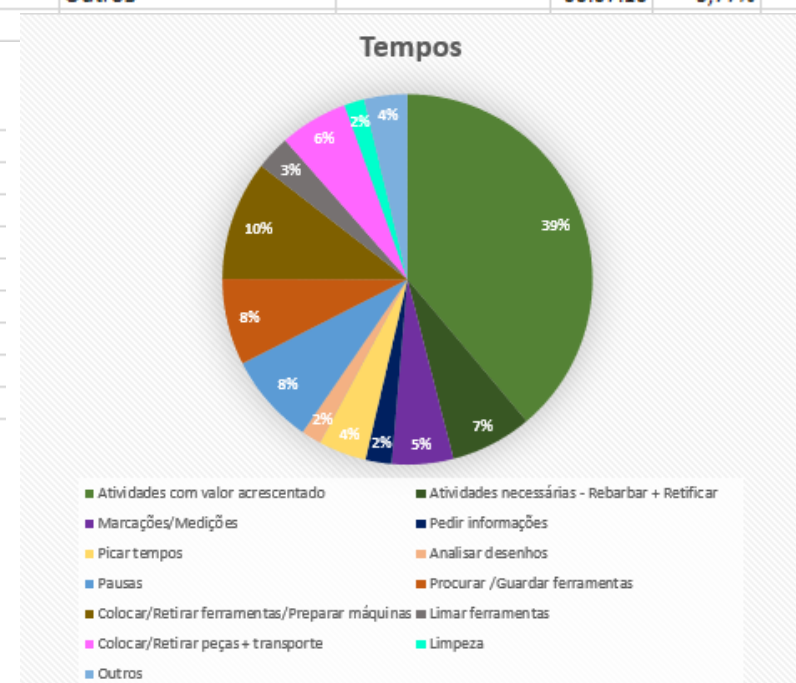
Tempos maquinagem - Sr. Baptista					
Hora	Descrição			Duração	
09:05:00	Limar broca			00:01:00	
09:06:00	Deslocação			00:00:30	
09:06:30	Pegar broca			00:00:20	
09:06:50	Limar broca			00:00:44	
09:07:34	Setup colocar ferramenta			00:00:13	
09:07:47	Furar			00:01:23	
09:09:10	Guardar ferramenta (régua)			00:00:05	
09:09:15	Furar			00:01:25	
09:10:40	Retirar peça			00:00:10	
09:10:50	Colocar peça nova			00:00:10	
09:11:00	Furar			00:01:19	
09:12:19	Girar peça			00:00:06	
09:12:25	Furar			00:00:40	
09:13:05	Parar máquina, deslocar peça			00:00:10	
09:13:15	Furar			00:00:47	
09:14:02	Trocar peça			00:00:08	
09:14:10	Furar			00:00:50	
09:15:00	Ajeitar peça			00:00:10	
09:15:10	Furar			00:01:00	
09:16:10	Retirar peça			00:00:17	
09:16:27	Limar broca			00:01:48	
09:18:15	Ajudar colega			00:00:43	
09:18:58	Medir broca			00:00:22	
09:19:20	Limar broca			00:00:38	
09:19:58	Limpar			00:00:07	
09:20:05	Ajudar colega			00:01:16	
09:21:21	Furar			00:01:11	
09:22:32	Deslocar peças			00:00:06	
09:22:38	Furar			00:01:42	
09:24:20	Trocar peça			00:00:10	
09:24:30	Furar			00:01:00	
09:25:30	Limpar limalha			00:00:16	
09:25:46	Furar			00:01:04	
09:26:50	Retirar broca			00:01:10	
09:28:00	Afiar broca			00:00:30	
09:28:30	Colocar broca			00:00:04	
09:28:34	Furar			00:05:44	
09:34:18	Pegar ferramentas			00:00:32	
09:34:50	Retirar broca			00:00:10	
09:35:00	Guardar broca			00:00:05	
09:35:05	Colocar nova broca			00:00:45	
09:35:50	Furar			00:02:20	
09:38:10	Retirar broca			00:00:20	
09:38:30	Trocar broca			00:00:25	
09:38:55	Furar			00:01:44	
09:40:39	Retirar broca			00:00:11	
09:40:50	Limpar limalha			00:00:46	
09:41:36	colocar peças na paleta			00:00:36	
09:42:12	Guardar ferramenta			00:00:18	
09:42:30	Afiar broca			00:00:41	
09:43:11	Transportar carrinho			00:00:29	
09:43:40	Guardar ferramentas			00:00:05	
09:43:45	Ir para plaina (Deslocamento)			00:00:05	
09:43:50	Ver desenhos			00:00:50	
09:44:40	Pegar mais desenhos			00:00:30	
09:45:10	Analisar desenhos			00:00:20	
09:45:30	Calçar luvas			00:00:10	
09:45:40	Escolher desenho			00:00:05	
09:45:45	Deslocação			00:00:35	
09:46:20	Picar tempos			00:01:08	
09:47:28	Deslocação			00:00:22	
09:47:50	Mover carrinho			00:00:10	
09:48	Transportar material para carrinho			00:00:30	
09:48:30	Medir material e pegar rebarbadora			00:00:20	
09:48:50	Rebarbar			00:00:50	
09:49:40	Guardar rebarbadora			00:00:05	
09:49:45	Colocar material na plaina			00:00:05	
09:49:50	Pausa (WC)			00:02:30	
09:52:20	Marcar local dos furos			00:01:38	
09:53:58	Marcar os furos			00:00:22	
09:54:20	Pegar ferramentas			00:00:05	
09:54:25	Transportar material			00:00:10	
09:54:35	Colocar material na furadora			00:00:25	
09:55	Setup broca			00:01:05	
09:56:05	Furar			00:00:05	
09:56:10	Trocar broca			00:00:22	
09:56:32	Furar			00:00:23	
09:56:55	Trocar broca			00:00:14	

