



Universidade de Aveiro

2021

Sara Almeida Pinto

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE AÇÕES DE
MELHORIA NUM PROCESSO DE CÔRTE DE PERFIS**



Universidade de Aveiro
2021

Sara Almeida Pinto

DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE AÇÕES DE MELHORIA NUM PROCESSO DE CÔRTE DE PERFIS

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro, e de Leonel Ribeiro Nunes, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Geraldo Cardoso de Oliveira Neto
Professor Investigador da UNINOVE - Universidade Nove de Julho

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à empresa onde se desenvolveu o projeto pela oportunidade dada, especialmente ao Eng.^o Francisco Dias por todo o apoio e disponibilidade prestados.

Ao Professor Doutor João Matias, o meu orientador da Universidade de Aveiro, pela paciência e ajuda dada ao longo do projeto, que foram importantes para a finalização deste trabalho.

À minha família, pela força e por sempre me terem dado a oportunidade de seguir as minhas escolhas.

Aos meus amigos, pelo companheirismo ao longo do meu percurso universitário.

palavras-chave

Ciclo PDCA, Melhoria Contínua, Ferramentas *Lean*, Ferramentas da Qualidade, Medição de Tempos.

resumo

As empresas estão, cada vez mais, a mobilizar os seus esforços para encontrarem formas de fornecer um maior valor ao cliente. Devido ao aumento da competitividade no mundo dos negócios, há uma clara necessidade dessa estratégia, e todos os processos devem ser sujeitos a ações que providenciem melhorias. Nesse sentido, surge este projeto, cujo objetivo principal consiste na redução do desperdício existente num processo de corte de perfis. O desenvolvimento do projeto regeu-se segundo o ciclo PDCA. Inicialmente foi feita uma análise do processo da situação inicial, onde foram utilizadas ferramentas como o Diagrama de *Ishikawa* e o método do estudo de tempos. Depois, foram idealizadas ações de melhoria, priorizadas com base na matriz GUT, para as quais foi elaborado um plano de ação, com recurso à ferramenta 5W2H. Seguiu-se a implementação de algumas ações. Das ações implementadas, do que foi possível, quantificou-se o resultado, e foram apresentados também os benefícios obtidos. Com o projeto foram introduzidas práticas de melhoria contínua, a maioria das ações planeadas foram implementadas e os resultados foram obtidos essencialmente em forma de benefícios, perspetivando-se um retorno em termos quantitativos a longo prazo.

keywords

PDCA Cycle, Continuous Improvement, *Lean* Tools, Quality Tools, Time Measurement.

abstract

Companies are increasingly mobilizing their efforts to find ways to provide greater customer value. Due to increased competitiveness in the business world, there is a clear need for this strategy, and all processes must be subject to actions that provide for improvements. In this sense, this project arises, whose main objective is to reduce the waste existing in a profile cutting process. The development of the project was governed by the PDCA cycle. Initially, an analysis of the process of the initial situation was made, using tools such as the *Ishikawa* Diagram and the time study method. Then, improvement actions were idealized, prioritized based on the GUT matrix, for which an action plan was drawn up, using the 5W2H tool. This was followed by the implementation of some actions. Of the implemented actions, of what was possible, the result was quantified, and the benefits obtained were also presented. With the project, continuous improvement practices were introduced, most of the planned actions were implemented and the results were obtained essentially in the form of benefits, with the perspective of return in quantitative terms in the long term.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação e contextualização do trabalho	1
1.2	Objetivos, desenho e metodologia da investigação	2
1.3	Estrutura do documento	3
2	Caraterização do desafio	5
2.1	Empresa	5
2.2	Processo produtivo	6
2.2.1	Estufas	7
2.2.2	Operação de corte de perfis	9
3	Revisão de literatura	15
3.1	<i>Toyota production system</i>	15
3.2	<i>Lean thinking</i>	17
3.2.1	Eliminação de desperdícios	18
3.3	Metodologia <i>kaizen</i>	19
3.4	Ferramentas <i>lean</i>	20
3.4.1	5S	20
3.4.2	Trabalho padronizado	21
3.4.3	Gestão visual	21
3.4.4	Matriz de competências	22
3.4.5	<i>Poka yoke</i>	23
3.5	Medição do trabalho	23
3.5.1	Método do estudo de tempos	24
3.6	Ferramentas da qualidade	26
3.6.1	Ciclo PDCA	26
3.6.2	Diagrama de <i>ishikawa</i>	27
3.6.3	Matriz GUT	28
3.6.4	5W2H	29
3.7	Ferramenta CAD	29
4	Estudo de caso	31
4.1	Análise do estado inicial	31
4.2	Análise quantitativa da situação inicial	33
4.3	Apresentação de melhorias	38
4.4	Planeamento	44
4.5	Implementação	46
4.5.1	Desenvolvimento de um suporte	46
4.5.2	Elaboração de um plano de manutenção	50

4.5.3	Implementação da ferramenta 5S	51
4.5.4	Formulação de instruções de trabalho e OPL.....	53
4.5.5	Elaboração de uma matriz de competências	54
4.5.6	Marcação das velocidades nos controlos da máquina	54
4.5.7	Implementação de um método para identificar o produto intermédio.....	55
4.5.8	Criação de etiquetas para a empresa	56
4.5.9	<i>Poka yoke</i> da folha de ordem de produção	57
4.6	Resultados.....	58
5	Conclusão	65
5.1	Considerações Finais.....	65
5.2	Limitações	65
5.3	Trabalho Futuro	66
	Referências Bibliográficas.....	67
	Anexos.....	75
	Anexo A – Layout do chão de fábrica.....	76
	Anexo B – Fluxograma da operação de corte de perfis	77
	Anexo C – Diagrama de <i>Ishikawa</i>	78
	Anexo D - Plano de manutenção resumo.....	79
	Anexo E – Plano de manutenção completo	80
	Anexo F - Calendário de manutenção preventiva	87
	Anexo G – Ferramenta 5S (marcação de zonas).....	88
	Anexo I – Ferramenta 5S (auditoria)	90
	Anexo J – Ferramenta 5S (pontuação)	91
	Anexo K – Instrução de trabalho	92
	Anexo L - OPL	93
	Anexo L.1 – OPL 1	93
	Anexo L.2 – OPL 2.....	95
	Anexo L.3 – OPL 3.....	96
	Anexo L.4 – OPL 4.....	98
	Anexo L.5 – OPL 5.....	99
	Anexo L.6 – OPL 6.....	101
	Anexo M – Matriz de competências.....	102
	Anexo N – Interface inicial do programa para gerar etiquetas	104
	Anexo O – Formulário para gerar etiquetas	105

Índice de Figuras

Figura 2.1. Organograma funcional da empresa.	5
Figura 2.2. Layout do chão de fábrica.	6
Figura 2.3. Número de encomendas por tipo de estufa (2020).	7
Figura 2.4. Modelo de Processo de Negócio.	8
Figura 2.5. Modelo representativo da estufa PRI-MULTI: 1- Pilar 2- Travação 3- Asna.	9
Figura 2.6. Taxa de Ocupação por máquina (2020).	9
Figura 2.7. Quantidade de produtos que passam por cada máquina (2020).	10
Figura 2.8. Curva ABC das quantidades produzidas de cada artigo que passa pela operação de corte de perfis.	11
Figura 2.9. Fluxograma da operação de corte de perfis.	12
Figura 2.10. Ajuste e fixação dos perfis.	13
Figura 3.1. Modelo da casa do Toyota Production System (adaptado de (Liker & Morgan, 2006)).	16
Figura 3.2. Modelo piramidal 4 P's da Toyota Way (adaptado de (Kehr & Proctor, 2017)).	17
Figura 3.3. Ciclo PDCA (adaptado de (Sokovic et al., 2010)).	27
Figura 4.1. Diagrama de <i>Ishikawa</i>	33
Figura 4.2. Custo por abastecimento e preparação do equipamento, e por corte do material.	38
Figura 4.3. Custo total da amostra.	38
Figura 4.4. Espaço de trabalho (no início do projeto).	40
Figura 4.5. Controlos da máquina (no início do projeto).	41
Figura 4.6. Suporte (no início do projeto).	41
Figura 4.7. Identificação do produto intermédio (no início do projeto).	42
Figura 4.8. Etiquetas da matéria-prima de diferentes fornecedores.	43
Figura 4.9. Protótipo do suporte para o serrote.	46
Figura 4.10. Protótipo do batente.	50
Figura 4.11. Novo suporte do serrote.	50
Figura 4.12. Etapa Seiri (Separar) - Área 5S.	51
Figura 4.13. Etapa Seiton (Organizar) - Organização das ferramentas.	52
Figura 4.14. Etapa Seiton (Organizar) - Marcação de zonas.	52
Figura 4.15. Etapa Seiso (Limpar) - Limpeza do espaço de trabalho.	53
Figura 4.16. Disco com marcação das velocidades de descida do arco.	55
Figura 4.17. Método de identificação do produto intermédio.	55
Figura 4.18. Interface inicial do programa para gerar etiquetas.	56
Figura 4.19. Formulário para preenchimento de dados.	56
Figura 4.20. Layout das etiquetas.	57
Figura 4.21. Antes - Folha de ordem de produção.	57
Figura 4.22. Depois - Folha de ordem de produção.	58
Figura 4.23. Variação do tempo médio da afinação da medida de corte.	61

Figura 4.24. Custo da afinação da medida de corte antes e depois da implementação da melhoria.	62
Figura 4.25. Quadro visual na área de trabalho do processo de corte de perfis.	62

Índice de Tabelas

Tabela 2.1. Produção na operação de corte de perfis (ano de 2020).	11
Tabela 3.1. Fatores de Compensação (adaptada de (Heizer & Render, 2014)).	25
Tabela 3.2. Valores de Z consoante o nível de confiança desejado (adaptado de (Heizer & Render, 2014)).	26
Tabela 3.3. Pontuação GUT (adaptada de (Behr et al., 2008)).	28
Tabela 3.4. Questões 5W2H (adaptada de (Fofan et al., 2019))	29
Tabela 4.1. Categorização dos problemas existentes na operação de corte de perfis.	32
Tabela 4.2. Divisão das unidades elementares do trabalho.	34
Tabela 4.3. Registo dos tempos observados (minutos).....	35
Tabela 4.4. Número de vezes a cronometrar a tarefa (abastecimento e preparação do equipamento).	35
Tabela 4.5. Número de vezes a cronometrar a tarefa (corte do material).	36
Tabela 4.6. Registo dos restantes tempos observados do grupo 2 (minutos).	36
Tabela 4.7. Cálculo do tempo normal do grupo 2 (minutos).	37
Tabela 4.8. Cálculo do tempo padrão do grupo 2 (minutos).	37
Tabela 4.9. Critérios de classificação para a priorização.	44
Tabela 4.10. Priorização das causas nas quais atuar.	44
Tabela 4.11. Priorização ideal da implementação das melhorias.....	45
Tabela 4.12. Caraterização das melhorias consoante a dificuldade de implementação.	45
Tabela 4.13. Plano de ação - Ferramenta 5W2H	47
Tabela 4.14. Estado de implementação das medidas de melhoria propostas no fim do projeto. ...	58
Tabela 4.15. Tabela resumo dos resultados obtidos.	59
Tabela 4.16. Tempos registados antes e depois do novo suporte.	61
Tabela 4.17. Payback da implementação do novo suporte.	62

Lista de Abreviaturas e Siglas

CAD – Computer Aided Design

CAM – Computer Aided Manufacturing

GUT – *Gravity, Urgency, Tendency*

JIT – *Just-In-Time*

NT – *Normal Time*

OPL – *One Point Lesson*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PME – Pequena Média Empresa

PRF – *Performance Rating Factor*

RH – Recursos Humanos

SST – Saúde e Segurança no Trabalho

ST – *Standard Time*

TMC – *Toyota Motor Corporation*

TPS – *Toyota Production System*

UET – Unidade Elementar do Trabalho

1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar a motivação e contextualização do trabalho, os objetivos e o desenho da investigação, bem como a forma como este documento está estruturado.

1.1 Motivação e contextualização do trabalho

O grande objetivo comum a todas as empresas, nomeadamente as que competem numa economia de mercado, reside na obtenção de lucro, sendo, para tal, necessário fornecer aos clientes produtos e/ou serviços que preencham os seus requisitos, e ao mesmo tempo gerem valor acrescentado para a empresa. Produção ao menor custo, no menor tempo possível, e com uma qualidade acrescida, que deve ir ao encontro das necessidades específicas dos clientes, é onde reside o foco de intervenção. Existe uma transformação constante no estado das coisas e as empresas têm de se reinventar de forma a que consigam lidar com o aumento da concorrência, com os requisitos dos clientes e com o aumento da celeridade a que as especificações dos produtos sofrem alterações. Acaba assim, então, por haver uma responsabilidade por parte das empresas em reorganizar os processos de negócio, assim como de fabrico. O aumento da concorrência tem um impacto significativo, surgindo uma necessidade elevada das empresas de acabar com as mais diversas fontes de desperdício que por sua vez podem ter como consequência atrasos nas entregas e para além disso uma perda na qualidade dos produtos. De maneira a manterem a sua competitividade as empresas devem então apostar na sua estrutura organizacional, na tecnologia como suporte às suas atividades e estrutura organizacional e também nos seus recursos humanos.

Ao longo do tempo foram sendo propostas várias abordagens que visam ajudar a organizar as atividades numa empresa, nomeadamente o *Lean Manufacturing* (Sutharsan et al., 2020; Thomas Pullan et al., 2013). Esta abordagem conduz a um entendimento daquilo que são os processos e de como capacitar as pessoas para que os possam fazer da melhor forma, para que se atinja uma melhoria contínua. O seu seguimento leva a uma redução do desperdício e de tempos de processamento nos diferentes passos da cadeia de valor (Panwar et al., 2018).

Os processos presentes numa cadeia de valor são vários e cada um deles merece especial atenção. O projeto associado ao presente documento está enquadrado no departamento de produção e está ligado a um dos processos que ocorre numa indústria pertencente ao setor da metalomecânica, concretamente ao processo de corte de perfis. Neste processo ocorrem vários desperdícios que interferem com o mesmo, não lhe acrescentando valor. Por esta razão apontada é necessário reduzir os desperdícios, sendo este o desafio e ponto central do projeto. Para este efeito recorreu-se a várias ferramentas base para comportamentos de melhoria contínua.

1.2 Objetivos, desenho e metodologia da investigação

Conhecidas a motivação e a contextualização do trabalho torna-se importante definir de forma clara qual foi o propósito principal deste trabalho. O objetivo inicial do projeto foi a redução dos desperdícios existentes no processo de corte de perfis.

Desta forma, foram propostos dois objetivos específicos. O primeiro, a identificação dos desperdícios existentes no processo e, o segundo, a proposta de oportunidades de melhoria para a redução dos mesmos.

O estudo de caso define-se como um método de investigação que permite compreender de forma profunda e multifacetada uma questão de carácter complexo (Crowe et al., 2011). A compreensão desta questão é feita num contexto de ocorrência na vida real (Rashid et al., 2019). Segundo Cassell e Symon (2004), o estudo de caso permite entender comportamentos e tarefas diárias, investigar processos e comportamentos, podendo estes ser de carácter organizacional, e perceber um contexto organizacional e ambiental e o seu impacto nos processos sociais.

A natureza do estudo de caso tende a ser qualitativa, no entanto, pode não se restringir apenas a esta natureza. Um estudo de caso pode ser qualitativo, quantitativo ou a junção de ambas as abordagens. Combinados ambos os tipos, é possível obter um trabalho com maior significado em concordância com o objetivo do estudo (Starman, 2013).

Para tal, e, de modo a alcançar os objetivos propostos, seguiu-se uma metodologia exploratória, nomeadamente o estudo de caso através da abordagem PDCA (*Plan – Do- Check – Act*), pois, tendo sido este um projeto envolto na temática da melhoria contínua a sua aplicabilidade considerou-se adequada. Tal como a própria sigla indica na abordagem anglo-saxónica, este ciclo subdivide-se em 4 fases, sendo elas planejar, fazer, verificar e, por último, agir.

Posto isto, inicialmente foi feito o planeamento. A fim de clarificar qual o problema que se tinha em mãos foi fundamental perceber o funcionamento da empresa, assim como o seu macroprocesso para entender onde se enquadrava o processo de corte de perfis. Por sua vez, o processo de corte de perfis mereceu uma análise mais aprofundada, tendo sido observado de forma mais minuciosa. Depois de uma melhor perceção do problema foi importante identificar quais as suas causas e foram definidas possíveis ações corretivas. Este último ponto foi apoiado por uma revisão de literatura, a qual teve o intuito de permitir conhecer mais pormenorizadamente conceitos e ferramentas úteis à resolução do problema. Para terminar esta fase, foi elaborado um plano de ação para a implementação das contramedidas.

De seguida, chegou-se à fase do fazer. Parte das ações corretivas definidas anteriormente foram então implementadas.

Numa terceira fase, o importante seria verificar se as metas de melhoria que foram estabelecidas estavam a ser alcançadas. No entanto, apenas em parte das ações implementadas é que foi possível verificar se o alcance estava a ser atingido em termos temporais e

consequentemente monetários. Teoricamente, após esta verificação, na possibilidade de algumas das metas não estivessem a ser atingidas, era essencial perceber a sua causa e deveria ser definido um novo método a seguir.