09:57:09	Furar				00:00:12	
09:57:21	Trocar broca				00:00:26	
09:57:47	Furar				00:00:08	
09:57:55	Retirar broca				00:00:12	
09:58:07	Colocar peça palete				00:00:21	
09:58:28	Limpar limalha				00:00:15	
09:58:43	Transportar outra peça para a plaina				00:00:07	
09:58:50	Analisar desenho				00:00:10	
09:59:00	Intervalo manhã				00:11:00	
10:10:00	Rebarbar				00:02:00	
10:12:00	Guardar rebarbadora				00:00:05	
10:12:05	Colocar material na plaina				00:00:11	
10:12:16	Analisar desenho				00:00:24	
10:12:40	Pedir informação de cotas no gabinete técnico				00:04:21	
10:17:01	Marcar local dos furos				00:01:24	
10:18:25	Marcar os furos				00:00:15	
10:18:40	Transportar material para a furadora				00:00:14	
10:18:54	Setup				00:00:54	
10:19:48	Furar				00:00:27	
10:20:15	Trocar broca				00:00:12	
10:20:27	Furar				00:00:33	
10:21:00	Trocar broca				00:00:18	
10:21:18	Furar				00:00:34	
10:21:52	Colocar peça palete				00:00:08	
10:22:00	Guardar brocas				00:00:10	
10:22:10	Limpar limalha				00:00:30	
10:22:40	Ver desenhos				00:00:30	
10:23:10	Picar tempos				00:01:32	
10:24:42	Pegar material				00:00:26	
10:25:08	Medir				00:00:20	
10:25:28	Pegar/colocar ferramentas				00:00:42	
10:26:10	Marcar furos				00:00:45	
10:26:55	Ligar fresa				00:00:33	
10:27:28	Limpar limalha + preparar fresa				00:01:02	
10:28:30	Pegar peça a trabalhar				00:00:28	
10:28:58	Limpar fresadora				00:00:12	
10:29:10	Preparar máquina				00:02:30	
10:31:40	Fresar				00:19:20	
10:51:00	Conferir				00:01:00	
10:52:00	Corrigir folgas				00:02:10	
10:54:10	Fresar				00:17:55	
10:54:10	Fresar				00:17:55	
11:12:05	Limpar limalha				00:00:45	
11:12:50	Retirar peça + limpar				00:01:30	
11:14:20	Transportar material				00:00:30	
11:14:50	Rebarbar				00:01:50	
11:16:40	Colocar peça palete				00:00:14	
11:16:54	Guardar rebarbadora				00:00:23	
11:17:17	Picar tempos + guardar algo do armazém				00:02:53	
11:20:10	Pegar peças a trabalhar				00:00:25	
11:20:35	Pegar ferramentas				00:00:18	
11:20:53	Retificar acabamento - manual				00:00:53	
11:21:46	Pegar ferramentas				00:00:30	
11:22:16	Deslocamento - Ir buscar ferramenta à montagem				00:01:39	
11:23:55	Preparar ferramenta a usar				00:01:45	
11:25:40	Procurar ferramentas (Chaves)				00:00:20	
11:26:00	Preparar ferramenta a usar/testar				00:00:14	
11:26:14	Instalar ferramenta na mangueira ar comprimido				00:00:16	
11:26:30	Retificar acabamento - + automatico				00:04:30	
11:31:00	Repor ar comprimido no sítio				00:00:23	
11:31:23	Separar componentes da ferramenta criada				00:00:17	
11:31:40	Colocar no sítio				00:00:13	
11:31:53	Repor peças na paleta/ carrinho				00:01:10	
11:33:03	Arrumar fios				00:00:18	
11:33:21	Devolver ferramenta à montagem				00:01:31	
11:34:52	Ver desenhos				00:00:15	
11:35:07	Picar tempos				00:01:25	
11:36:32	Pegar material + conferir medidas				00:00:24	
11:36:56	Rebarbar				00:03:30	
11:40:26	Analisar desenho				00:00:16	
11:40:42	Medir peças				00:00:28	
11:41:10	Marcar furos				00:05:00	
11:46:10	Setup furadora				00:00:35	
11:46:45	Furar				00:01:00	
11:47:45	Trocar broca				00:00:25	
11:48:10	Furar				00:00:42	
11:48:52	Trocar broca + preparar peça				00:01:01	
11:49:53	Furar				00:00:37	
11:50:30	Procurar peça para ajudar (alinhar)				00:00:47	
11:51:17	Prender peças no grampo				00:00:43	
11:52:00	Furar				00:01:23	

11:53:23	Limpar limalha				00:00:30
11:53:53	Retirar peças + grampo				00:00:27
11:54:20	Guardar brocas				00:00:34
11:54:54	Ir para fresadora				00:00:24
11:55:18	Trocar fresa				00:00:42
11:56:00	Colocar fresa no móvel e procurar próxima				00:02:01
11:58:01	Conferir se fresa é a correta				00:00:15
11:58:16	Procurar pinça				00:01:03
11:59:19	Ir ao torno de bancada prender fresa na ferramenta				00:02:15
12:01:34	Guardar pinça anterior				00:00:16
12:01:50	Setup - Pôr fresa na máquina				00:01:09
12:02:59	Colocar peça + prender				00:00:11
12:03:10	Pausa (WC)				00:01:34
12:04:44	Preparar peça para fresar				00:00:22
12:05:06	Preparar fresadora				00:00:54
12:06:00	Fresar				00:01:20
12:07:20	Verificar porque não sai água				00:00:37
12:07:57	Fresar				00:07:03
12:15:00	Stop				

Setup	0:33:02	17,39%
Procurar	00:12:53	6,78%
Picar tempos	0:07:55	4,17%
Pausas	00:15:04	7,93%
Pedir informações	00:04:21	2,29%
Atividades com valor acrescentado	01:13:51	38,87%
Atividades necessárias - Rebarbar + Retifica	00:13:33	7,13%
Marcações/Medições	00:10:12	5,37%
Pedir informações	00:04:21	2,29%
Picar tempos	0:07:55	4,17%
Analisar desenhos	00:03:20	1,75%
Pausas	00:15:04	7,93%
Procurar /Guardar ferramentas	00:14:18	7,53%
Colocar/Retirar ferramentas/Preparar máqui	00:19:53	10,46%
Limar ferramentas	00:05:43	3,01%
Colocar/Retirar peças + transporte	00:11:19	5,96%
Limpeza	00:03:21	1,76%
Outros	00:07:10	3,77%

Duração Medição	03:10:00				
Tempo furação	00:28:13	14,85%			
Tempo fresagem	00:45:38	24,02%	38,87%		46,00%
Tempo rebarbar	00:08:10	4,30%			
Tempo retificar	00:05:23	2,83%			



ANEXO C: Quadro resumo dos cenários das propostas de *layout*

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Alterações	- Secção Maquinagem 1 - Adicionar 2 postos de soldadura na zona dos antigos CNC; - Criar um espaço para outro posto de soldadura ou armazenamento de conjuntos terminados; - Área para material não conforme, vindo de laser/CNC e para soldadura	- Serrote mecânico (24) junto à restante secção de Corte e Quinagem - Secção de Maquinagem 1 com <i>layout</i> em “C”	- Maquinagem 1 na área adjacente ao Torneamento - Bancada de trabalho no centro da secção	- Inversão do “C” do <i>layout</i> da Maquinagem 1; - Furadora (18) passa para o centro da secção.
Vantagens	- Secções de Torneamento e Soldadura inalteradas; - 2 novos postos de soldadura na zona dos antigos CNC; - Espaço para outro posto de soldadura ou armazenamento de conjuntos terminados; - Área para material não conforme, vindo de laser/CNC e para soldadura.	- Serrote mecânico (24) junto à restante secção de Corte e Quinagem – Redução das deslocações e acesso mais fácil a material; - <i>Layout</i> em “C” reduz área da Maquinagem 1 – passa a 92.3 m² (Redução de 8.3% face ao cenário 1)	- Área de equipamentos separada da área de armazenamento de material; - Maior facilidade de acesso à bancada de trabalho.	- Concentração das furadoras – menores distâncias a percorrer; - Maior acessibilidade ao material maquinado e a maquinar
Desvantagens	- Manter posição do serrote mecânico (24) - Aumento das deslocações; - Área da Maquinagem 1 muito elevada – 100.6m²	- Material armazenado nos dois lados da Maquinagem 1 – visualmente o <i>layout</i> é mais desorganizado e há menos entreaajuda entre secções; - Acesso à bancada de trabalho deficiente; - Grande distância entre o Torneamento e a máquina afiadora (34)	- Material para soldadura mais afastado da secção de Soldadura (não é grave porque o material necessário na altura encontra -se armazenado no próprio posto); - Caso seja necessário aumentar o comprimento do espaço da matéria-prima de grandes dimensões, o acesso ao material a maquinar e maquinado é dificultado.	- Material para soldadura mais afastado da secção de Soldadura (não é grave porque o material necessário na altura encontra -se armazenado no próprio posto);

ANEXO D: Distâncias na secção de Maquinagem 1

Equipamento	Ferramentas/outro	Distância <i>layout</i> inicial	Distância <i>layout</i> proposto	Variação
18	Brocas	1.2	3.16	163%
20	Brocas	4.39	2.46	-44%
21	Brocas	7.78	2.22	-71%
23	Brocas	6.95	6.29	-9%
21	Machos	8.58	2.11	-75%
20	Machos	5.23	2.28	-56%
Manual (Bancada)	Machos	0.1	0.5	400%
22	Fresas	3.86	3.08	-20%
23	Fresas	5.57	5.21	-6%
23	Móvel apoio plaina	2.13	1.74	-18%
18	Bancada trabalho	0.95	2.17	128%
20	Bancada trabalho	5.2	2.96	-43%
21	Bancada trabalho	8.43	1.67	-80%
22	Bancada trabalho	12.53	2.62	-79%
23	Bancada trabalho	7.43	3.34	-55%
18	34	4.11	6.35	55%
20	34	7.84	7.24	-8%
21	34	11.07	9.57	-14%
22	34	15.33	5.9	-62%
23	34	9.74	11.43	17%

ANEXO E: Formação Metodologia 5S

MÉTODO 5S



NÃO FICAM FRUSTRADOS?



OBJETIVOS

- Apresentar a metodologia 5S e os seus princípios;
- Compreender os benefícios de um ambiente de trabalho limpo, arrumado e organizado;
- Identificar ferramentas visuais;
- Compreender como implementar o 5S;
- Definir os fatores para o sucesso da implementação do 5S;



AGENDA

- 1 Introdução ao 5S
- 2 Benefícios do 5S
- 3 Método 5S
- 4 O que podemos melhorar?



INTRODUÇÃO AO 5S

Método utilizado para aumentar a eficiência da produção através de uma melhor organização dos espaços de trabalho.

É composto por 5 fases e o termo deriva das palavras japonesas para os estágios do método



MÉTODO 5S

UTILIZAÇÃO	→ Eliminar itens desnecessários
ORGANIZAÇÃO	→ Organizar e identificar os itens
LIMPEZA	→ Limpar e inspecionar regularmente
PADRONIZAÇÃO	→ Criar standards e rotinas
DISCIPLINA	→ Seguir bons hábitos



QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS?

BENEFÍCIOS

Os problemas ficam mais visíveis



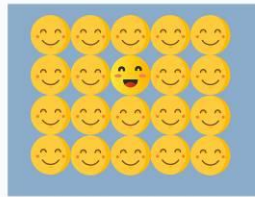
ONDE ESTÁ O ERRO?



ONDE ESTÁ O ERRO?



AGORA?



BENEFÍCIOS

Reduz desperdícios



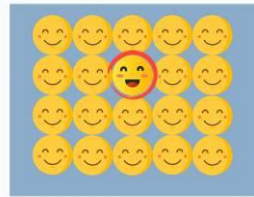
BENEFÍCIOS

Reduz desperdícios

Movimento



AGORA?