Por último, depois de ser formulado o novo método a seguir chegaria logicamente o tempo de agir. Considerando que do novo método surgiam bons resultados, deveria ser padronizado o processo que levou ao atingimento do sucesso. Já numa situação oposta, isto é, no caso de o novo método conduzir a maus resultados, dever-se-iam tomar ações corretivas novamente.

1.3 Estrutura do documento

Quanto à estruturação do documento este encontra-se dividido em cinco capítulos complementares entre si.

O presente capítulo, isto é, o primeiro capítulo é dedicado à introdução da temática do projeto, com a apresentação da motivação e contextualização do trabalho, assim como dos objetivos, desenho e metodologia de investigação.

O segundo capítulo foca-se na caracterização do desafio, com uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvido o projeto e descrição do processo produtivo. É também exposta informação acerca do produto principal da empresa, assim como da operação de corte de perfis, operação alvo do estudo.

O terceiro capítulo dedica-se à exposição dos conceitos teóricos, conceitos estes a base para o desenvolvimento do projeto.

O quarto capítulo centra-se no estudo de caso, sendo feita a análise da situação inicial, iniciando-se pela sua caracterização e passando depois para a sua quantificação. Ademais são discriminadas todas as ações de melhoria que se desejavam implementar e o planeamento para a sua implementação. Das melhorias que foram implementadas é feita a sua descrição, e são apresentados também os resultados consequentes.

Por último, no quinto capítulo são expressas as conclusões finais do projeto, acrescentando-se as limitações ao seu desenvolvimento, assim como a visão para trabalho futuro.

2 Caracterização do desafio

Este capítulo dedica-se ao enquadramento do projeto. Inicialmente é feita uma descrição da empresa assim como do seu processo produtivo. Além disso é também feita uma pequena explicação do produto relacionado com o projeto. Por último, é também partilhado conhecimento acerca da operação de corte de perfis, sendo dadas informações acerca da máquina na qual é feita, dos produtos que por lá passam e do seu procedimento.

2.1 Empresa

A empresa onde se realizou o estudo é uma pequena média empresa (PME) inserida no setor metalomecânico, no concelho de Vagos. Tem como foco o fabrico, comercialização, distribuição e instalação de uma vasta gama de produtos e equipamentos que são inseridos em ambientes agrícolas. Destacam-se as estufas metálicas, sistemas de rega, fertirrega e estruturas para retenção de água. Esta distingue-se de outras empresas através da relação qualidade/preço presente nos seus produtos.

Fazem parte da empresa cerca de 90 funcionários. A empresa encontra-se dividida em vários departamentos, sendo eles: departamento da qualidade, departamento de recursos humanos e saúde e segurança no trabalho, departamento de marketing, departamento administrativo e financeiro, departamento comercial/compras, departamento de logística e departamento de produção, tal como está representado no organograma (**figura 2.1**).

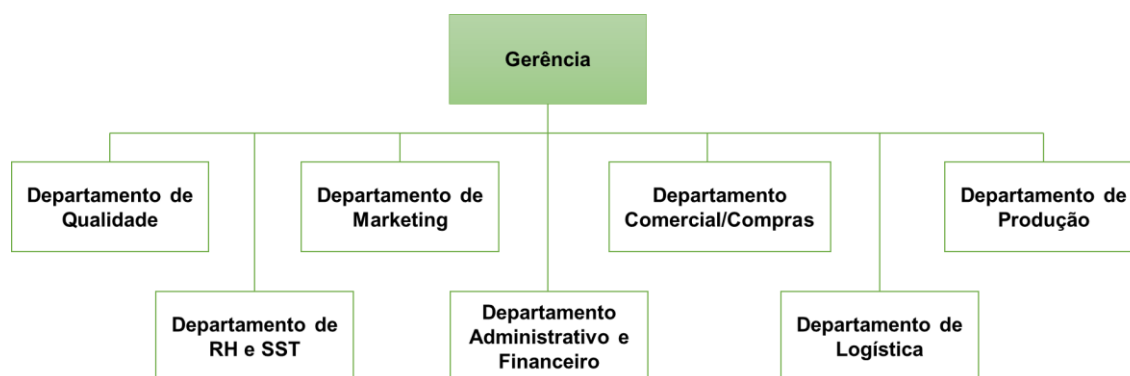


Figura 2.1. Organograma funcional da empresa.

O chão de fábrica encontra-se dividido em duas áreas de produção, produção laser (corte) e serralheria. Na **figura 2.2** (em tamanho maior no **anexo A**) está representado o *layout* do chão de fábrica com a divisão das duas áreas de produção. A zona 1 corresponde à área da produção laser e a zona 2 à área da produção de serralheria. O estudo em questão decorre no departamento de produção, mais especificamente na serralheria, que se debruça na produção de estufas. Nesta “secção” da empresa os operários trabalham num único turno com uma duração de 8 horas.

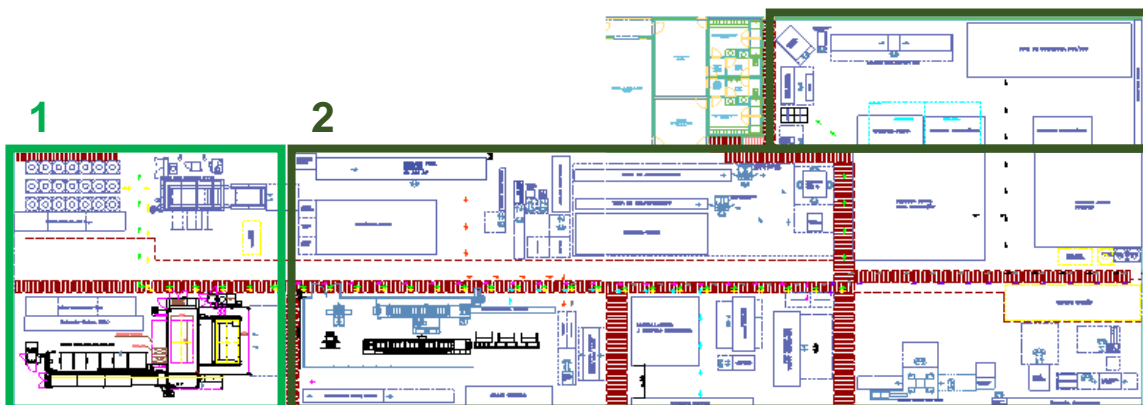


Figura 2.2. Layout do chão de fábrica.

2.2 Processo produtivo

O macroprocesso da empresa segue um modelo de processo bem definido (**figura 2.4**). Inicia-se quando surge um pedido por parte de um cliente que é posteriormente analisado. É feito um orçamento que depois pode ser adjudicado ou não. Caso não seja adjudicado por parte do cliente, é dado por finalizado o processo. Caso contrário, isto é, se o orçamento for aceite é adjudicada a obra/produto. A data de entrega tanto pode ser definida pela empresa como pelo cliente.

Segue-se o cálculo das necessidades. Depois destas serem calculadas, é verificado o nível de *stock*, de modo a que se saiba se é preciso adquirir o material necessário à prossecução da encomenda. A compra de material é feita segundo as encomendas feitas pelos clientes, e é feita segundo quantidades e medidas padronizadas pelos fornecedores, visto que, comprar as quantidades e medidas já adequadas às encomendas feitas implicam um custo acrescido.

O planeamento divide-se em duas vertentes: planeamento laser e planeamento da serralheria. Do planeamento da produção da serralheria surge uma folha de ordem de produção, que é entregue aos operadores para iniciarem a produção. A empresa rege-se tanto pela estratégia de produção *pull* como *push*, sendo alguns produtos para *stock*. Após estar concluída a produção é feito um controlo, inicialmente por parte de um operador e depois verificada pelo coordenador da produção ou pelo responsável de planeamento, quer da produção laser quer da produção da serralheria. O *stock* gerado e os tempos da produção são registados na base de dados indicada para este fim. Por fim é feito o embalamento para que o produto seja expedido ou simplesmente arrumado para *stock*.

A produção para *stock* prende-se com o facto de por vezes ser necessário mexer com mais matéria-prima do que aquela que é necessária, pois uma grande parte de matéria-prima está presa por atados e tem de ser movida na sua totalidade. Para que se evite atar de novo a matéria-prima e expô-la de novo às condições ambientais, que não são as mais favoráveis para metais

devido à presença de humidade, produz-se desde logo produtos que serão necessários para possíveis futuras encomendas.

Na empresa a alocação dos operadores não é apenas a uma única operação. Um operador pode fazer mais do que uma operação, assim como alguns das operações podem ser feitas por mais do que um operador.

2.2.1 Estufas

As estufas dividem-se em sete tipos de módulos diferentes: estática, gótica, fraga, MR2, Pri-Tunel e Pri-Multi. Este último modelo foi o mais vendido no ano de 2020, dado que poderá ser confirmado no gráfico presente na **figura 2.3**.

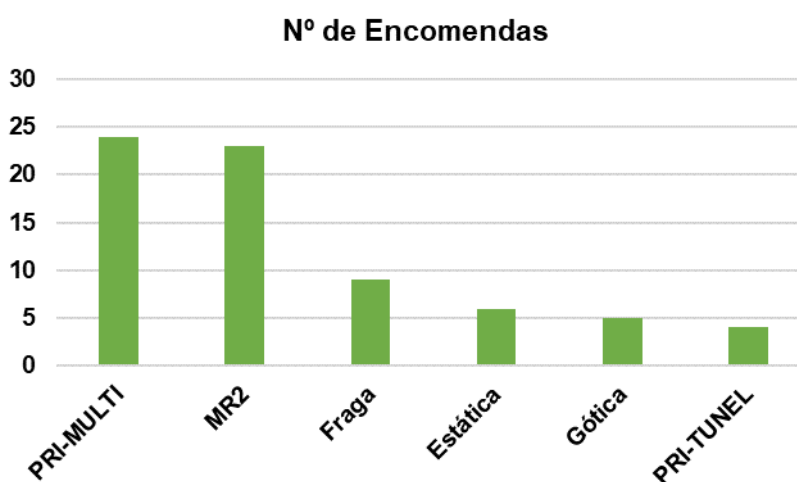


Figura 2.3. Número de encomendas por tipo de estufa (ano de 2020).

Uma estufa é constituída por vários elementos, sendo parte deles comprados tal e qual como vão ser aplicados na montagem e outros são transformados na empresa. A percentagem de elementos feitos na empresa corresponde a cerca de 60 % dos elementos constituintes da estufa, sendo os restantes comprados.

Apesar da existência de diferenças de módulo para módulo, os elementos constituintes da estrutura base são iguais em todos eles, nomeadamente, as asnas, os pilares e as travações. Na **figura 2.5** é apresentado um modelo representativo da estufa PRI-MULTI, no qual estão identificados os elementos anteriormente referidos.

Para além dos elementos comuns a todos os modelos de estufas existem outros elementos utilizados nos diversos modelos. De relevância, consta também o facto de que a medida dos componentes varia consoante a preferência do cliente, isto é, um cliente pode por exemplo pedir uma estufa mais estreita ou mais larga e conseqüentemente as medidas dos elementos irá variar. Uma grande parte destes elementos passam pela operação de corte de perfis, operação esta o foco de estudo.

Caraterização do Desafio

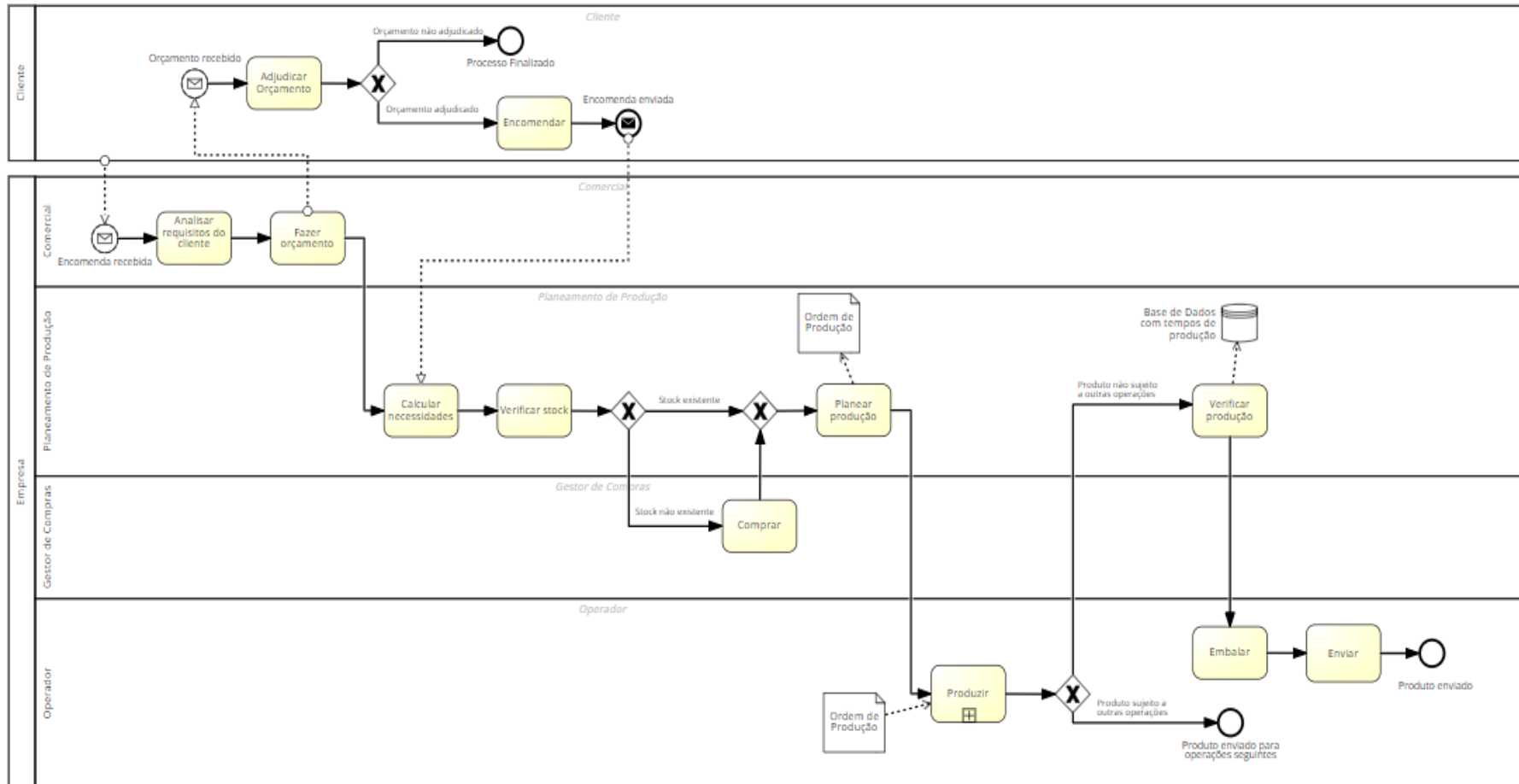


Figura 2.4. Modelo de Processo de Negócio.

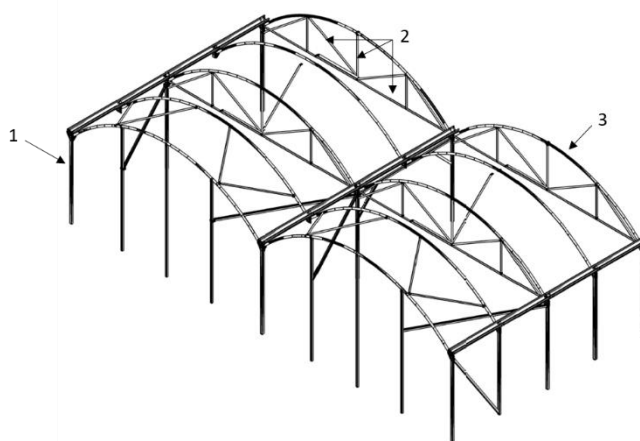


Figura 2.5. Modelo representativo da estufa PRI-MULTI: 1- Pilar 2- Travação 3- Asna.

2.2.2 Operação de corte de perfis

Uma das operações à qual estão sujeitos alguns dos elementos pertencentes às estufas é o corte. Este é feito num dos serrotes de fita, cuja utilização recai numa taxa de cerca de 7%, sendo a 7ª máquina mais utilizada no chão de fábrica (figura 2.6). Esta é uma operação realizada na empresa pois as compras de perfis já com as medidas adaptadas a cada encomenda implicam um custo acrescido, tal como já foi referido anteriormente.



Figura 2.6. Taxa de Ocupação por máquina (ano de 2020).

Por cada máquina passa uma certa quantidade de elementos até que todos eles cheguem ao seu estado de produto acabado. O serrote de fita é utilizado para cortar uma totalidade de 8% dos elementos produzidos pela empresa, que vão posteriormente ser parte constituinte da estufa (figura 2.7).

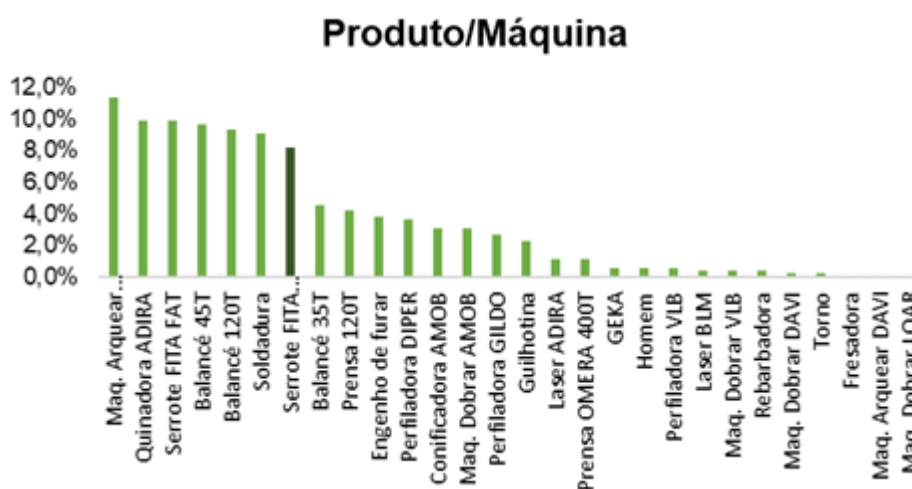


Figura 2.7. Quantidade de produtos que passam por cada máquina (ano de 2020).