BENEFÍCIOS

Reduz desperdícios

Transporte



BENEFÍCIOS

Reduz desperdícios

Inventário

Excesso de Processo

Tempos de Espera

Defeitos

Excesso de Produção



BENEFÍCIOS

Aumenta:



Eficiência

Satisfação do Cliente

Produtividade

Satisfação do Pessoal

Qualidade

Segurança



MÉTODO 5S



MÉTODO 5S



UTILIZAÇÃO

Objetivo:

Remover tudo o que não seja necessário no espaço de trabalho



O QUE É SER DESNECESSÁRIO?

UTILIZAÇÃO

Processo:

- 1 Analisar todas as ferramentas, materiais e equipamentos da área de trabalho
- 2 Remover o lixo óbvio
- 3 Categorizar os itens em: necessário, desnecessário e pode ainda ser necessário

UTILIZAÇÃO

Processo:

- 5 O que fazer com os itens identificados?
 - Devolver ao local de trabalho
 - Armazenar
 - Deitar fora ou vender



O QUE É DESNECESSÁRIO?

É necessário?



DESENHO PROJETO ANTERIOR



UTILIZAÇÃO

Item desnecessário:

- Inseguro;
- Com defeito;
- Obsoleto;
- Não usado com frequência;
- Em excesso.



UTILIZAÇÃO

Processo:

- 4 Marcar os itens não necessários com uma etiqueta vermelha e removê-los, quando possível, para uma área de espera



UTILIZAÇÃO

Porque é importante?

- Mais espaço livre;
- Menos obstáculos;
- Para a acumulação desnecessária;
- Mais segurança.



É necessário?



DESENHO PROJETO ANTERIOR

É necessário?



DESENHO PROJETO ANTERIOR



CAPACETE DE PROTEÇÃO

É necessário?



DESENHO PROJETO ANTERIOR



CAPACETE DE PROTEÇÃO

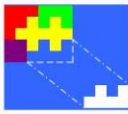
MÉTODO 5S



ORGANIZAÇÃO

Objetivo:

Organizar os itens e colocá-los nos locais mais adequados



ORGANIZAÇÃO

Processo:

- 1 Organizar e atribuir um local aos itens necessários
- 2 Decidir a quantidade max e min de cada item no local

ORGANIZAÇÃO

Importante Considerar:

- Ser fácil encontrar e usar o item
- Ser óbvio quando o item não está no local



Como?



LINHAS OU CAIXAS

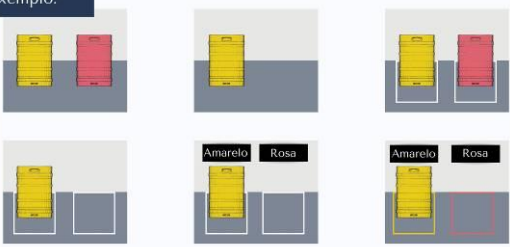


SINAIS E CORES



ETIQUETAS

Exemplo:



ORGANIZAÇÃO

Importante Considerar:

- Localizar de acordo com a frequência de uso
- Items usados juntos devem ser dispostos juntos



ORGANIZAÇÃO

Importante Considerar:

Organizar de forma a poupar movimentos e deslocações

 Andar
  Dobrar
  Girar
  Esticar

Exemplos:



Como organizar?

 ANTES
  DEPOIS

 ANTES
  DEPOIS

MÉTODO 5S



LIMPEZA

Objetivo:

Limpar e inspecionar de forma regular o local de trabalho, ferramentas e maquinaria

"COMO NOVO"



O QUE ESTÁ ERRADO COM A MÁQUINA?

 Before

O QUE ESTÁ ERRADO COM A MÁQUINA?

 Before

E AGORA? MAIS FÁCIL?

 After

LIMPEZA

Porque é importante?

- Os defeitos são mais fáceis de detetar;
- Cria um melhor ambiente de trabalho;
- Reduz acidentes;
- Menos falhas de equipamentos.



LIMPEZA

Processo:

- 1 Limpar as zonas de trabalho
- 2 Identificar e eliminar as fontes de contaminação
- 3 Substituir fios desgastados, mangueiras...

LIMPEZA

Processo:

4

Restaurar, se possível, itens para a condição "Como Novo" - pintar, limpar, polir...



PADRONIZAÇÃO

Objetivo:

Manter os ganhos anteriores com a standardização de procedimentos e rotinas

ESTABELECEBONS HÁBITOS



PADRONIZAÇÃO

Processo:

Implementar regras e linhas guia para as ações anteriores serem mantidas

- Estandarizar planos e horários de limpeza;
- Estandarizar processos de trabalho;
- Tornar fácil e visual saber os standards e cumpri-los;
- Realizar auditorias para monitorizar o processo.

MÉTODO 5S



PADRONIZAÇÃO

Processo:

Implementar regras e linhas guia para as ações anteriores serem mantidas

- Estandarizar procedimentos para a eliminação dos itens desnecessários;
- Estandarizar a localização, número e posição dos itens;
- Tornar as linhas, sinais, cores e rótulos permanentes;

MÉTODO 5S



QUEREMOS VOLTAR A TRÁS?

DISCIPLINA

Objetivo:

Compromisso contínuo de continuar a aplicar as práticas 5S



Fase mais complicada do 5S



DISCIPLINA

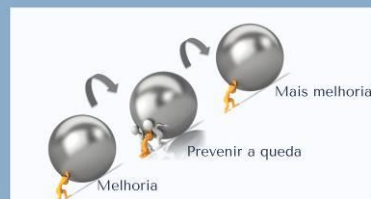
Como?

Manter um pensamento de melhoria contínua

- Cumprir as normas anteriores;
- Manter auditorias;
- Manter limpeza;
- Continuar a pensar em melhorias.



É necessário promover a disciplina e cooperação de toda a empresa para que se criem rotinas e se adotem as práticas corretas



O QUE PODEMOS MELHORAR?



ANTES



DEPOIS



ANTES



ANTES



ANTES



DEPOIS

Obrigada!
ALGUMA QUESTÃO?