De maneira a perceber a representatividade do tipo de elementos que passam na operação de corte de perfis, foi feito um estudo a partir de uma curva ABC. Inicialmente elaborou-se uma tabela (**tabela 2.1**) com os elementos que passam pela operação de corte de perfis e respetiva quantidade produzida no ano de 2020. A partir das quantidades produzidas foram então calculadas as quantidades acumuladas de todos os artigos, de forma a obter as percentagens também acumuladas. Deste modo, foi possível obter as quantidades produzidas de cada um dos artigos, aos quais corresponde uma certa percentagem, obtendo-se assim o gráfico da **figura 2.8**. Este gráfico representa as quantidades de cada artigo produzido, e tem traçado uma curva que delimita as zonas A, B e C.

Tal como é perceptível, as travações representam uma percentagem acumulada de 51,23%, e encontra-se dentro da zona A, onde estão incluídos os cerca de 20 % de artigos que representam na teoria cerca de 80 % da produção, neste caso em particular 74,03%.

Neste processo podem também passar artigos que são encomendados, não pertencentes às estufas. Estas encomendas são feitas muito esporadicamente, tendo uma representatividade praticamente nula dentro dos artigos sujeitos à operação em questão.

Numa ordem de produção proveniente de uma encomenda de uma estufa está incluída a operação de corte de perfis, podendo também estar incluída numa ordem de produção proveniente de uma necessidade, subjacente à produção para *stock* explicada anteriormente. Esta será executada no serrote de fita, seguindo algumas etapas, demonstradas no fluxograma da **figura 2.9** (**anexo B**) e descritas em seguida.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

Tabela 2.1. Produção na operação de corte de perfis (ano de 2020).

	Artigos	Quantidade	Quantidade Acumulada	%	% Acumulada	
1	Travação	26869	26869	51,16%	51,23%	5,26%
2	Semi-Asna Ferro Galv. Pri-Tunel	6149	33018	11,71%	62,95%	10,53%
3	Estaca	3607	36625	6,87%	69,83%	15,79%
4	Braço de Abertura Ferro Galv.	2203	38828	4,19%	74,03%	21,05%
5	Pilar Fraga Ferro Galv.	2187	41015	4,16%	78,20%	26,32%
6	Limitador de Janela Ferro Galv.	1977	42992	3,76%	81,97%	31,58%
7	Furcados Ferro Galv.	1972	44964	3,75%	85,73%	36,84%
8	Longarina Ferro Galv.	1946	46910	3,71%	89,44%	42,11%
9	União Gótica para Estufa	1419	48329	2,70%	92,14%	47,37%
10	Tubo Red. Ferro Galv.	1098	49427	2,09%	94,23%	52,63%
11	Pilar MR2 Ferro Galv.	828	50255	1,58%	95,81%	57,89%
12	Boquilha Ferro Galv.	614	50869	1,17%	96,98%	63,16%
13	Pilar Estufim Ferro Galv.	491	51360	0,93%	97,92%	68,42%
14	Manivela Ferro Galv.	480	51840	0,91%	98,84%	73,68%
15	Braço Ferro Galv.	322	52162	0,61%	99,45%	78,95%
16	Pilar Ferro Galv.	160	52322	0,30%	99,75%	84,21%
18	Tubo Galv.	94	52416	0,18%	99,93%	94,74%
17	Cruzeta Ferro Galv.	68,00	52484	0,13%	100,06%	89,47%
19	Enrolador de Janela Ferro Galv.	35	52451	0,07%	100,00%	100,00%

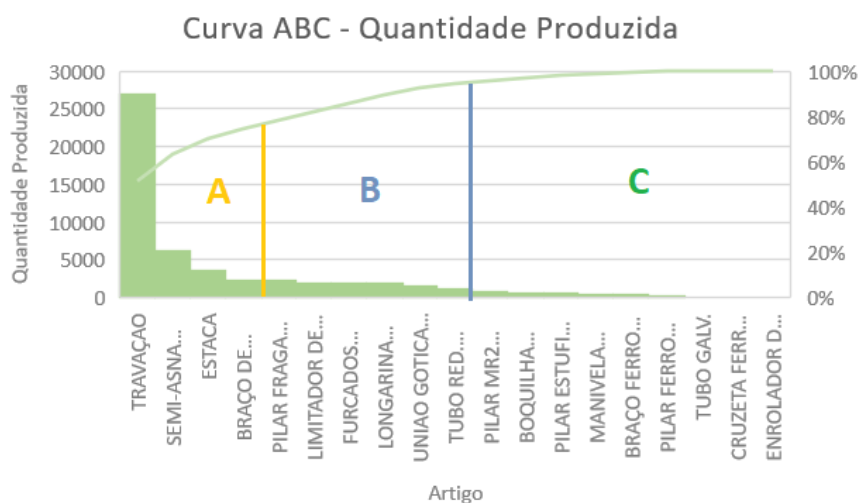


Figura 2.8. Curva ABC das quantidades produzidas de cada artigo que passa pela operação de corte de perfis.

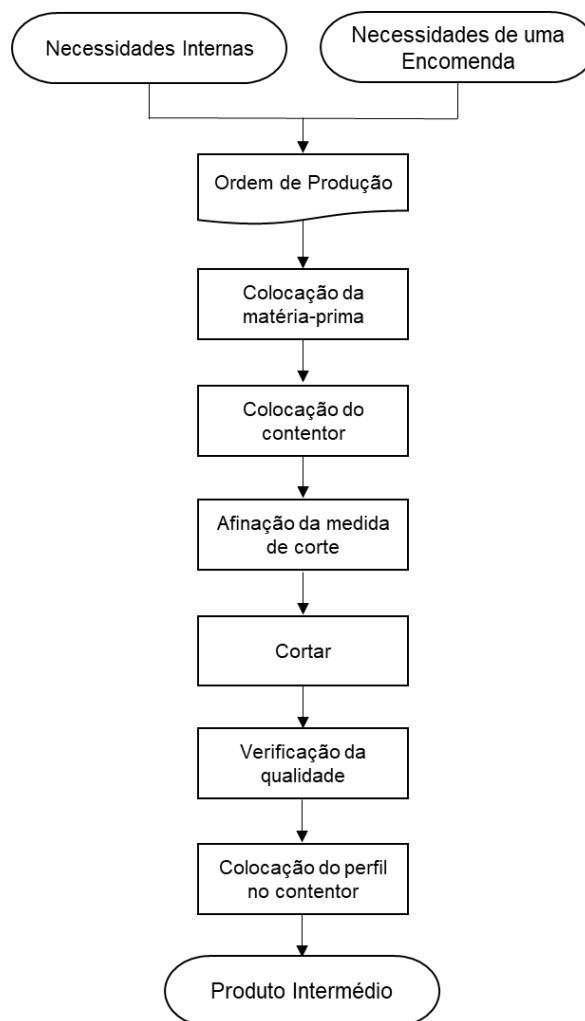


Figura 2.9. Fluxograma da operação de corte de perfis.

Colocação da matéria-prima no serrote: a colocação da matéria-prima no local indicado é feita com recurso a uma ponte. O operador procura qual a matéria-prima que irá ser trabalhada e desloca-a até ao suporte.

Colocação do contentor apropriado no posto de trabalho: depois de cortados os perfis é necessário ter algo onde os colocar. Previamente ao corte, o operador vai buscar um contentor com as medidas adequadas para colocar os perfis depois de cortados.

Afinação da medida de corte: as medidas de corte são indicadas na folha de ordem de produção. A medida necessita de ser afinada com recurso a uma fita métrica e um batente colocado sobre o suporte do serrote de fita.

Ajuste e fixação da matéria-prima a cortar: depois de afinada a medida de corte, a matéria-prima tem que ser fixada para que possa ser cortada. Na figura que se segue, **figura 2.10**, está demonstrada a forma como são ajustados e fixados os perfis. Esta figura está apenas a título representativo, não tendo em consideração qualquer tipo de escala.

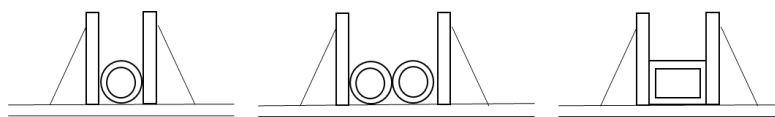


Figura 2.10. Ajuste e fixação dos perfis.

Corte: esta fase poder-se-á realizar segundo dois modos, o Modo de Operação Manual e o Modo de Operação Semiautomático. A escolha de cada um dos modos está dependente do corte que se pretende, sendo que, para um acerto de corte e para um corte mais preciso é utilizado o modo manual. Para os restantes cortes é utilizado o modo semiautomático.

Verificar a qualidade do corte: depois de realizado o corte, é verificada a qualidade pelo operador, verificando-se se as medidas do perfil estão conformes com as indicadas na folha de ordem de produção. Esta verificação faz-se com uma frequência de um perfil em cada vinte.

Colocar o perfil no contentor: de seguida o perfil é colocado no contentor, que está colocado ao lado do serrote de fita.

Depois de descritos os passos do processo, é importante fazer um breve resumo das variáveis ao qual este se encontra sujeito. Em termos de funcionamento da máquina, poderá variar, consoante o modo de operação escolhido, a velocidade da fita da serra, a velocidade de descida do arco e a tensão da fita da serra. Já numa perspetiva direcionada ao material, a medida de corte e ângulo de corte estão sujeitos também a variação. No que diz respeito à mão de obra, o operador também varia.

Todos os elementos, depois de cortados, são caracterizados como produto intermédio, visto que numa posterioridade estarão sujeitos a outros processos até chegarem a produto acabado. Dependendo da medida inicial da matéria-prima utilizada e da medida de corte, por vezes acaba por “sobrar” material. É de referir que se procura alocar para reaproveitamento noutros produtos todas as partes que acabam por não fazer parte do produto intermédio. No entanto, nem sempre é possível esse reaproveitamento devido ao tamanho das sobras que acaba por ser muito pequeno. No ano de 2020 totalizou-se um desperdício de 6695 milímetros de perfis metálicos, que equivale a 194,39€ (1,11 €/metro).

Em conclusão, o processo de corte de perfis na empresa em questão, apesar de apresentar relativamente baixa complexidade comparado com muitos outros processos presentes na indústria, tem oportunidades de melhoria sobre diversas causas de desperdício. Estas causas podem estar relacionadas, por exemplo, com a matéria-prima, a mão de obra, o método de trabalho e com a máquina onde é realizado o processo. O desafio passou então pela identificação dessas oportunidades e sua implementação. No capítulo que se segue aborda-se o suporte teórico relevante para o cumprimento do desafio.

3 Revisão de literatura

Neste capítulo é feita uma clarificação dos conceitos e abordagens determinantes para o projeto. Começou-se por dar uma explicação acerca do que é o *Toyota Production System*, do *Lean Thinking* e dos desperdícios a si associados, e da metodologia *Kaizen*. Depois, as várias ferramentas *Lean* utilizadas no projeto são descritas, sendo elas, os 5S, o Trabalho Padronizado, a Gestão Visual, Matriz de Competências e *Poka Yoke*. De seguida, trata-se da medição de trabalho com especificação no método do estudo de tempos. Adicionalmente foram também especificadas as ferramentas da qualidade utilizadas, isto é, o ciclo PDCA, o Diagrama de *Ishikawa*, a matriz GUT e os 5W2H. Por fim, é também realizada uma pequena abordagem às ferramentas CAD.

3.1 *Toyota production system*

Ao longo do tempo houve uma evolução na Indústria, assim como nas dimensões nas quais assentava a procura por parte dos clientes. No final do século dezanove surgiu a Indústria 2.0, e o volume e a variedade dos produtos industriais passaram a ser as dimensões fulcrais de procura. Foi por esta altura que Frederick Taylor criou a teoria da gestão moderna, que foi depois complementada por estudos de Henry Ford e Taiichi Ohno. Ford idealizou linhas de montagem de produção em massa de forma a colmatar a escassez de oferta. Taiichi Ohno procurou responder às necessidades, criando um sistema, o *Toyota Production System* (TPS), que apoia o fornecimento de produtos segundo os requisitos de volumes e variedades (Yin et al., 2018). O *Toyota Production System* é definido com “um artefacto projetado para produzir bens, tanto quanto possível, num fluxo contínuo” (Towill, 2010).

Kiichiro Toyoda, um dos fundadores da *Toyota Motor Corporation*, lançou um objetivo claro, “Alcançar a América em três anos”. Conclui-se que para que este fosse alcançado hábitos de desperdício teriam que ser eliminados (Ohno, 1982). A forma como o fizeram está centrada em duas abordagens, *Just-in-Time* (JIT) e *jidoka* (Lander & Liker, 2007). O termo *Just-in-Time* diz respeito à produção de certas peças conforme o necessário e que estão depois disponíveis para operações seguintes no momento certo e na quantidade certa (Yang & Yang, 2013). Por outro lado, *jidoka* ou “*autonomation*” traduz-se em automação com um toque humano. Mais especificamente diz respeito à capacidade de uma máquina reagir quando são detetados produtos com defeitos devido a algum problema, que terá de ser resolvido por um humano (Chiarini et al., 2018).

Os dois termos descritos anteriormente estão enquadrados naquela que é como conhecida como a casa TPS (**figura 3.1**), modelo utilizado pois simboliza um sistema estruturado, cuja estabilidade está dependente da força do telhado, pilares e alicerces (Kehr & Proctor, 2017). O telhado representa os objetivos principais do sistema TPS, isto é, a melhor qualidade do produto ao menor custo possível, produzido no menor tempo possível com as melhores condições de segurança e com os operários satisfeitos. Para que as abordagens *Just-in-Time* e *jidoka* resultem, a produção terá de ser nivelada, assim como os processos terão de ser estáveis e padronizados. Uma produção nivelada, ou *heijunka*, o seu termo correspondente japonês, baseia-se num fluxo de

pedidos nivelado e uma carga de trabalho nivelada. Por último, na posição central está a cultura da empresa e as pessoas nela inseridas, cuja capacidade de resolução de problemas está diretamente relacionada com a motivação e competência (Liker & Morgan, 2006).

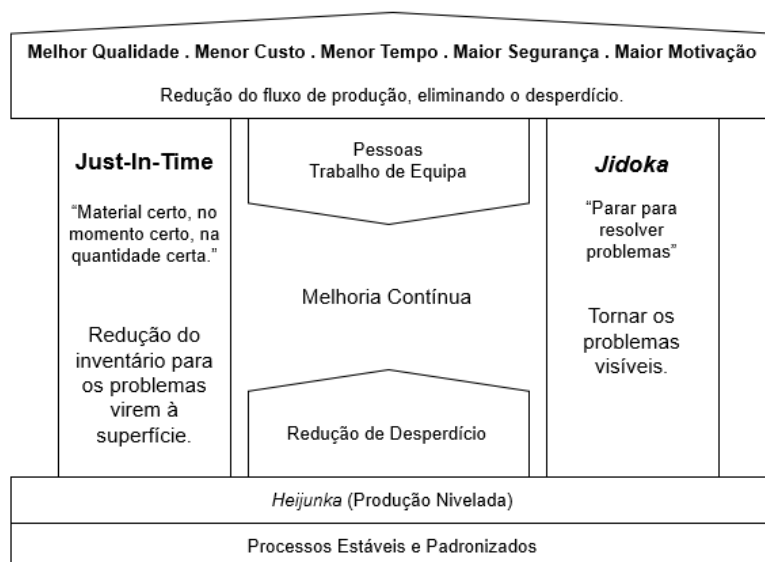


Figura 3.1. Modelo da casa do Toyota Production System (adaptado de (Liker & Morgan, 2006)).

Com importante relevância e inserida neste tópico está também a filosofia *Toyota Way*. Apareceu primeiramente num documento interno para fins de formações e utilizado pela *Toyota Motor Corporation* (TMC) (Shang & Sui Pheng, 2012). Mais tarde, Liker (2004), com recurso a um modelo piramidal (**figura 3.2**), agrupou 14 princípios de conduta que cada empregado da Toyota deve seguir em 4 secções e que vão desde o chão de fábrica a níveis mais altos da empresa (Gao & Low, 2014). A cada uma das secções está associada uma palavra, que na terminologia inglesa são iniciadas com a letra "P", pelo que, este modelo ficou também conhecido como o modelo dos 4 P's (Kehr & Proctor, 2017).