BIBLIOGRAFIA

- https://www.ohiomfg.com/grip-assets/pdf/communities/HR/oma_5s_presentation_2pp.pdf
- https://leanmanufacturingtools.org/1014/5s-training-presentations/#google_vignette
- <https://www.youtube.com/watch?v=UKhGD3UbXH4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=h6Q0m2OGPws>
- <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/134961/2/484488.pdf>
- <https://www.5sday.com/what-is-5s/>

ANEXO F: Lista equipamentos de medição não calibrados - armário azul

Calibres P/N			Micrómetros		
E.M.201	6	H7	E.M. 246	Micrómetro compasso interiores	
E.M.202	7	H7	E.M. 247	Micrómetro interiores	100-400 mm
E.M.203	8	H7	E.M. 248	Micrómetro exterior	0-25 mm
E.M.204	10	H7	E.M. 249	Micrómetros exterior	25-50 mm
E.M.205	36	H7	E.M. 250	Micrómetro exterior	50-75 mm
E.M.206	11.1	H7	E.M. 251	Micrómetro exterior	75-100 mm
E.M.207	12	H7	E.M. 252	Micrómetro exterior	125-150 mm
E.M.208	13	H7	E.M. 253	Micrometro exterior	150-175 mm
E.M.209	14	H7			
E.M.210	15	H7			
E.M.211	16	H7			
E.M.212	17	H7			
E.M.213	17.5	H7			
E.M.214	18	H7			
E.M.215	19	H7			
E.M.216	20	H7			
E.M.217	21	H7			
E.M.218	22	H7			
E.M.219	23	H7			
E.M.220	24	H7			
E.M.221	25	H7			
E.M.222	25.5	H7			
E.M.223	26	H7			
E.M.224	27	H7			
E.M.225	28	H7			
E.M.226	32	H7			
E.M.227	33.3	H7			
E.M.228	34	H7			
E.M.229	35	H7			
E.M.230	36.5	H7			
E.M.231	38	H7			
E.M.232	42	H7			
E.M.233	43	H7			
E.M.234	44	H7			
E.M.235	44.8	H7			
E.M.236	45	H7			
E.M.237	46	H7			
E.M.238	47	H7			
E.M.239	48	H7			
E.M.240	50	H7			
E.M.241	52	H7			
E.M.242	53	H7			
E.M.243	55	H7			
E.M.244	58	H7			
E.M.245	59	H7			
E.M.246	62	H7			
E.M.247	65	H7			
E.M.248	68	H7			
E.M.249	72	H7			
E.M.250	75	H7			
E.M.251	85	H7			
E.M.252	90	H7			
E.M.253	100	H7			
E.M.254	19	D9			
E.M.255	21	F8			
E.M.256	15	F8			
E.M.257	19	F8			
E.M.258	37	K6			
E.M.259	30	M6			
E.M.260	28	M6			
E.M.261	30	N6			
E.M.262	24	N7			

ANEXO G: Norma de implementação dos 3S's

	Implementação dos 3S's Separação, Organização e Limpeza	
---	--	--

1S: Separação

- Identificar os itens (ferramentas, equipamentos, moldes e outros) como Necessários ou Não Necessários;
- Retirar tudo o que não seja necessário no espaço de trabalho;
 - Eliminar ferramentas, equipamentos e outros itens danificados ou obsoletos
 - Remover moldes ou acessórios não utilizados

2S: Organização

- Guardar as ferramentas e equipamentos nos locais designados;
- Identificar os locais de armazenamento de ferramentas ou outros itens;
- Guardar os itens de acordo com a frequência de uso;
- Os itens devem estar acessíveis e ser facilmente identificados por qualquer colaborador;
- Manter os corredores livres de circulação de obstáculos.

3S: Limpeza

- Verificar o estado das ferramentas e equipamentos ao longo das suas utilizações;
- Limpar os equipamentos regularmente;
- Limpar os armários e estantes regularmente;
- Despejar os contentores de sucata e limalha sempre que necessário.

ANEXO H: Modelo Utilização Cintas

	INSTRUÇÃO DE UTILIZAÇÃO – CINTAS DE ELEVAÇÃO	I.U. 01 Edição: 01 Data: 19/04/2022
---	---	---

Objetivo: Garantir as boas práticas de utilização das cintas no chão de fábrica.

➤ BOAS PRÁTICAS

- Posicionar corretamente as cintas de forma a que a carga fique distribuída uniformemente;
- Inspeccionar as cintas antes de cada uso. **NUNCA UTILIZAR UMA CINTA NÃO IDENTIFICADA OU DEFEITUOSA;**
- Nunca exceder a carga indicada nas especificações técnicas;

Tabela de capacidades

HB / POWER	Largura da Cinta	Vertical (kg)	Força (kg)	Cesto (kg)	Até 45° (kg)	De 45° até 60° (kg)
1.000	50 mm	1 kg	800	2.000	1.400	1.000
2.000	60 mm	2 kg	1.600	4.000	2.800	2.000
3.000	80 mm	3 kg	2.400	6.000	4.200	3.000
4.000	120 mm	4 kg	3.200	8.000	5.600	4.000
5.000	150 mm	5 kg	4.000	10.000	7.000	5.000
6.000	180 mm	6 kg	4.800	12.000	8.400	6.000
8.000	240 mm	8 kg	6.400	16.000	11.200	8.000
10.000	300 mm	10 kg	8.000	20.000	14.000	10.000

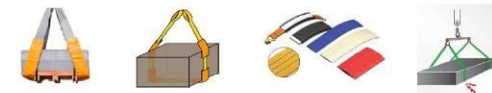
- Nunca utilizar cintas torcidas ou com nós, nem emendar cintas diretamente com outras cintas. Utilizar exclusivamente conectores ou manilhas;



- Não arrastar as cintas;



- Proteger as cintas de arestas vivas utilizando proteções;



- Utilizar corretamente os ganchos e manilhas.



Entregar as cintas danificadas ao Responsável de Qualidade (RQ).

➤ RETIRAR DE USO QUANDO:

Corte



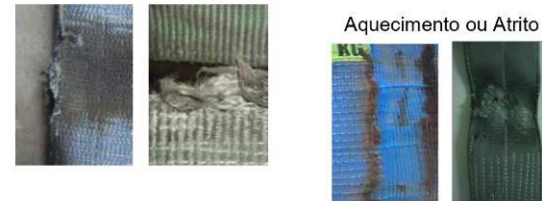
Abrasão



Falta de etiqueta



Aquecimento ou Atrito



As cintas devem ser verificadas pelo RQ a cada 6 meses.