Liker (2004) define com base da pirâmide a Filosofia (*Philosophy*) da empresa, conceito relacionado com o compromisso a longo-termo que a empresa tem em adicionar valor aos clientes e sociedade. Sem esta base, os esforços que a Toyota faz para ir de encontro a uma melhoria contínua e a um ambiente de aprendizagem seriam inúteis. Complementarmente, segue-se o Processo (*Process*), visto que, a Toyota é uma empresa orientada pelo processo, acreditando os produtos corretos são o resultado de processos feitos de forma correta (Ko et al., 2011). Segue-se as Pessoas (*People*), foco da Toyota, cuja visão consiste em contribuir para o crescimento de pessoas, e não apenas para a construção de carros. Um conjunto de ferramentas foram desenhadas com a finalidade de ajudar a pessoas a melhorar e a desenvolver continuamente perante um problema. Por último, está o Problema (*Problem*), relacionado com um ambiente de aprendizagem

organizacional. A identificação da causa raiz de um problema e a prevenção de uma nova ocorrência do problema são a base para um sistema de aprendizagem contínua.

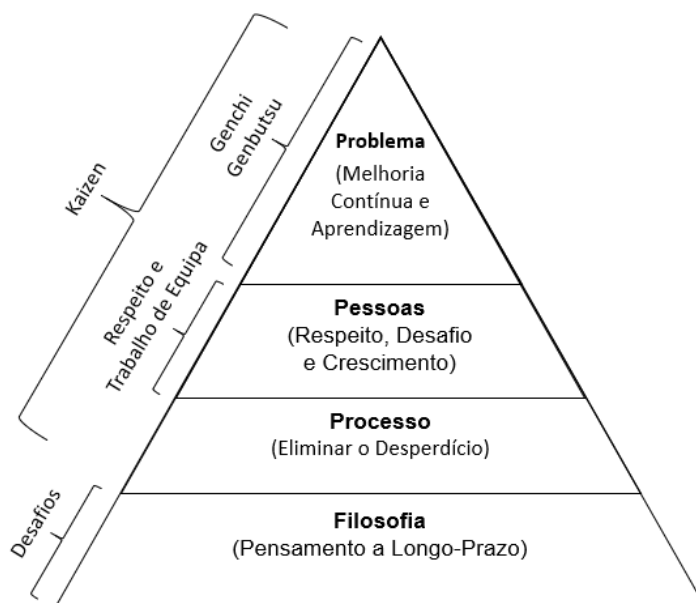


Figura 3.2. Modelo piramidal 4 P's da Toyota Way (adaptado de (Kehr & Proctor, 2017)).

3.2 *Lean thinking*

Krafick (1988) introduziu o termo “*Lean Production*” pela primeira vez. No entanto, a sua propagação foi mais abrangente quando, em 1990, Womack, Jones e Roos lançaram o livro “*The Machine that Changed the World*” no qual o termo “*Lean Production*” foi utilizado para especificar o TPS (Yadav et al., 2017). No ano de 1996 houve uma pequena evolução, introduzida por Womack e Jones, na qual surgiu o “*Lean Thinking*”, alusivo à aplicação dos princípios da produção *Lean* desde o ambiente de manufatura até às áreas de administração e setor dos serviços (Chay et al., 2015).

São diversas as definições existentes acerca do *Lean* na literatura. De acordo com Hodge et al. (2011) *Lean* é um sistema cujo objetivo passa por criar o maior valor para o cliente com a menor quantidade de recursos para projetar, construir e manter o produto. Outra definição possível consiste numa produção exata, isto é, de acordo com o que o cliente quer, quando quer sem qualquer tipo de atraso, a um preço adequado e com o mínimo de desperdício (Pampanelli et al., 2014). Caldera et al. (2017) define *Lean* como uma abordagem de negócios que permite oferecer melhor valor aos clientes, através da remoção de atividades que não agregam valor. No entanto, apesar da diversidade de descrições associadas ao conceito, todas elas focam na eliminação de desperdícios e na eficiência e simplicidade dos processos.

Segundo Womack e Jones, a aplicação do *Lean* engloba cinco passos, também conhecidos como os cinco princípios *Lean*: definir o valor, mapear as etapas no fluxo de valor, criar um fluxo contínuo, ativar um sistema de produção *pull* e procura pela perfeição (Karim & Arif-Uz-

Zaman, 2013). Para uma empresa, o cliente cria valor a partir das necessidades, preço e tempo que despende com os produtos ou serviços. Com o objetivo de assegurar valor em cada uma das etapas, as empresas criam um mapa da produção otimizando a cadeia de valor. De forma que os produtos fluam pela cadeia de valor é necessário reorganizar os processos criando um fluxo contínuo. *Pull* implica a produção de algo apenas e quando o cliente emite uma ordem de produção. Por fim, é imperativo haver um esforço contínuo que permita ir de encontro às necessidades do cliente aspirando-se a perfeição, ou seja, zero defeitos (Staats et al., 2011).

3.2.1 Eliminação de desperdícios

Numa organização podem ser encontrados vários aspetos que idealmente devem ser eliminados. No sistema desenvolvido na Toyota Motor são identificados três, os 3 Ms, *Muri* (sobrecarga), *Mura* (variabilidade) e *Muda* (desperdício). *Muri* representa a sobrecarga ou excesso de equipamentos, pessoas e instalações. *Mura* significa variabilidade na qualidade e volume. *Muda* é definido como desperdício, associado às atividades que não constituem valor acrescentado para o cliente. Este tópico está diretamente relacionado com o este último “M” (Mor et al., 2019).

Desperdício é qualquer tipo de atividade que consuma recursos e gere custos acrescidos e que não é necessária. O autor do TPS, Ohno, considera existirem sete tipos de fonte de desperdício: transporte, *stock*, movimentação, tempo de espera, sobreprodução, sobre processamento e defeitos (Thun et al., 2010). Segundo Thüerer et al. (2017), os desperdícios *Lean* definem-se da seguinte forma:

Transporte: movimentação excessiva de recursos que não acrescentam valor ao produto.

Stock: excesso de matéria-prima, produtos intermédios e produtos acabados que resultam em atrasos, obsolescência, danos, custos de armazenamento e transporte.

Movimentação: qualquer movimento que não acrescente valor ao produto, como por exemplo, procurar, alcançar ou empilhar peças e ferramentas.

Tempo de espera: atrasos nas atividades necessárias ao processo devido a faltas de *stock*, processamento atrasado, tempo de inatividade do equipamento e gargalos de capacidade.

Sobre Produção: produção sem necessidade, ou seja, quando não existe qualquer ordem de produção por parte do cliente.

Sobre Processamento: processamento com etapas desnecessárias provenientes do uso de ferramentas e design dos produtos inadequados que provocam conseqüentemente movimentos desnecessários e defeitos.

Defeitos: produção de produtos defeituosos que necessitam posteriormente de inspeção, retrabalho ou podem simplesmente ser considerados sucata e implicam desperdício de manuseamento, tempo e esforço.

Para além dos desperdícios já identificados, foram introduzidos ao longo do tempo outros tipos de desperdício, estando o mais comum relacionado com as pessoas (Xiong et al., 2019). Liker (2004), propõe para oitavo desperdício a “criatividade dos funcionários não utilizada” (as cited In Klein et al., 2021). Em síntese, este está ligado à subutilização da capacidade e talento dos trabalhadores, à sua utilização inadequada ou à não utilização por completo (Ahmed & Chowdhury, 2018). Incentivos baixos e formação insuficiente fazem com que o talento dos trabalhadores também seja inutilizado (Klein et al., 2021).

3.3 Metodologia *kaizen*

Em japonês, “*Kai*” significa “mudar” e “*Zen*” significa “melhor” (Alvarado-ramírez et al., 2018). Masaaki Imai fez uma junção dos termos referidos anteriormente e criou o termo japonês *Kaizen*, cuja definição se baseia numa melhoria contínua praticada tanto na vida quotidiana como em ambiente organizacional. Neste último, a sua aplicação é feita por todos aqueles que estão integrados numa organização, desde o chão de fábrica até à gestão de topo (Carnerud & Jaca, 2018).

Segundo Suárez-Barraza et al. (2011) e Arya e Jain (2014) a metodologia *Kaizen* é aplicada segundo três princípios condutores, sendo eles:

1. Sistema orientado para o processo: todos os processos são abrangidos pela metodologia *Kaizen*, e todos eles devem ser aprimorados de forma que se obtenha a melhoria dos resultados. Não só os processos, mas também as atividades a eles ligadas devem ser melhoradas.
2. Manutenção e melhoria dos padrões: uma manutenção do trabalho diário envolve uma manutenção dos padrões, que podem ser também sujeitos a melhorias. Todos os indivíduos devem trabalhar segundo os padrões instituídos.
3. Orientação de pessoas: os trabalhadores, desde gerentes a operadores, devem estar envolvidos no processo de melhoria. O sucesso da implementação *Kaizen* a curto prazo e essencialmente a longo prazo está dependente dos desejos e crenças dos trabalhadores.

Para que uma implementação *Kaizen* seja bem-sucedida a implementação de formação e educação formal e informal tem de estar implícita, e deve ser feita regularmente e consistentemente em toda a organização. A nível formal devem ser feitos workshops e seminários dirigidos pela empresa. Dentro do campo da educação informal está a orientação e a liderança, que tanto deve ser feita dos patamares mais altos para os mais baixos, como inversamente (Macpherson et al., 2017).

Acresce que *Kaizen* vai mais além das práticas de melhoria. Esta metodologia envolve práticas que vão ajudando um trabalhador nas suas tarefas diárias, melhorando as suas aptidões de desenvolvimento tanto individualmente como em equipa (Habidin et al., 2018).

3.4 Ferramentas *lean*

3.4.1 5S

O conceito 5S teve origem no Japão, na ética e valores associados à época dos Samurais e relevou-se de grande importância após a segunda guerra mundial quando o TPS o utilizou como meio para atingir uma melhoria na qualidade, produtividade, motivação, segurança e objetivos (Randhawa & Ahuja, 2018). Uma definição bastante comum do conceito 5S é “*housekeeping*”, ou, em português, “organização interna” (Gapp et al., 2008).

Tal como o nome sugere, 5S é uma ferramenta dividida em 5 fases – *Seiri* (separar), *Seiton* (organizar), *Seiso* (limpar), *Seiketsu* (padronizar) e *Shitsuke* (suster). Estas fases encontram-se divididas essencialmente em três grupos (Gapp et al., 2008):

- Ordenação (*Seiri* e *Seiton*): aumento da eficácia e eficiência através da simplificação de processos.
- Limpeza (*Seiso* e *Seiketsu*): aumento da qualidade do trabalho, satisfação no trabalho e segurança.
- Disciplina (*Shitsuke*): através da educação e prática obtém-se a estabilidade.

Cada uma das fases corresponde a uma ação ou a um conjunto de ações a efetuar. Todas essas fases serão explicadas em frente (Chandrayan et al., 2019; Gupta & Jain, 2015):

1. *Seiri* (Separar): o primeiro passo consiste em eliminar os objetos não necessários no espaço de trabalho. Para isso, devem ser utilizadas etiquetas vermelhas, conhecidas como *Red Tags*, para identificar os objetos não necessários. Os objetos que são raramente utilizados devem ser postos noutra local da organização, fora do posto de trabalho, e os objetos que são completamente desnecessários devem ser descartados. Terminada esta fase, é possível que o operador trabalhe e se mova com mais facilidade.

2. *Seiton* (Organizar): depois de separar os objetos é necessário reorganizar aqueles que ficaram no posto de trabalho. Cada objeto deve ter um local específico, e este local deve ter em consideração a futura utilização do objeto e conveniência. Consequente a esta fase, desperdícios serão eliminados, como por exemplo movimentos desnecessários e procura pelos objetos.

3. *Seiso* (Limpar): de forma a reconhecer e eliminar distúrbios e resultados inesperados com o mínimo de incongruência, é necessário realizar ações de limpeza. Um local de trabalho mais limpo é sinónimo de um espaço mais seguro e confortável. Para além disso, um espaço de trabalho com a devida limpeza e organização provoca um aumento de motivação nos funcionários, influenciando diretamente e de forma benéfica o desempenho de uma organização.

4. *Seiketsu* (Padronização): após a aplicação dos 3 primeiros S's surge a necessidade de assegurar a organização do espaço de trabalho através da padronização. Podem ser utilizados meios verbais ou visuais para precisar qual a ética de trabalho e procedimentos a seguir. Regularmente devem ser feitas auditorias às quais está associada uma atribuição de pontos por áreas de responsabilidade.

5. *Shitsuke* (Suster): a manutenção dos padrões deve ser realizada continuamente ao longo dos anos. Uma sustentação do esforço de mudança deve ser feita através da impulsão e estimulação das práticas 5S. É apropriado que os funcionários tenham aconselhamento regular assim como formações.

3.4.2 Trabalho padronizado

Na base do Trabalho Padronizado estão os procedimentos de trabalho, isto é, rotinas padronizadas, adequados a cada processo e a cada trabalhador. Cada operação de uma estação de trabalho deve ter uma conduta com o propósito de evitar a aleatoriedade com que os operadores as executam (Bragança & Costa, 2015).

Taiichi Ohno, o criador da ferramenta em questão, disse que *"Where there is no standard, there cannot be improvement"*, isto é, onde não há um padrão, não pode haver melhoria (Pereira et al., 2016). Por este motivo, o Trabalho Padronizado é considerado uma ferramenta essencial na melhoria contínua, formando a sua linha base (Sundar et al., 2014). Permite identificar quais os desperdícios e conseqüentemente permite eliminá-los, aumentando-se assim a produtividade (Sisson & Elshennawy, 2015).

São vários os benefícios providenciados pelo Trabalho Padronizado. Passa a existir documentação relativa ao processo atual disponível para todos os turnos, um maior controlo do processo e a formação de novos operadores torna-se mais fácil. Além disso estabelecem-se pontos de referência sujeitos a atividades de melhoria contínua. Também há uma redução da variabilidade, de lesões e esforços. Por último, há uma melhoria da flexibilidade e qualidade assim como da previsibilidade das irregularidades (Bragança & Costa, 2015; Mor et al., 2019).

3.4.3 Gestão visual

Numa empresa, a existência de informação de suporte aos processos é essencial, devendo ter uma apresentação clara, simples e visível para que a sua comunicação seja eficaz. Diante disso, surge uma ferramenta de apoio aos processos, a Gestão Visual (Jaca et al., 2014).

Liff e Posey (2004) , definem Gestão Visual como um sistema de melhoria organizacional cujo foco de atenção é direcionado para o que é importante e para melhorar o que é feito em toda a linha (as cited In Jaca et al., 2014). Segundo Eaidgah et al. (2016), são dois os domínios nos quais pode ser utilizada a Gestão Visual. O primeiro domínio diz respeito à informação, isto é, o uso da Gestão Visual é feito unicamente para visualizar informações. Já o segundo domínio está

relacionado com a Gestão Visual como uma ferramenta diretiva, sendo utilizada para a orientação de ações, definição de direções e apresentação de requisitos.

Foi na Toyota que, desde o final da década de 1940, foram criadas a maioria das ferramentas de Gestão Visual, às quais foram adicionadas também outras ferramentas criadas por outros autores, sendo cada uma delas criada para diferentes objetivos (Tezel et al., 2016). São vários os exemplos de ferramentas associadas, tal como gráficos de controle, controles visuais em dispositivos Poka-Yoke, silhuetas pintadas no local onde as ferramentas devem ser colocadas, 5S, diagramas de layout, imagens, padrões e instruções, entre outros (Jaca et al., 2014).

Associadas às ferramentas visuais estão quatro características. Em primeiro lugar, nas ferramentas de Gestão Visual as informações são exibidas de modo que os trabalhadores as consigam saber autonomamente. Em segundo, é feita uma abordagem preventiva, ou seja, para evitar lacunas de informação, o requisito de informação é identificado com antecedência. Em terceiro, as informações estão expostas nos elementos do processo, como por exemplo nas máquinas. Por último, a comunicação é praticamente independente de informações textuais. Adicionalmente, as ferramentas podem dividir-se em quatro categorias, sinalização, fornecimento de informações, ferramentas visuais de garantia de resposta e limitação/controle de resposta (Tezel et al., 2016).

3.4.4 Matriz de competências

Atualmente, a forma de gerir pessoas numa empresa é baseada num modelo cujo foco são as competências organizacionais e individuais, com o propósito de se acrescentar valor ao um negócio (Holanda et al., 2014). Neste contexto, surge a matriz de competências.

Num contexto de trabalho, poder-se-á dizer que competência é uma característica de um trabalhador ligada ao seu desempenho. Uma matriz de competências engloba competências importantes para uma empresa e/ou cargo (Johri, 2014). As competências têm diferentes categorias, sendo elas: técnicas ou funcionais, gerenciais, comportamentais e conceituais (Uddin et al., 2012).

Uma matriz de competências, representa de forma gráfica as funções e competências dos trabalhadores de uma organização. O capital intelectual presente numa organização, relativamente a funções e projetos, é classificado, sendo possível estruturar uma abordagem para fortalecer as competências essenciais aos objetivos de negócio (Kuruba, 2019). Noutras palavras, a matriz de competências é uma ferramenta que facilita os processos de recursos humanos, tais como o recrutamento, formação e desenvolvimento, gestão de desempenho, avaliação de cargos, identificação de necessidades e planeamento (Johri, 2014).

O estudo feito por Hlaoittinun (2008), consistiu no desenvolvimento de um método para construção de equipas, numa área de gestão de projetos. Para isso, foi realizada uma matriz de competências na qual estava presente a representação relacional entre um conjunto de atores e um

conjunto de tarefas. A cada linha correspondia uma tarefa e a cada coluna um ator, neste caso, um membro da equipa.