ELABORADO POR: Helena Coelho

APROVADO POR: Mariana Carreira

Mod.06.41.V.001

ANEXO I: Modelo Utilização Ganchos

	INSTRUÇÃO DE UTILIZAÇÃO - GANCHOS	I.U. 02 Edição:01 Data: 20/04/2022
---	--	--

Objetivo: Garantir as boas práticas de utilização dos ganchos no chão de fábrica.

BOAS PRÁTICAS

Apoiar a cinta ou o acessório no centro do gancho. Nunca carregar carga na ponta do gancho ou na sua zona lateral.



Nunca ultrapassar a capacidade dimensional dos ganchos.



Nunca enrolar correntes ou cintas nos ganchos



RETIRAR DE USO QUANDO:

Gancho torcido



Gancho Aberto



Gancho com rachaduras, cortes ou entalhes



Entregar os ganchos danificados ao Responsável de Qualidade.

ELABORADO POR: Helena Coelho	APROVADO POR: Mariana Carreira	Mod.06.41.V.001
--	--	-----------------

ANEXO J: Documento informativo dos comandos do torno pequeno

Comandos Torno Pequeno	
1	Acabamento
2	Desbaste
3	
4	Interiores Ø maiores
5	Facejamento
6	Interiores Ø menores
7	Universal → Sangramento, Abrir canais, Marcar ponto ...



ANEXO K: Formulário auditoria 5S

	Auditoria 5S	Data: _____ Secção: _____
---	---------------------	------------------------------

Categoria	Critério	Pontuação		
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas?			
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?			
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?			
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho?			
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			
	2.2 Existem locais próprios para alocar as diferentes ferramentas?			
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?			
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?			
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?			
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?			
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos?			
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?			
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?			
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?			
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			
Total				%

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: _____	Aprovado por: _____	Mod.06.43.V.001
----------------------	---------------------	-----------------

ANEXO L: Formulários auditoria 5S preenchidos

		Auditoria 5S		Data: <u>30/6/22</u> Secção: <u>Maquinagem 4</u>	
---	--	--------------	--	---	--

Categoria	Critério	Pontuação		
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			X
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas?			X
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?		X	
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?			X
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho?			X
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			X
	2.2 Existem locais próprios para alocar as diferentes ferramentas?			X
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?		X	
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?			X
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?			X
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?		X	
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos?			X
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			X
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?			X
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			X
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?			X
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			X
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?			
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			X
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			X
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			X
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			X
Total		39	88,6%	

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: <u>Helena Coelho</u>	Aprovado por: <u>TC</u>	Mod.06.43.V.001
-------------------------------------	-------------------------	-----------------

Figura 55 - Auditoria 5S: Maquinagem 1

		Auditoria 5S		Data: <u>30/6/22</u> Secção: <u>Torneamento</u>
---	--	---------------------	--	--

Categoria	Critério	Pontuação		
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			X
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas?		X	
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?			X
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?			X
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho? <i>Coço e lixos</i>		X	
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			X
	2.2 Existem locais próprios para alocar as diferentes ferramentas?			X
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?			X
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?			X
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?			X
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?		X	
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos?			X
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			X
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?		X	
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			X
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?			X
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			X
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?			
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			X
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			X
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			X
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			X
Total		3	8	36,4%

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: <u>Helena Costa</u>	Aprovado por: <u>te</u>	Mod.06.43.V.001
------------------------------------	-------------------------	-----------------

Figura 56 – Auditoria 5S: Torneamento

	Auditoria 5S	Data: <u>30/6/22</u> Secção: <u>Soldadura 1</u> <u>Trabalho</u>
---	---------------------	---

Categoria	Critério	Pontuação		
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			X
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas?			X
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?		X	X
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?			X
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho?			X
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			X
	2.2 Existem locais próprios para alojar as diferentes ferramentas?			X
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?			X
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?			X
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?			X
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?		X	
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos?		X	
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			X
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?		X	
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			X
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?		X	
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			X
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?			
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			X
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			X
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			X
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			X
Total			38	86,4%

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: <u>Helena Coelho</u>	Aprovado por: <u>RE</u>	Mod.06.43.V.001
-------------------------------------	-------------------------	-----------------

Figura 57 - Auditoria 5S: Soldadura 3

		Auditoria 5S		Data: <u>30/6/22</u> Secção: <u>Soldadura 1</u> <u>Helena</u>	
Categoria	Critério	Pontuação			
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)	
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			X	
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas?			X	
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?			X	
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?			X	
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho?			X	
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			X	
	2.2 Existem locais próprios para alocar as diferentes ferramentas?			X	
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?			X	
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?		X	X	
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?		X		
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?	X			
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos? <i>Re-substancia</i>		X		
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			X	
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?			X	
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			X	
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?	X			
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			X	
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?				
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			X	
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			X	
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			X	
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			X	
Total		35		79,5%	

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: <u>Helena Coelho</u>	Aprovado por: <u>re</u>	Mod.06.43.V.001
-------------------------------------	-------------------------	-----------------

Figura 58 - Auditoria 5S: Soldadura 1

		Auditoria 5S		Data: <u>30/6/22</u> Secção: <u>Montagem</u>
---	--	---------------------	--	---