Esta ferramenta tem benefícios tais como uma avaliação consistente de cada avaliador, visto que as competências esperadas são definidas; a existência de um modelo de pontuação, que permite avaliar cada competência de indivíduo e obter uma pontuação total; e a melhoria de outros métodos de avaliação existentes, ao complementá-los. No entanto, apresenta também desvantagens, uma vez que a subjetividade da avaliação não é eliminada por completo, pois a avaliação continua sempre dependente da interpretação de cada avaliador (Smith & Smarkusky, 2005).

3.4.5 *Poka yoke*

Qualquer trabalho que seja controlado por um humano tem um elevado potencial para falhas. Posto isto, surgiu um conceito que facilite a que um processo tenha falha zero, o *Poka Yoke*. A palavra é japonesa, “*Poka*” significa erro infeliz e “*Yoke*” significa prevenir. Para a sua implementação primeiramente devem ser reconhecidas quais as falhas e deve-se fazer uma introdução a medidas que se apresentem com relevância (Pötters et al., 2018).

Ao longo do tempo foram surgindo várias definições para *Poka Yoke*. Shingo, o criador do conceito, define-o como um mecanismo para deteção de erros e defeitos, que inspeciona todas as peças, sem a atenção do operador. Já para Grout, *Poka Yoke* é o uso de recursos de processo ou de design que permitem prevenir erros ou o seu impacto negativo. A sua definição pode também passar pela tradução direta para *mistake-proofing* ou *error-proofing*, cuja tradução para português de ambas as expressões é “à prova de erro” (as cited In Saurin et al., 2012). No entanto, apesar de serem várias as definições, todas elas fazem a alusão de que *Poka Yoke* é um dispositivo ou prática que evita que um defeito seja causado por um erro. De salientar está que os erros não resultam em defeitos no caso de serem detetados e corrigidos no imediato (Zhang, 2014).

Em termos de funções regulatórias os sistemas *Poka Yoke* dividem-se em dois, os métodos de controlo e os métodos de aviso. Os primeiros fazem com que as máquinas e operações parem quando são identificadas anormalidades. Os segundos, alertam os trabalhadores através de sinais, tal como uma luz, quando ocorrem anormalidades, no entanto, o processo não é interrompido (Puvanasvaran et al., 2014).

Esta ferramenta traz consigo alguns benefícios, não só no evitamento e/ou prevenção de erros como no aumento da qualidade. Para além disso permite a redução de acidentes e ajuda a que uma tarefa seja feita de forma correta à primeira (Echevarria-Cahuas et al., 2020).

3.5 Medição do trabalho

A medição do trabalho é uma área complementar integrada no estudo do trabalho. Tem um papel importante no que está relacionado com o planeamento e controlo de uma operação, permitindo avaliar alternativas de entrega de trabalho (Yusoff et al., 2012). Dá uma grande ênfase à

quantificação das melhorias ao longo do tempo, e ajuda uma empresa a manter o foco, medir e melhorar continuamente o desempenho, podendo ser utilizado em organizações de manufatura e serviços (Sadikoglu, 2007).

São algumas as técnicas de medição de trabalho e com elas é possível descobrir o que não está padronizado num processo de produção manual e eliminar as atividades que não acrescentem valor ou que sejam uma fonte de desperdício. Ao ser medido o trabalho humano é possível descobrir e assim minimizar movimentos ineficientes e tempo ineficiente, estabelecer tempo e movimento padrão, definir objetivos operacionais realistas para as tarefas do trabalhador e comparar o comportamento do operador com metas anteriormente estabelecidas (Faccio et al., 2019). Existem quatro métodos mais comuns para a medição do trabalho, nomeadamente o método do estudo de tempos ou estudo de tempo com cronómetros, abordagem com base em dados históricos, amostragem do trabalho e tempos padrão pré-determinados (Stevenson, 2014).

3.5.1 Método do estudo de tempos

Em 1881, Frederick W. Taylor propôs o método do estudo de tempos que consiste em cronometrar uma amostra do desempenho de um trabalhador e usá-la para estabelecer tempos padrão (Heizer & Render, 2014). Um tempo padrão é o tempo que uma pessoa qualificada deve levar para completar uma tarefa usando certos procedimentos, ferramentas e equipamentos, matéria-prima e organização do local de trabalho enquanto trabalha a um ritmo sustentável (Stevenson, 2014).

Segundo Heizer & Render (2014) o método do estudo de tempos divide-se em 8 etapas:

1. Definir a tarefa que vai ser estudada.
2. Dividir a tarefa em unidades elementares do trabalho, que correspondem a partes de uma tarefa.
3. Decidir o número de vezes a medir a tarefa.
4. Medir e registar os tempos de cada unidade elementar.
5. Calcular o tempo médio para cada unidade elementar (\bar{t}_i), segundo a **equação 3.1**:

$$\bar{t}_i = \frac{\sum_1^i t}{i} \quad (3.1)$$

6. Calcular o tempo normal (NT) para cada elemento do trabalho, tendo em consideração o fator de desempenho (RF), segundo a **equação 3.2**:

$$NT_i = \bar{t}_i \times RF \quad (3.2)$$

O fator de desempenho (RF) é igual a 1 no caso de a tarefa ter sido desempenhada a um ritmo normal, superior a 1 se tiver sido desempenhada a um ritmo

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

superior do que o normal e inferior a 1 se tiver sido desempenhada a um ritmo inferior do que o normal.

7. Adicionar os tempos normais de cada unidade elementar, de forma a obter o tempo normal (NT) para a tarefa.

8. Calcular o tempo padrão (ST), tendo em conta o fator de compensação (A), segundo a equação 3.3:

$$ST = \frac{NT}{1 - A} \quad (3.3)$$

O fator de compensação (A) está relacionado com as necessidades pessoais de cada trabalhador, com os atrasos inevitáveis no trabalho e com a fadiga do trabalhador. Na tabela 3.1 estão presentes os valores dos fatores de compensação recomendados.

Tabela 3.1. Fatores de Compensação (adaptada de (Heizer & Render, 2014)).

Compensações Recomendadas	
Compensações Constantes	
Compensação Pessoal	5
Fadiga	4
Compensações Variáveis	
Posição em pé	2
Posições anormais:	
Posição curvada	2
Posição deitada, alongada	7
Uso de força ou energia muscular para levantar, puxar ou empurrar	
9 kg	3
18 kg	9
27 kg	17
Condição de luz	
Muito abaixo do recomendado	2
Bastante inadequada	5
Nível de ruído	
Intermitente elevado	2
Muito elevado ou agudo	5

Tal como foi referido anteriormente, na etapa 5 é calculado o tempo médio para cada unidade elementar. Mas, como este é um método de processamento rápido, acaba por surgir um erro no tempo médio. Em estatística, o tamanho da amostra tem uma relação inversa com o erro. Como resultado, a variabilidade de cada fator no estudo deve ser considerada ao serem determinados quantos ciclos se devem cronometrar. Para decidir então o número de vezes a cronometrar a tarefa (n) deve seguir-se a seguinte equação 3.4:

$$n = \left(\frac{zS}{p\bar{t}} \right)^2 \quad (3.4)$$

Onde,

z – desvio padrão normal para o nível de confiança desejado (**tabela 3.2**)

s – desvio padrão da amostra dos tempos observados para cada unidade elementar do trabalho

p – precisão da estimativa desejada

\bar{t} – média da amostra inicial

Tabela 3.2. Valores de Z consoante o nível de confiança desejado (adaptado de (Heizer & Render, 2014)).

Nível de confiança desejado (%)	Z
90 %	1,65
95 %	1,96
95,45 %	2,00
99 %	2,58
99,73 %	3,00

3.6 Ferramentas da qualidade

3.6.1 Ciclo PDCA

Originalmente o criador do ciclo PDCA foi Walter A. Shewhart. Contudo, o seu desenvolvimento deveu-se a William Deming, pelo que, o método é também chamado ciclo de Deming. Inicialmente, o modelo PDCA era utilizado apenas como uma ferramenta de qualidade, mas, posteriormente, foi evidenciado como uma estratégia para desenvolvimento de melhorias em processos a nível organizacional (Realyvásquez-Vargas et al., 2018). PDCA é um acrónimo para *Plan, Do, Chek, Act*, que traduzido é Planear, Fazer, Verificar e Agir (Kholif et al., 2018).

O modelo PDCA é um modelo dinâmico, sendo que, um ciclo é uma etapa completa de melhoria. Permite estruturar um programa de melhoria contínua, que se deve iniciar por um planeamento do qual resultam ações de melhoria. Estas ações devem passar mais uma vez por um planeamento cuidadoso, criando-se assim um ciclo contínuo (Magar & Shinde, 2014). A **figura 3.3** sugere aquilo que está apresentado neste parágrafo, o ciclo PDCA, no qual, na fase “Do” está inserido outro pequeno ciclo PDCA.

Tal como já foi sugerido, o ciclo PDCA engloba quatro fases ou passos, descritos em seguida (Silva et al., 2017):

1. *Plan* (Planear): primeiramente, é feita uma identificação das possibilidades de melhoria, que são depois priorizadas; o processo é analisado com base em dados; são determinadas as causas do problema; ações de melhoria são propostas; e é elaborado um plano de ação.

2. *Do* (Fazer): nesta etapa decorre a implementação do plano de ação; e os dados são selecionados e registados. São tidos em conta eventos dos quais não se estava à espera, conhecimentos adquiridos e lições aprendidas.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

3. *Check* (Verificar): o objetivo desta fase é analisar os resultados das ações; e há uma comparação entre a situação anterior e a atual para se verificar se as metas estão a ser alcançadas.

4. *Act* (Agir): no último passo, são padronizadas as melhorias, no caso de os objetivos terem sido alcançados. Porém, se as ações implementadas não tiverem um resultado positivo são abandonadas e é iniciado um novo ciclo.

Em suma, seguir o ciclo PDCA é uma estratégia que possibilita o alcance de melhorias de forma segura, que resulta em melhoria de qualidade, no aumento da moral dos trabalhadores, numa diminuição do custo de entrega de um produto ou serviço e noutros benefícios provenientes de outros objetivos críticos de negócios (Magar & Shinde, 2014). Segundo Kholif et al. (2018), a adoção dos princípios PDCA não requer também um grande investimento.

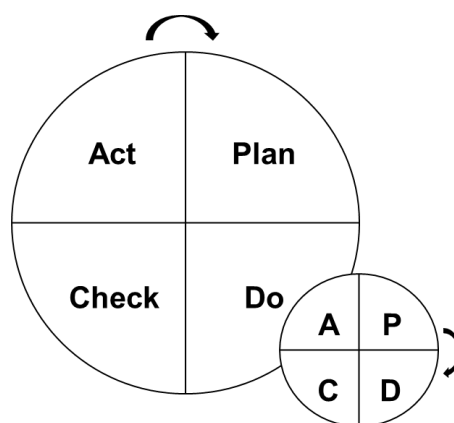


Figura 3.3. Ciclo PDCA (adaptado de (Sokovic et al., 2010)).

3.6.2 Diagrama de *ishikawa*

Na base de qualquer evento estão inúmeros fatores que o causam. Nesse sentido uma das ferramentas da qualidade criada foi o Diagrama de *Ishikawa*, tendo sido Kaoru Ishikawa o seu criador (Simanová & Gejdoš, 2015).

Esta ferramenta é categoricamente qualitativa e tem como função expressar e analisar causas, indicando uma relação entre um problema e as suas causas (Xu & Dang, 2020). Permite que, através da explicitação das causas, se tenha noção da complexidade do problema (Gawdzińska, 2011).

Para além de Diagrama de *Ishikawa* a esta ferramenta pode também estar associado o nome de Diagrama causa-efeito ou diagrama de peixe, este último derivado do facto da sua forma ser igual à do esqueleto de um peixe (Simanová & Gejdoš, 2015). Consiste então numa linha horizontal principal à qual estão ligadas um conjunto de linhas diagonais que representam os ossos.

Revisão de Literatura

Localizada na extremidade da linha horizontal principal está a descrição do problema. Já as causas gerais do problema estão situadas nas linhas diagonais. Dos ossos “diagonais” podem resultar ossos mais pequenos, onde estão especificadas quais as causas secundárias associadas a cada causa principal (Bilsel & Lin, 2016).

Quanto às causas principais, estas podem ser classificadas como máquinas, materiais, métodos, pessoas e meio-ambiente. Porém, dependendo do tipo de problema em estudo, as categorias podem variar (Rodgers & Oppenheim, 2019).

Relativamente ao procedimento, este consiste em basicamente quatro passos. Em primeiro lugar é identificado o problema. De seguida são definidas quais as categorias das causas principais, para que, num terceiro passo sejam definidas todas as causas possíveis pertencentes a cada categoria principal. Por último é feita uma análise das causas, que são depois selecionadas e verificadas para a resolução do problema (Liliana, 2016; Xu & Dang, 2020).

3.6.3 Matriz GUT

Após estarem conhecidas as causas de um problema é essencial perceber quais as mais impactantes, ou seja, fazer uma priorização. Kepner e Tregoe criaram a matriz GUT, que tem como intuito priorizar a tomada de decisão (as cited In Silva et al., 2017). GUT é um acrónimo para *Gravity, Urgency, Tendency*, em português, Gravidade, Urgência e Tendência.

Para priorizar as causas de um problema são atribuídas pontuações inteiras, situadas entre 1 e 5, aos fatores: gravidade, urgências e tendência. A **tabela 3.3** mostra ao que corresponde cada pontuação para cada fator (Mendes et al., 2019). Estas pontuações multiplicam-se obtendo-se a pontuação final para a priorização. O fator gravidade espelha o nível de dano caso o problema continue sem solução. Já a urgência representa o quão urgente é a eliminação do problema. Finalmente, a tendência retrata qual a progressão do problema (Stratoudakis et al., 2015).

Categoricamente, a matriz GUT é uma ferramenta da qualidade que pode ser utilizada industrialmente como auxílio num processo de criação de ideias e de tomada de decisão, na compreensão dos processos e na definição dos problemas com maior importância (Stratoudakis et al., 2015). A sua implementação é simples, e é de carácter qualitativo e subjetivo (Lopes Silva et al., 2013).

Tabela 3.3. Pontuação GUT (adaptada de (Behr et al., 2008)).

Pontuação	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Se não for resolvido, piora imediatamente
4	Muito grave	Muito urgente	Vai piorar em curto prazo
3	Grave	Urgente	Vai piorar em médio prazo
2	Pouco grave	Pouco urgente	Vai piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piorar

3.6.4 5W2H

5W2H é uma ferramenta da qualidade cujo o objetivo principal é clarificar um problema existente (Dixit et al., 2021). Foca-se não só na identificação da causas de um problema, como também na implementação de ações que as permitam corrigir e prevenir eficazmente (Nagyova et al., 2015).

Nesta metodologia são feitas perguntas com o propósito de saber como elaborar melhor um plano de ações. Pode ser utilizada na área do planeamento da qualidade através da identificação de normas que sejam relevantes e da elaboração de medidas que permitam satisfazê-las. Para além do mais, com a identificação das necessidades de um projeto e percepção de como estas podem ser atendidas, pode ser aplicada no planeamento de aquisições. Relativamente aos recursos humanos, pode ajudar no seu planeamento, com a identificação de quais os recursos precisos e livres na empresa. Por último, é também útil no planeamento de risco, pois permite identificar quais os riscos que devem ser tidos em conta aquando da implementação de um plano de ação (Fofan et al., 2019).

A abordagem 5W2H, que consiste em cinco “W” e dois “H”, é uma forma de fazer perguntas acerca do que vai ser feito, por quem, onde, quando, porquê, como vai ser feito e quanto vai custar (*Who, What, When, Where, Why, How e How much*). A ordem pela qual se encontram as perguntas é irrelevante (Lopes Silva et al., 2013; Nguyen et al., 2020). Na **tabela 3.4** está sintetizado em que é que consiste cada uma das questões.

Tabela 3.4. Questões 5W2H (adaptada de (Fofan et al., 2019))

Questão		
W	O quê? (<i>What</i>)	Passos da ação, descrição
	Quem? (<i>Who</i>)	Responsável pela ação
	Quando? (<i>When</i>)	Tempo, datas, prazo final
	Onde? (<i>Where</i>)	Localização, área
	Porquê? (<i>Why</i>)	Justificação, razão
H	Como? (<i>How</i>)	Método, processo
	Quanto? (<i>How much</i>)	Custos ou despesas envolvidas

3.7 Ferramenta CAD

Computer Aided Design (CAD), ou desenho assistido por computador, consiste na manipulação de projetos através de um computador. Os projetos podem ser criados, alterados, analisados ou otimizados (Bi & Wang, 2020). Por sua vez, o *software* CAD é um programa de computador que implementa gráficos no sistema, ou um programa de uma aplicação que ajuda nas funções de engenharia.

As ferramentas CAD inicialmente permitiam apenas obter modelos 2D, no entanto, ao longo do tempo houve uma evolução para a sua introdução no mundo 3D (Ye et al., 2008). Quando usadas devidamente, permitem que se obtenham resultados precisos para as ideias de um

Revisão de Literatura

projetista, com o aumento da capacidade de gerar soluções e formas na elaboração de propostas de produtos (Relvas, 2017).

Neste capítulo foram abordados vários conceitos úteis ao projeto em causa, que passou por um processo cujo objetivo era atingir melhorias numa das operações presentes no chão de fábrica. Sendo assim, todos os conceitos apresentados foram a base para a elaboração das medidas de melhoria propostas.

4 Estudo de caso

Para que se possa atingir o sucesso em qualquer processo é necessário que este seja executado de forma estruturada, sendo o que é apresentado neste capítulo. Inicialmente fez-se uma análise do estado inicial da operação em estudo, da qual surgiu a necessidade de fazer uma análise em termos quantitativos. Depois, foi feita a apresentação das melhorias e a sua implementação. No final, fez-se a análise dos resultados consequentes das melhorias implementadas.

4.1 Análise do estado inicial

Conhecer o meio no qual está inserido um problema é essencial para a sua resolução. Assim sendo, foi necessário ir ao chão de fábrica e acompanhar a operação de corte de perfis. Através da observação feita ao longo do tempo foi possível detetar alguns problemas. Em seguida estão descritos, em cada ponto, cada um dos problemas encontrados:

A. Colocar a matéria-prima necessária no serrote de fita implicava muitas vezes realocar outra matéria-prima não necessária à produção.

B. Em algumas das produções, depois destas estarem finalizadas, havia sobras de matéria-prima que não tinham sofrido ainda qualquer tipo de corte. Estas sobras eram de novo atadas e colocadas junto ao resto da matéria-prima, ou era cortada para uma eventual encomenda por parte de um cliente.

C. Semelhante à situação anterior, por vezes, depois de cortados os perfis sobrava uma pequena parte do perfil cortado, isto é, acabava por sobrar matéria-prima. No entanto, esta já tinha sido sujeita ao processo de corte. Neste caso, as sobras eram utilizadas na produção de outros elementos para estufas ou era simplesmente sucata. Mas, tal como no caso anterior, as sobras que eram utilizadas para outras produções também eram para eventuais encomendas por parte de um cliente e acabavam por ficar no espaço de trabalho da operação de corte de perfis.

D. Os operadores andavam pelo chão de fábrica à procura de um contentor para colocar os perfis depois de cortados.

E. Depois de cortados os perfis apresentavam, por vezes, medidas diferentes das pretendidas.

F. As ferramentas para manuseamento do serrote de fita estavam espalhadas pelo espaço de trabalho.

G. Em produções que implicavam o corte de perfis com várias medidas, a acumulação de contentores com perfis cortados no espaço de trabalho era uma realidade, sendo necessária a sua movimentação. No entanto, estes eram movimentados para sítios aleatórios.

H. A disponibilidade de recursos, tais como a ponte para transporte da matéria-prima e dos empilhadores para movimentação dos contentores, era condicionada pela necessidade destes mesmos recursos para outras operações.

Estudo de Caso

I. Cada operador realizava a operação da forma que achava mais conveniente. Estas diferenças iam desde a forma como cada operador preenchia as folhas de ordem de produção até à forma como realizava a operação em si.

J. Demora na procura da matéria-prima.

K. Ao longo da produção o operador tinha de parar para contar quantos perfis já estavam cortados.

L. O produto resultante da operação de corte de perfis era identificado através de uma marca, feita com marcador permanente num dos perfis cortados, das medidas finais do perfil ou com recurso à folha de ordem produção que ficava entre os perfis cortados. Isto implicava que o operador que fosse trabalhar com o produto intermédio demorasse a perceber qual o produto em questão.

Tal como foi referido anteriormente, no capítulo correspondente à revisão de literatura existem várias categorias para os desperdícios ocorridos num espaço de trabalho. Os problemas descritos levavam à existência de desperdícios. Desta forma, para uma compreensão mais aprofundada fez-se uma tabela (**tabela 4.1**) que teve como objetivo relacionar cada um dos problemas com a classe de desperdício associada. É importante realçar que um problema podia estar relacionado com mais do que um desperdício.

Tabela 4.1. Categorização dos problemas existentes na operação de corte de perfis.

Classe de Desperdício	Problema											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Transporte	x											
Stock		x	x									
Movimentação				x		x	x					
Tempo de Espera								x		x		
Sobre Produção		x	x									
Sobre Processamento											x	x
Defeitos					x							

Posteriormente ao reconhecimento dos problemas foi necessário perceber o porquê da sua ocorrência. Assim, prosseguiu-se para a definição das causas raiz dos problemas com recurso a uma das ferramentas básicas da qualidade, o Diagrama de *Ishikawa*. Face ao apresentado na **tabela 4.1**, consideraram-se 4 fontes principais para a origem dos problemas, a mão de obra, os materiais utilizados na produção, o método de trabalho e a máquina utilizada, ou seja, o serrote. O

Diagrama de *Ishikawa* é apresentado na **figura 4.1**, podendo ser consultado em tamanho superior no **anexo C**.

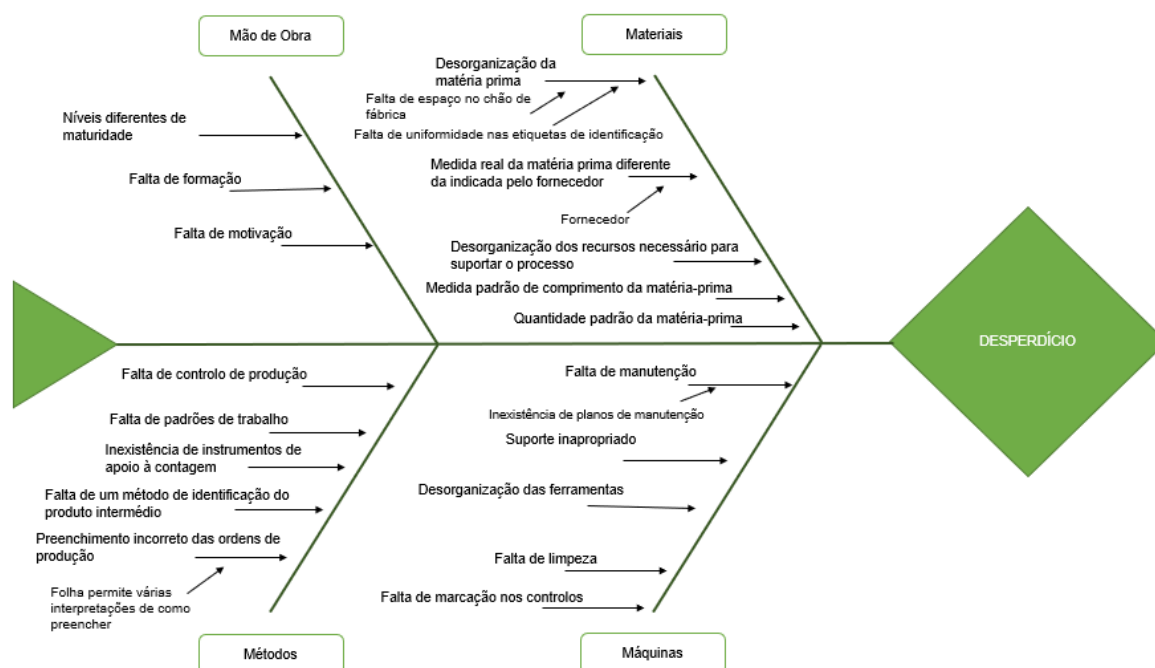


Figura 4.1. Diagrama de *Ishikawa*.

Após estarem identificadas as causas associadas ao problema foi essencial perceber de forma quantificável o seu impacto.

4.2 Análise quantitativa da situação inicial

Inicialmente não havia um estudo preciso relativo aos tempos associados à operação de corte de perfis, pelo que foi necessário fazê-lo. Para tal, dividiram-se as unidades elementares do trabalho (UET) em dois grupos, representados na **tabela 4.2**. Um dos grupos é constituído pelas UET relativas ao abastecimento e preparação do equipamento, enquanto o outro é constituído pelas UET relacionadas com o corte do material. Esta divisão foi fundamental, pois as UET pertencentes ao primeiro grupo acontecem apenas uma vez, ao passo que as UET respeitantes ao segundo grupo têm um número de repetições bastante superior, pois, na maioria das vezes, é necessário cortar um número de perfis elevado, podendo chegar à ordem das centenas.

Após a divisão das UET em dois grupos distintos foi necessário decidir qual o número de vezes em que se iria medir a tarefa temporalmente. Optou-se por medir a tarefa dez vezes, pois sendo assim o número de observações nem era demasiado pequeno, nem era demasiado elevado, o que iria exigir um esforço acrescido.

Tabela 4.2. Divisão das unidades elementares do trabalho.

Unidades Elementares do Trabalho		
Abastecimento e Preparação do Equipamento	1. Colocar matéria-prima no serrote.	Grupo 1
	2. Colocar contentor apropriado no posto de trabalho.	
	3. Afinar medida de corte.	
Corte do Material	4. Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar.	Grupo 2
	5. Efetuar o corte.	
	6. Verificar a qualidade do corte.	
	7. Colocar perfil no contentor.	

Prosseguiu-se para a medição da tarefa e registo dos tempos. O registo dos tempos encontra-se na tabela 4.3. Nas duas primeiras UET existe disparidade nos valores registados. Na primeira, este facto deveu-se essencialmente à necessidade existente, na maioria das vezes, de realocar matéria-prima não necessária à produção para se conseguir transportar até ao serrote aquela que era efetivamente precisa. A matéria-prima sujeita a realocação não era uma constante, isto é, por exemplo, enquanto numa das vezes era apenas necessário realocar um atado, noutra já era necessário realocar dois. Na segunda, a diferença nos valores deveu-se à localização dos contentores, que estavam localizados no exterior ou interior da fábrica sem local fixo, podendo estar ou não perto do operador.

Com o registo de tempos já efetuado, passou-se ao cálculo do número de vezes em que deveria ter sido medida a tarefa (n). Para este cálculo utilizou-se a equação 3.4. Optou-se por um valor de precisão (p) de 5%, visto que se pretendeu obter um resultado preciso, tendo em conta que não se podia ter uma amostra de dimensões exageradas pois não seria viável. Já a escolha para o valor de confiança, passou pelos 95% ao qual corresponde um valor z igual a 1,96. Os valores estão apresentados na **tabela 4.4** para o abastecimento e preparação do equipamento, e na **tabela 4.5** para o corte do material.

Como se pode observar na **tabela 4.4** os valores calculados para o grupo 1 são elevados de um ponto de vista prático, chegando à ordem das centenas nas duas primeiras UET. Por esse motivo, o estudo de tempos relativo a cada um dos grupos seguiu caminhos diferentes. Optou-se por fazer um estudo para o grupo 1 tendo em conta o tempo médio de cada UET e para o grupo 2 avançou-se para o cálculo do tempo padrão.

Relativamente ao grupo 1, obteve-se o tempo médio total. Este tempo corresponde à soma dos tempos médios de cada UET contabilizando-se em 17,654 minutos. Obtido este valor deu-se por finalizado a quantificação do estado inicial, em termos de tempo, do grupo 1.

Tabela 4.3. Registo dos tempos observados (minutos).

Tempos Observados (minutos)										
Abastecimento e Preparação do Equipamento										
UET	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Colocar matéria-prima no serrote.	11,498	20,175	5,133	9,977	15,809	6,354	13,752	10,424	5,990	17,254
2. Colocar contentor apropriado no posto de trabalho.	10,318	4,168	8,915	5,336	3,423	1,803	4,246	9,354	2,230	3,143
3. Afinar medida de corte.	0,818	0,526	0,641	0,884	0,744	0,788	0,530	1,006	0,793	0,508
Corte do Material										
UET	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar.	0,286	0,281	0,270	0,254	0,272	0,265	0,260	0,308	0,273	0,307
5. Efetuar o corte.	0,144	0,156	0,169	0,142	0,138	0,158	0,133	0,125	0,151	0,132
6. Verificar a qualidade do corte.	0,157	0,164	0,133	0,158	0,130	0,131	0,164	0,155	0,151	0,163
7. Colocar perfil no contentor.	0,194	0,196	0,192	0,194	0,182	0,190	0,190	0,192	0,185	0,184

Tabela 4.4. Número de vezes a cronometrar a tarefa (abastecimento e preparação do equipamento).

Abastecimento e Preparação do Equipamento					
UET	Tempo Médio	Desvio Padrão	Z	p	n
1. Colocar matéria-prima no serrote.	11,637	4,824	1,96	0,05	264,034
2. Colocar contentor apropriado no posto de trabalho.	5,293	2,948	1,96	0,05	476,607
3. Afinar medida de corte.	0,724	0,159	1,96	0,05	74,500

Estudo de Caso

Tabela 4.5. Número de vezes a cronometrar a tarefa (corte do material).

Corte do Material					
UET	Tempo Médio	Desvio Padrão	Z	p	n
4. Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar.	0,278	0,015	1,96	0,05	4,544
5. Efetuar o corte.	0,145	0,013	1,96	0,05	12,562
6. Verificar a qualidade do corte.	0,151	0,013	1,96	0,05	11,739
7. Colocar perfil no contentor.	0,190	0,005	1,9	0,05	0,865

No que diz respeito ao grupo 2, o próximo passo foi medir os restantes tempos coerentemente com o número de vezes em que deviam ter sido medidas as UET. Esses valores estão demonstrados na **tabela 4.6**.

Tabela 4.6. Registo dos restantes tempos observados do grupo 2 (minutos).

Corte do Material				
Tempos Observados (minutos)	UET			
	4. Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar.	5. Efetuar o corte.	6. Verificar a qualidade do corte.	7. Colocar perfil no contentor.
1	0,286	0,144	0,157	0,194
2	0,281	0,156	0,164	0,196
3	0,270	0,169	0,133	0,192
4	0,254	0,142	0,158	0,194
5	0,272	0,138	0,130	0,182
6	0,265	0,158	0,131	0,190
7	0,260	0,133	0,164	0,190
8	0,308	0,125	0,155	0,192
9	0,273	0,151	0,151	0,185
10	0,307	0,132	0,163	0,184
11		0,117	0,169	
12		0,132	0,155	
13		0,122		

Por forma a obter o tempo normal do grupo 2 seguiu-se a **equação 3.2**. Aqui teve-se em consideração a frequência com que cada tarefa é realizada. O fator de desempenho (RF) foi de 1 pois a tarefa foi desempenhada a um ritmo normal. O resultado do cálculo encontra-se na **tabela 4.7**.

Tabela 4.7. Cálculo do tempo normal do grupo 2 (minutos).

Corte do Material				
UET	Tempo Médio	RF	Frequência	Tempo Normal
4. Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar.	0,278	1	1	0,278
5. Efetuar o corte.	0,140	1	1	0,140
6. Verificar a qualidade do corte.	0,153	1	0,05	0,008
7. Colocar perfil no contentor.	0,190	1	1	0,190
			Total	0,615

Finalmente, chegou-se ao momento de calcular o tempo padrão, com base na **equação 3.3**. No fator de compensação, para este caso, estiveram envolvidos os seguintes pontos: fadiga (4%), realização da tarefa em pé (2%), posição curvada aquando da colocação dos perfis no contentor (2%) e barulho intermitente elevado (2%). Obteve-se então um valor de compensação de 10%. A **tabela 4.8** contém todos os valores envolvidos neste cálculo.

Tabela 4.8. Cálculo do tempo padrão do grupo 2 (minutos).

Tempo Normal	Fator de Compensação	Tempo Padrão
0,615	10 %	0,677

Concluída a quantificação do estado inicial em termos de tempo foi importante entender quais os custos implicados, isto é, qual o custo por corte que implica, por sua vez, sempre o custo do abastecimento e preparação do equipamento. Este valor foi obtido utilizando-se o custo que cada operador tem para a empresa por hora, correspondente a 8,50 €/hora. Na figura 4.2 estão apresentados esquematicamente os custos do abastecimento e preparação do equipamento, e do corte do material, tendo em conta também valores calculados anteriormente.

Como amostra utilizou-se o número de travações cortadas de comprimento 3100 (mm), travações estas as mais cortadas no ano de 2020, numa totalidade de 2360 travações. Para a sua produção são necessários perfis de comprimento 6200 (mm), de forma que é necessário um corte para obter duas travações. Os atados de perfis cujo comprimento é 6200 (mm) têm um total de 189 perfis. Posto isto, foram necessários 1180 perfis e, conseqüentemente, 13 atados. O número de cortes feitos iguala o número de perfis necessários. Com estes valores calculou-se finalmente o custo total da amostra, demonstrado na figura 4.3, contabilizado em 138,70 €.

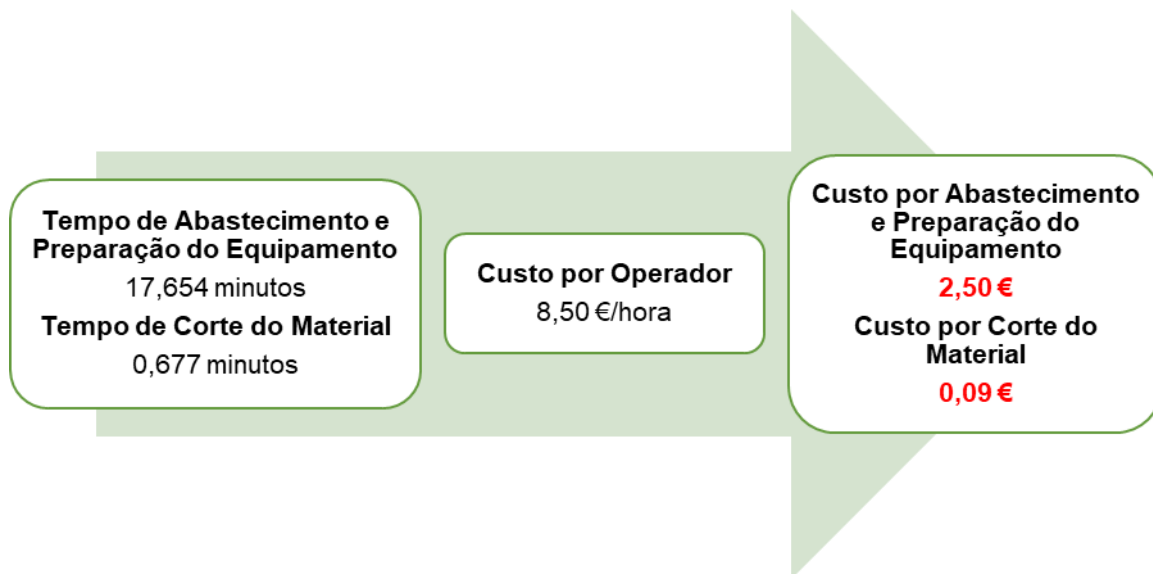


Figura 4.2. Custo por abastecimento e preparação do equipamento, e por corte do material.