Categoria	Critério	Pontuação		
		0 (Mau)	1 (Razoável)	2 (Bom)
1S: Separação	1.1 Apenas as ferramentas e as máquinas necessárias estão no posto de trabalho?			X
	1.2 As ferramentas necessárias estão nas quantidades certas? <i>Apenas ferramentas a utilizar</i>		X	
	1.3 Existem ferramentas danificadas/obsoletas no posto de trabalho?	X		
	1.4 Apenas as informações e os papéis necessários estão no posto de trabalho?		X	X
	1.5 Apenas o material em processo (WIP) necessário está no posto de trabalho?		X	X
2S: Organização	2.1 O acesso aos objetos e equipamentos encontra-se desobstruído?			X
	2.2 Existem locais próprios para alocar as diferentes ferramentas?			X
	2.3 As ferramentas/ itens são guardados na sua localização quando não estão a ser utilizados?			X
	2.4 As ferramentas mais utilizadas encontram-se em localizações mais acessíveis?			X
	2.5 Existem ferramentas espalhadas na área de trabalho?			X
	2.6 Os espaços reservados a ferramentas estão identificados?	X		
3S: Limpeza	3.1 Os equipamentos estão limpos e sem danos?			X
	3.2 Os contentores/latas de sucata e lixo são despejados regularmente?			X
	3.3 As estantes e ferramentas são periodicamente limpas?		X	
	3.4 Estão disponíveis todos os materiais necessários para a realização da limpeza?			X
4S: Padronização	4.1 A identificação da localização de cada ferramenta/objeto está visível?	X		
	4.2 Os planos de limpeza são cumpridos?			X
5S: Disciplina	5.1 A última auditoria 5S prevista foi realizada?			X
	5.2 As ferramentas/ itens danificados ou obsoletos são eliminados por iniciativa do colaborador?			X
	5.3 As ferramentas/itens são colocadas no local correto por iniciativa do colaborador?			X
	5.4 A limpeza é realizada por iniciativa do colaborador?			X
	5.5 Os colaboradores promovem o 5S e a melhoria contínua?			X
Total		3	4	77 %

Nota: Quando o resultado da auditoria é < 80%, devem ser definidas e implementadas ações pelo D. Produção/ Resp. Qualidade.

Elaborado por: <u>Helena Coelho</u>	Aprovado por: <u>[Assinatura]</u>	Mod.06.43.V.001
-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------

Figura 59 - Auditoria 5S: Montagem

ANEXO M: Listagem das ferramentas da secção de Soldadura

Material	Qt por Soldador	Qt Total Necessária	Qt Existente	A arranjar
Rebarbadora	1	3	3	0
Grampo grande 6	6	18	8	10
Grampo pequeno 3	2	6	4	2
Esquadro magnético	2	6	0	6
Esquadro magnético 50-50	2	6	0	6
Nível	1	3	1	2
Esquadro 400	1	3	2	1
Esquadro 250-300	1	3	1	2
Riscador	1	3	3	0
Fita métrica 5m	1	3	3	0
Fita métrica 8m	1	3	0	3
Martelo grande 5	1	3	2	1
Martelo pequeno	1	3	2	1
Alicate de Pressão	2	6	4	2
Alicate Universal	1	3	3	0
Talhadeira/ Escopro 300	1	3	1	2
Esticador	2	6	2	4
Calculadora	1	3	0	3
Chave para abrir garrafa - 28 ou 30	1	3	3	0
Paquímetro packlist	1	3	0	3
Chave para rebarbadora	1	3	3	0
Suta Simples	1	3	0	3

ANEXO N: Documentos do quadro de sugestões de melhoria contínua

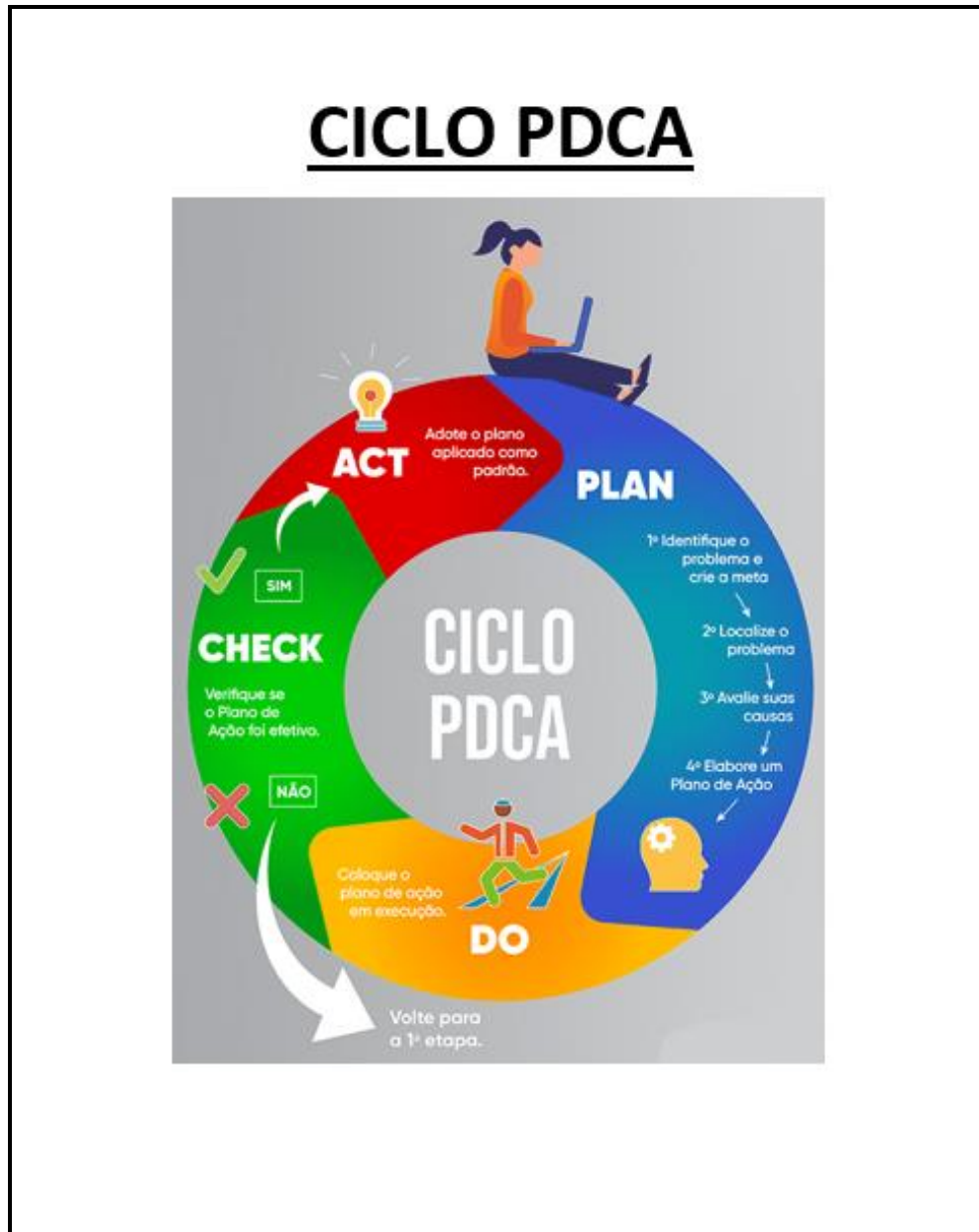


Figura 60 - Ciclo PDCA

Como criar sugestões de melhoria?