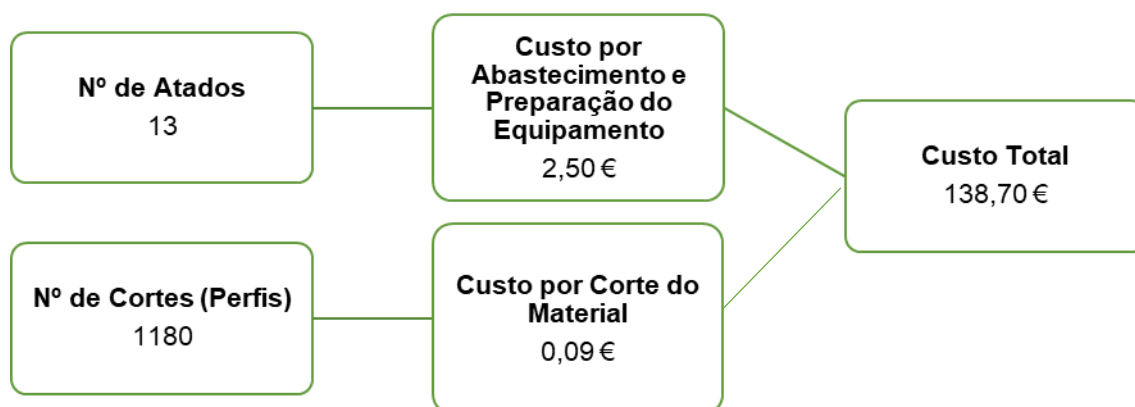


Figura 4.3. Custo total da amostra.

4.3 Apresentação de melhorias

Feita a análise da situação inicial passou-se para a formulação de contramedidas cujo objetivo foi atuar sobre as causas dos problemas. Iniciou-se com uma seleção de causas sobre as quais atuar. A falta de espaço no chão de fábrica, a medida real da matéria-prima ser diferente da indicada pelo fornecedor, as quantidades e medidas padrão da matéria-prima, foram causas que à partida foram postas de parte quanto à elaboração de medidas de melhoria. A primeira porque a falta de espaço era uma condição praticamente imposta. A segunda porque, apesar de sobrar parte do material, o acordado com o fornecedor é que podia haver um ligeiro desvio quanto à suposta medida da matéria-prima. As restantes, porque tal como foi dito anteriormente, a alteração das quantidades e medidas padrão da matéria-prima implicava um acréscimo no custo desta que à empresa não interessava.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

Quanto às contramedidas pensadas para as causas selecionadas é pertinente referir que aquando da sua formulação se teve em consideração as condições existentes na empresa. Dito isto, algumas das melhorias idealizadas não foram as mais indicadas para ajudar na resolução de uma certa causa, no entanto tendo em conta o contexto da empresa naquela altura, contribuem para que futuramente seja mais fácil alcançar esse patamar. Foram elaboradas 11 hipóteses de melhoria que estão enumeradas e contextualizadas nos pontos que se seguem.

Melhoria 1

Elaboração de uma matriz de competências

Tal como referido anteriormente, um operador pode fazer mais do que uma operação, assim como uma operação pode ser feita por mais do que um operador. No entanto, a capacidade para realização de cada tarefa varia de operador para operador. Posto isto, era importante haver algo que permitisse perceber o que cada operador podia fazer e a sua competência para tal. Por esta razão uma das contramedidas estabelecidas foi a elaboração de uma matriz de competências que permite ao responsável pelo planeamento e controlo de produção saber qual o operador mais adequado para ir trabalhar na operação de corte de perfis numa determinada altura. Esta medida, apesar de não atuar diretamente sobre a falta de formação, tem influência sobre esta causa, pois sabendo qual a competência atual de um operador é mais fácil saber qual o investimento em termos de formação para cada operador.

Melhoria 2

Formulação de uma instrução de trabalho e OPL

A empresa na qual foi desenvolvido o projeto não tinha padrões de trabalho para nenhuma das operações, daí que cada operador acabasse por fazer cada uma delas da forma que achava mais conveniente. Assim, a criação de instruções de trabalho e *one point lessons* (OPL) para a operação de corte de perfis possibilita que haja uma uniformização do método de trabalho, ou seja, que todos os operadores trabalhem da mesma forma.

Melhoria 3

***Poka yoke* da folha de ordem de produção**

A folha de ordem de produção era preenchida de forma diferente de operador para operador, isto porque o modelo da folha permitia várias interpretações de como preencher. Consequentemente a análise dos dados contidos na folha acabava por ser mais demorada, exigindo um sobre processamento por parte do responsável pelo planeamento e controlo de produção, que ainda tinha de perceber o que cada operador preenchia. Para além disso, por vezes os dados não eram preenchidos. Deste modo, a implementação da ferramenta *Poka Yoke* nas folhas de ordem de produção faz com que os operadores tenham apenas uma forma de as preencher. A prevenção dos erros no preenchimento da folha de ordem produção permite que haja um controlo de produção

Estudo de Caso

mais realístico, expondo problemas de onde surgem oportunidades de melhoria e consequentemente possíveis melhorias de qualidade do produto.

Melhoria 4

Elaboração de um plano de manutenção

Quanto aos planos de manutenção, nenhuma das máquinas existentes no chão de fábrica os tinha elaborados. Como resultado o serrote de fita não trabalhava na sua melhor performance e quando acontecia algo com o serrote, como não havia nenhum plano de manutenção, a sua reparação era mais demorada. Nesse sentido, a criação do plano de manutenção, com a sua calendarização, permite que o serrote seja inspecionado, limpo e ajustado com uma regularidade adequada, obtendo-se assim uma melhor performance do serrote e evitando-se tempos de paragem da máquina demorados.

Melhoria 5

Implementação da ferramenta 5S

Quando se fez a análise das causas associadas ao problema foram apontadas causas como a falta de limpeza e a desorganização das ferramentas utilizadas para manusear o serrote (**figura 4.4**). Um espaço de trabalho sujo com, por exemplo, líquidos presentes no chão como era o caso, era um espaço perigoso, e a desorganização das ferramentas exigiam que o operador perdesse tempo a encontrá-las. Para atuar sobre estas causas pensou-se então na implementação da ferramenta 5S. Alocada a esta melhoria vem também a implementação de um quadro visual que permite que os trabalhadores tenham acesso facilitado a informações relevantes acerca do espaço de trabalho e da operação em si.



Figura 4.4. Espaço de trabalho (no início do projeto).

Melhoria 6

Marcação das velocidades nos controles da máquina

A máquina onde é realizada a operação de corte de perfis, o serrote, tem os comandos para controlar a descida do arco. No entanto, o controle que permite definir a velocidade de descida do arco tinha as marcações das velocidades já apagadas (**figura 4.5**). Isto fazia com que os operados definissem a velocidade de descida do arco do serrote de forma um pouco aleatória podendo provocar defeitos. Sendo assim, fazer de novo as marcações da velocidade era necessário. Desta forma é possível aos operadores saber qual a velocidade a que está a funcionar o arco do serrote de fita.

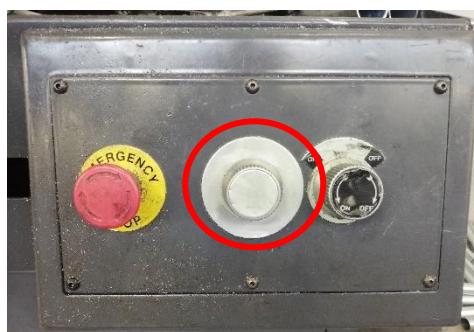


Figura 4.5. Controlos da máquina (no início do projeto).

Melhoria 7

Desenvolvimento de um novo suporte

Uma das grandes causas para a demora na operação de corte de perfis era o suporte inadequado, ligado ao seu batente desajustado, à existência de fissuras e à sua instabilidade (**figura 4.6**). Sendo assim, julgou-se crucial a criação de um novo suporte com recurso à tecnologia CAD, que a empresa teria depois a capacidade de produzir.



Figura 4.6. Suporte (no início do projeto).

Melhoria 8

Implementação de um método para identificar o produto intermédio

Depois de cortados os perfis (produto intermédio), a forma como eram identificados era inadequada, tal como se pode ver na **figura 4.7**, isto porque não havia nenhum método implementado pela empresa para a identificação do produto intermédio. Portanto, tendo em conta o formato e material dos contentores, pensou-se que uma melhoria prática e rápida para esta causa seria a utilização das folhas da ordem de produção para identificar o perfil, mas desta vez com uso de uma mica onde se colocaria a folha, evitando que esta se sujasse, e de um pequeno íman para a segurar.

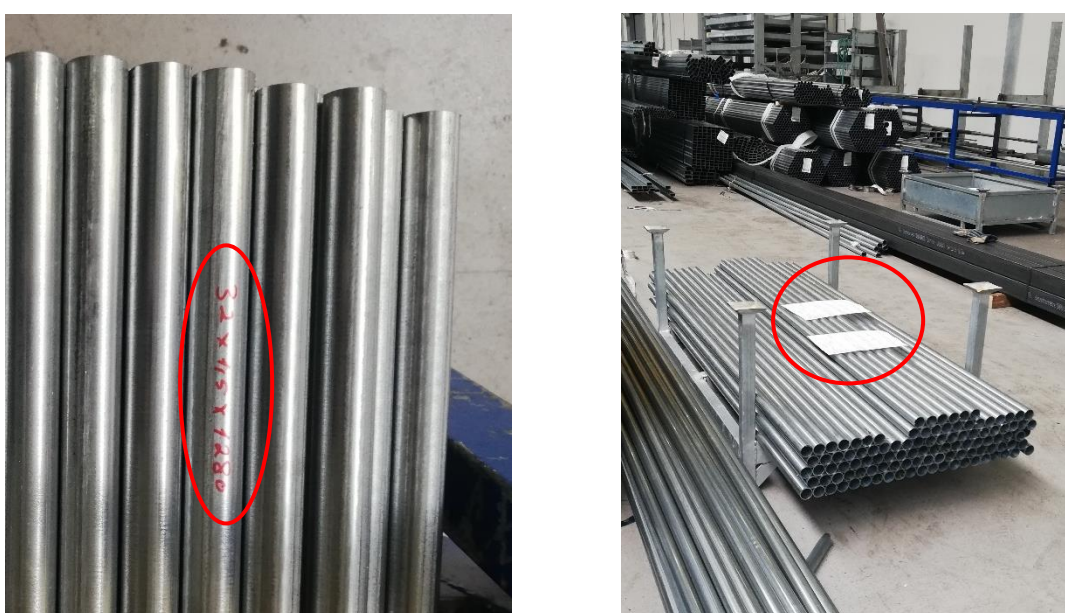


Figura 4.7. Identificação do produto intermédio (no início do projeto).

Melhoria 9

Criação de etiquetas para a empresa

A matéria-prima que chega ao chão de fábrica vinha identificada com a etiqueta de cada fornecedor (**figura 4.8**), de maneira que a identificação não era uniforme, acabando por ser um pouco confuso. Neste caso, uma etiqueta com um modelo igual para toda a matéria-prima seria uma mais-valia. Por esta razão pensou-se em criar um programa que permitiria criar e imprimir etiquetas com o mesmo modelo.



Figura 4.8. Etiquetas da matéria-prima de diferentes fornecedores.

Melhoria 10

Definição de um local fixo para os contentores

Tal como já foi dito anteriormente os perfis depois de cortados são colocados nuns contentores, sendo estes um recurso necessário para suportar o processo. No entanto, acontecia que estes estavam desorganizados, isto é, estavam espalhados pelo chão de fábrica ou estavam no espaço exterior da empresa, fazendo com que os operadores perdessem tempo a encontrá-los e a trazê-los para o local onde é realizada a operação de corte de perfis. Então, a definição de um local fixo para colocar os contentores, preferencialmente perto do local onde se realiza a operação em questão, permitiria uma poupança de tempo e distância percorrida pelo operador, como também contribuiria para a organização do chão de fábrica.

Melhoria 11

Implementação de um contador

Esta melhoria está ligada ao facto de que os operadores perdiam tempo a contar os perfis que já estavam cortados, pois não havia qualquer tipo de instrumento de apoio à sua contagem. Quanto maior era a quantidade final produto intermédio pretendido, mais propício era o operador perder-se na contagem. Com a implementação de um pequeno contador, saber a quantidade de perfis cortados tornar-se-ia mais prático, exigindo apenas que o operador clicasse no contador cada vez que fazia um corte, mas evitando que o operador fizesse paragens para contar todos os perfis cortados até ao momento.

4.4 Planeamento

Posteriormente à idealização das melhorias foi feito o planeamento da sua implementação. Para tal fez-se inicialmente uma priorização das causas com o propósito de saber qual a ordem pela qual se devia agir. A matriz GUT foi a ferramenta utilizada para fazer a priorização.

Na **tabela 4.9** estão apresentados os critérios para classificar cada uma das causas origem dos problemas. Já na **tabela 4.10** está apresentada a priorização das causas, de acordo com a classificação atribuída.

Tabela 4.9. Critérios de classificação para a priorização.

Gravidade - G	Urgência - U	Tendência - T	Nota
Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Piora Imediata	5
Muito Grave	Muito Urgente	Piora Curto Prazo	4
Grave	Urgente	Piora Médio Prazo	3
Pouco Grave	Pouco Urgente	Piora Longo Prazo	2
Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem Tendência de Piora	1

Tabela 4.10. Priorização das causas nas quais atuar.

Descrição das Causas	G	U	T	Total G*U*T
Suporte inapropriado	4	5	4	80
Falta de manutenção	4	3	3	36
Falta de limpeza	3	3	3	27
Falta de uniformidade nas etiquetas de identificação	3	3	3	27
Desorganização dos recursos necessários para suportar o processo	3	3	3	27
Falta de padrões de trabalho	3	4	2	24
Falta de formação	3	2	2	12
Inexistência de instrumentos de apoio à contagem	2	2	2	8
Falta de marcação dos controlos	2	2	1	4
Desorganização das ferramentas utilizadas	2	2	1	4
Folha de ordem de produção permite várias interpretações de como preencher	1	1	2	2
Falta de um método de identificação do produto intermédio	1	1	1	1

Para uma melhor perceção, de seguida, está apresentada a **tabela 4.11** com as melhorias associadas a cada causa. Automaticamente fica também apresentada qual foi a priorização ideal da implementação das melhorias. As causas existentes cujas melhorias são as mesmas ficaram desde logo agrupadas.

Tabela 4.11. Priorização ideal da implementação das melhorias.

Descrição das causas	Descrição das melhorias	Ordem
Suporte inapropriado	Desenvolvimento de um novo suporte	1º
Falta de manutenção	Elaboração de um plano de manutenção	2º
Falta de limpeza	Implementação da ferramenta 5S	3º
Desorganização das ferramentas utilizadas		
Desorganização da matéria-prima	Criação de etiquetas para a empresa	4º
Desorganização dos recursos necessários para suportar o processo	Definição de um local fixo para os contentores	5º
Falta de padrões de trabalho	Formulação de uma instrução de trabalho e OPL	6º
Falta de formação	Elaboração de uma matriz de competências	7º
Inexistência de instrumentos de apoio à contagem	Implementação de um contador	8º
Falta de marcação dos controlos	Marcação de velocidades nos controlos da máquina	9º
Folha de ordem de produção permite várias interpretações de como preencher	<i>Poka Yoke</i> da folha de ordem de produção	10º
Falta de um método de identificação do produto intermédio	Implementação de um método para identificar o produto intermédio	11º

No entanto, apesar de idealmente as melhorias devessem ter sido implementadas consoante a ordem apresentada anteriormente, não foi isso que aconteceu. Para além dos critérios impostos pela Matriz GUT teve-se também em consideração a dificuldade de implementação de algumas melhorias comparativamente a outras. A dificuldade mediu-se com base no esforço exigido por cada medida e a disponibilidade por parte da empresa em termos de recursos, sejam eles materiais, de espaço ou operadores. A fim de se ter uma ideia clarificada da facilidade e rapidez correspondente a cada melhoria, elaborou-se a **tabela 4.12** com o seguinte código de cores: verde (fácil), amarelo (dificuldade intermédia), vermelho (difícil).

Tabela 4.12. Caracterização das melhorias consoante a dificuldade de implementação.

Descrição das melhorias	Dificuldade
Desenvolvimento de um novo suporte	Red
Elaboração de um plano de manutenção	Yellow
Implementação da ferramenta 5S	Yellow
Criação de etiquetas para a empresa	Yellow
Definição de um local fixo para os contentores	Red
Formulação de instruções de trabalho e OPL	Yellow
Elaboração de uma matriz de competências	Green
Implementação de um contador	Red
Marcação das velocidades nos controlos da máquina	Green
<i>Poka Yoke</i> da folha de ordem de produção	Green
Implementação de um método para identificar o produto intermédio	Green

Estudo de Caso

Considerando a priorização GUT e o grau de dificuldade de implementação de cada uma das melhorias procedeu-se ao desenvolvimento do plano de ação com recurso à ferramenta 5W2H. O plano responde às cinco questões “W” e às duas questões “H”. Relativamente ao “W” correspondente ao “quando”, as respostas indicam qual a altura em que estava previsto o início da implementação de cada uma das melhorias. Na **tabela 4.13** encontra-se a o plano de ação com as medidas de melhoria elaboradas.