- 1) Que problemas existem na fábrica ou no seu posto de trabalho?
Tem alguma sugestão para o problema ser resolvido ou alguma proposta para haverem melhorias na empresa?
- 2) Preencha o cartão para sugestões de melhoria e ajude a Incomef Engineering a melhorar.

SUGESTÕES DE MELHORIA

Problema: _____

Proposta de Melhoria: _____

Sugerido por: _____

Obrigado por nos ajudar a melhorar!

No verso do cartão, se quiser, pode desenvolver melhor a sua proposta de melhoria e indicar as causas do problema

Que problemas existem?

O que sugere para resolver o problema?
Tem ideias de melhorias que possam ser implementadas?

Diga-nos quem teve a ideia, mas se preferir pode manter o anonimato

Nota: Não é preciso preencher todos os campos

- Se quiser reportar algum problema, mas não tiver nenhuma sugestão de melhoria pode preencher apenas a parte do problema;
- Se tiver alguma sugestão de melhoria, mas não houver nenhum problema associado, ou não souber qual problema mencionar, pode preencher só a parte da sugestão de melhoria

3) Coloque o cartão na coluna "sugerido" para a sua proposta ser analisada.

4) Se a sua proposta for aprovada verá o seu seguimento na tabela do quadro de acordo com a fase em que se encontra.

P	D	C	A	Sugerido

Figura 61 - "Como criar sugestões de melhoria?"

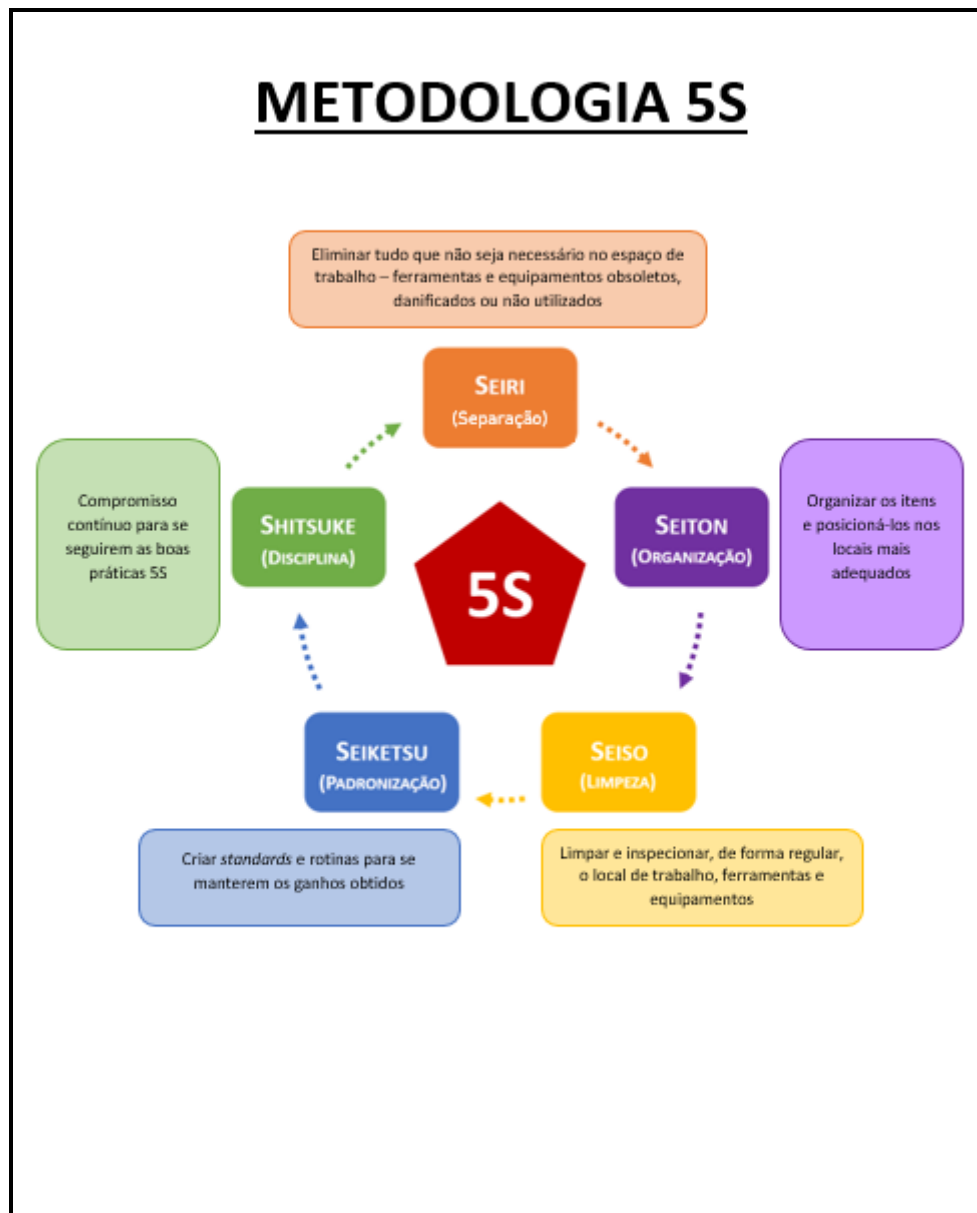


Figura 62 - Metodologia 5S