4.5 Implementação

Terminada a primeira fase do ciclo PDCA, isto é, a fase de planejar, passou-se para a fase seguinte, a do fazer. As ações corretivas definidas na primeira etapa foram implementadas, sendo a sua apresentação feita nas secções seguintes.

4.5.1 Desenvolvimento de um suporte

No desenvolvimento do suporte para o serrote da operação de corte de perfis, desde início que o objetivo principal se prendeu com a estabilidade e, para além disso, em tornar mais prática a afinação da medida de corte. Tal como planeado, a criação desta estrutura fez-se com recurso a um *software* CAD/CAM, que depois a empresa teve a capacidade de produzir. O protótipo encontra-se na **figura 4.9**.

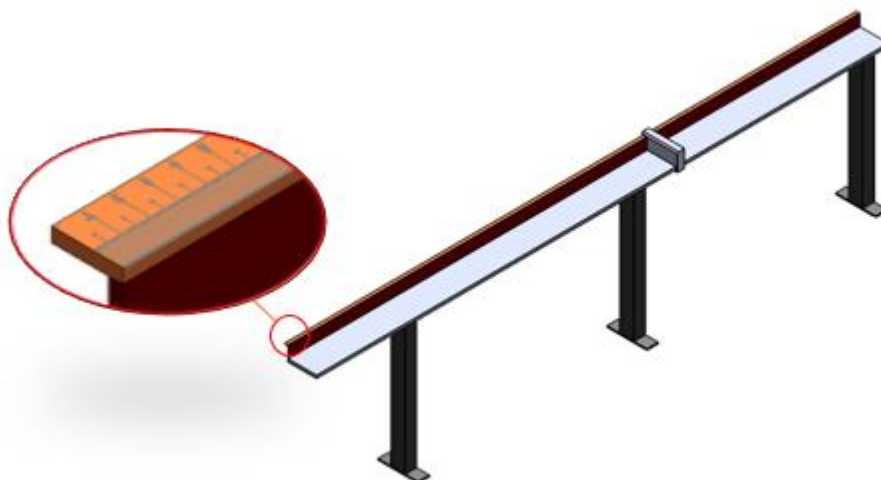


Figura 4.9. Protótipo do suporte para o serrote.

Tal como se pode ver no protótipo, cada um dos pilares tem uma pequena base cuja função é fixar o suporte ao chão, obtendo-se assim a estabilidade. Na zona que se encontra em foco pode também ver-se uma régua, desenhada com o intuito de facilitar a afinação da medida de corte pois assim torna-se prescindível o uso da fita métrica.

Complementar ao suporte está o batente, desenhado também no *software* CAD/CAM. Idealizou-se um batente que se encaixa e se move ao longo do suporte e sobre a régua. A sua fixação faz-se através de um aperto inferior. Na **figura 4.10** encontra-se o protótipo do batente.

Tabela 4.13. Plano de ação - Ferramenta 5W2H

Plano de Ação 5W2H						
O quê? (What?)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Porquê? (Why?)	Como? (How?)	Quanto? (How much?)
Desenvolvimento de um suporte	Serrote OPTIMUM	1ª metade de fevereiro	Sara Pinto	Obter um suporte estável, evitando defeitos, e facilitar a tarefa de afinação da medida de corte, diminuindo o seu tempo.	Recurso ao <i>software</i> CAD/CAM, produção laser e produção metalomecânica.	360,78 €
<i>Poka Yoke</i> da folha de ordem de produção	Controlo de Produção	2ª metade de fevereiro	Sara Pinto	Facilitar a análise dos dados da produção.	Alteração do layout da folha de ordem de produção.	-
Implementação de um contador	Operação de corte de perfis	2ª metade de fevereiro	Sara Pinto	Evitar paragens do operador para contar quantos são perfis já cortados até ao momento.	Compra de um contador e aplicação do serrote.	4 € ¹
Elaboração de um plano de manutenção	Serrote OPTIMUM	1ª metade de março	Sara Pinto	Melhorar a performance do serrote e prevenção de avarias que resultem em paragens.	Utilização do manual de operações do serrote.	-

¹ O preço indicado corresponde a um preço aproximado do contador pretendido, baseado em alguns preços no mercado.

Estudo de Caso

Implementação da ferramenta 5S	Área de trabalho da operação de corte de perfis	1ª metade de março	Sara Pinto	Organizar o espaço trabalho.	Seguimento na íntegra dos passos sugeridos na literatura.	79,70 €
Formulação de instruções de trabalho e OPL	Operação de corte de perfis	2ª metade de março	Sara Pinto	Padronizar a forma de operar de todos os trabalhadores.	Com ajuda dos operadores e com base no manual de operações do serrote.	-
Definição de local fixo para os contentores	Chão de Fábrica	2ª metade de março	Sara Pinto	Diminuir o tempo de procura pelos contentores.	Estudo do layout do chão de fábrica e movimentos do operador, percebendo qual o sítio mais benéfico.	-
Elaboração de uma matriz de competências	Chão de Fábrica	1ª metade de abril	Sara Pinto	Visualizar as competências de cada operar com perspetivas de investir na formação.	Recolha dos dados necessários e tratamento em Excel.	-
Marcação das velocidades nos controlos da máquina	Serrote OPTIMUM	2ª metade de abril	Sara Pinto	Operar com velocidades precisas, evitando defeitos.	Recurso ao <i>software</i> CAD/CAM e produção laser.	2,90 €

Diagnóstico e proposta de melhoria num processo de corte de perfis

Implementação de um método para identificar o produto intermédio	Chão de Fábrica	2ª metade de abril	Sara Pinto	Ter um método de identificação do produto intermédio.	Utilização das ordens de produção para identificar os perfis.	10,44 €
Criação de etiquetas para a empresa	Departamento logístico	1ª metade de maio	Sara Pinto	Simplificar a organização da matéria-prima e diminuir o seu tempo de procura por parte do operador.	Desenvolvimento de um programa em Excel.	-

Estudo de Caso

Em ambas as figuras com os protótipos, é possível perceber que há diferentes tonalidades de cor, pois cada uma delas representa uma peça. A produção tanto do suporte como do batente consistiu no corte de diferentes peças na máquina laser que foram posteriormente soldadas. As marcações da régua foram também feitas com laser.

Finalmente, o resultado encontra-se na **figura 4.11**.

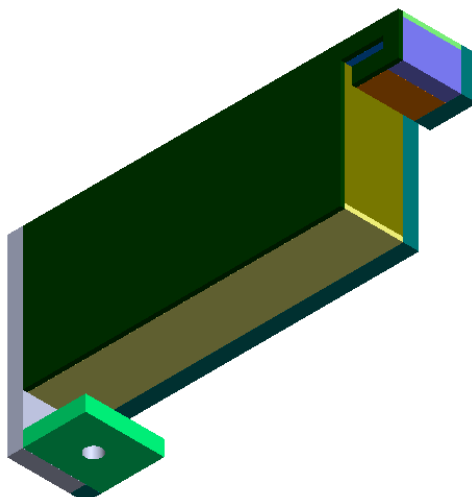


Figura 4.10. Protótipo do batente.



Figura 4.11. Novo suporte do serrote.

4.5.2 Elaboração de um plano de manutenção

Para elaborar os planos de manutenção utilizou-se documentação disponível do serrote de fita, o manual de operações. Foram elaborados dois tipos de plano de manutenção. Um mais resumido cuja função é ficar fixo num quadro branco no espaço de trabalho da operação de corte de perfis, para que os operadores saibam quais as manutenções que devem fazer no dia-a-dia essencialmente (**anexo D**). Outro mais completo, que fica num dossiê com documentos relativos ao

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

serrote, com informações mais detalhadas acerca da manutenção que se faz semanalmente, mensalmente, a cada seis meses ou sempre que necessário (**anexo E**).

Além dos planos de manutenção em si, foi feito também um calendário de manutenção (**anexo F**). Este foi também afixado no quadro branco, e tem manutenções planeadas mensalmente e semestralmente. Não se utilizou o calendário para planejar manutenções semanais pois como a máquina não é continuamente utilizada, podendo ficar inutilizada cerca de uma semana, não se achou justificável fazê-lo.

4.5.3 Implementação da ferramenta 5S

A implementação da ferramenta 5S dividiu-se, tal como é sugerido no capítulo da revisão de literatura em cinco etapas. A primeira etapa foi a etapa *Seiri* e inicialmente foi feita uma separação, e objetos que não eram necessários à operação de corte de perfis foram postos numa pequena área 5S (**figura 4.12**). Cada um dos objetos tinha uma etiqueta vermelha. Passadas quatro semanas, os objetos que se mantiveram na área 5S foram removidos da zona de trabalho da operação de corte de perfis.



Figura 4.12. Etapa *Seiri* (Separar) - Área 5S.

Depois, foi feita uma organização (etapa *Seiton*) dos objetos necessários à operação de corte de perfis. Para isso, criou-se uma base de encaixe para as ferramentas necessárias para manusear o serrote de fita, e com um resto de material fez-se um pequeno cabide para a vassoura utilizada para limpar o serrote. Estas duas mudanças podem ser verificadas na **figura 4.13**. Para além disto, foram também alocados a esta área de trabalho dois carrinhos, um para a sucata, e outro para colocar a madeira que vem com alguns atados. De maneira que no chão tudo esteja colocado no sítio certo, para que não haja perturbações ao movimento dos operadores, foram também marcados no chão com uma fita amarela os locais para colocar os carrinhos, e os contentores onde ficam os perfis depois de cortados e outros elementos que sejam eventualmente

Estudo de Caso

necessários à tarefa. Adicionalmente, foi também marcada uma zona para o colocar o produto intermédio das travações, o mais cortado, na zona do balancé mecânico onde é feita a sua segunda operação. As últimas implementações descritas podem ser averiguadas na **figura 4.14**.



Figura 4.13. Etapa *Seiton* (Organizar) - Organização das ferramentas.

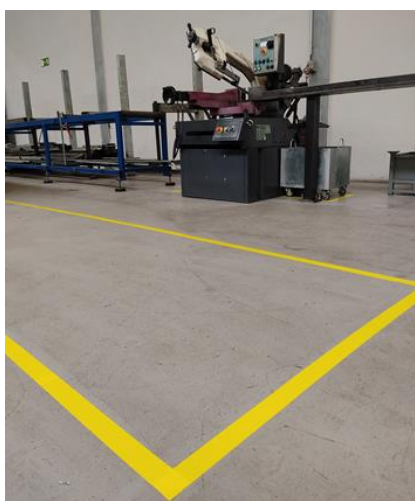


Figura 4.14. Etapa *Seiton* (Organizar) - Marcação de zonas.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

Chegada a etapa *Seiso*, a etapa de limpar, foi feita uma limpeza do espaço de trabalho, inclusive da máquina. O espaço de trabalho limpo pode ser visto na **figura 4.15**.



Figura 4.15. Etapa *Seiso* (Limpar) - Limpeza do espaço de trabalho.

Em quarto lugar, de forma a manter o que tinha sido feito até ao momento, fez-se uma padronização (*Seiketsu*). Para isso foram utilizados tanto meios verbais como visuais. Primeiro foram feitos dois documentos, um que permite aos trabalhadores ver para que está destinada cada zona (**anexo G**) e outro que tem como objetivo indicar também aos trabalhadores como deve estar organizado o espaço de trabalho (**anexo H**). Em segundo, foi realizada uma lista de verificação para auditorias, com vários critérios, aos quais é atribuída uma pontuação (**anexo I**). A realização das auditorias ficou a cargo do departamento de produção. Obtida a pontuação total para cada auditoria, esta é “marcada” no documento de pontuação 5S, que foi também elaborado (**anexo J**) permitindo aos trabalhadores saber qual o estado atual do espaço de trabalho assim como a sua evolução ao longo do tempo. Para afixar todos os documentos adquiriu-se um quadro branco, no qual se colocaram também outras informações para além das que estão aqui apresentadas.

Tendo em conta que a realização do projeto foi a curto prazo, a última etapa, a da sustentação (*Shitsuke*), já não pertencia aos objetivos. No entanto, espera-se que o que foi realizado ajude a manter os padrões.

4.5.4 Formulação de instruções de trabalho e OPL

De maneira que os operadores sigam todos o mesmo método, foi criada uma instrução de trabalho (**anexo K**), que foi depois afixada no quadro branco presente no espaço de trabalho. Todas as etapas foram especificadas, assim como quais delas pertenciam ao *setup*. A cada etapa está associado o responsável, quais os parâmetros da verificação da qualidade e a sua frequência e o equipamento adequado para apoio. Ainda além destes pontos associados, está também uma coluna que indica qual o documento que apoia cada etapa, sendo indicadas as OPL (**anexo L**).

Neste caso, as OPL criadas servem para indicar quais os contentores que devem ser utilizados consoante o comprimento final do produto intermédio, quais os passos a seguir em

algumas das etapas e uma delas indica também como proceder para ter os níveis de qualidade aconselhados.

4.5.5 Elaboração de uma matriz de competências

Fazer a matriz de competências dos operadores implicou que alguns dados fossem recolhidos. Uma lista dos operadores empregados teve de ser feita assim como uma de todas as máquinas existentes no chão de fábrica. As máquinas foram agrupadas por tipo.

Para obter a classificação das competências dos trabalhadores, foram consideradas para cada uma das máquinas duas fases, a de preparação e a de execução, isto porque alguns trabalhadores apesar de saberem executar uma operação não sabia preparar a máquina em que a operação ia ser realizada. A cada uma das fases, para cada uma das máquinas, para cada um dos operadores é atribuída uma pontuação que vai desde 0 a 3. No nível 0 o operador não tem conhecimento relativo à preparação ou execução de uma máquina, no nível 1 o conhecimento é limitado, no nível 2 o conhecimento é autónomo, e, por fim, no nível 3 o operador já tem competência para ensinar e fazer. Todas as pontuações são somadas e depois convertidas para forma de percentagem do modo a que se tenha uma perceção mais intuitiva acerca da competência de cada operador.

Além de ser possível saber informação acerca dos operadores é também possível saber qual o estado de uma operação na sua generalidade. Em outras palavras, depois de ser atribuída a classificação a cada um dos operadores, uma operação é sinalizada a vermelho no caso de não haver nenhum ou apenas um operador que saiba fazer a preparação ou execução da máquina, e é sinalizada a verde quando pelo menos dois operadores estão aptos para fazer uma ou outra fase.

Pensou-se inicialmente em afixar esta matriz para os operadores terem também acesso à informação. No entanto, em discussão com integrantes do departamento da produção optou-se por não o fazer pois poderia provocar controvérsias no ambiente de trabalho.

No anexo M está presente a matriz de competências. Idealmente, quando ocorrer a evolução de competências de cada um dos operadores, as classificações são inseridas no ficheiro Excel e as informações provenientes da matriz de competências são atualizadas automaticamente.

4.5.6 Marcação das velocidades nos controlos da máquina

Com o propósito de se saber novamente quais as velocidades a que o arco desce, foi criado no *software* CAD/CAM um pequeno disco com as dimensões adequadas à máquina, no qual estão marcadas as velocidades. Este disco foi também cortado numa das máquinas laser disponíveis na empresa e foi aplicado no serrote por um dos operadores. A sua aplicação pode ser verificada na **figura 4.16**.

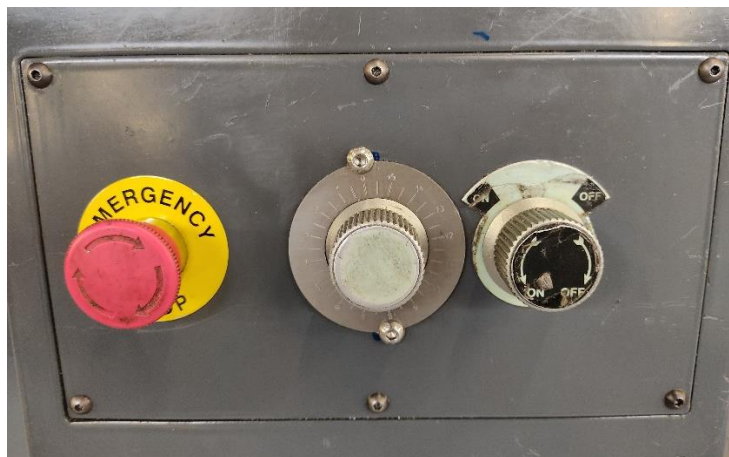


Figura 4.16. Disco com marcação das velocidades de descida do arco.

4.5.7 Implementação de um método para identificar o produto intermédio

Modificar a forma como são identificados os perfis depois de cortados, ou seja, o produto intermédio implicou adquirir micas e ímanes. A ideia aqui baseia-se em inserir a folha de ordem de produção na mica, que ajuda a que a folha não fique suja durante o seu percurso, e em fixá-la com um ímã ao contentor onde estão os perfis, visto que todos os contentores são de material metálico. Quando os operadores vão iniciar a produção de algum um produto, de acordo com as instruções que lhes são dadas, onde está colocada a folha de ordem de produção, estão também colocados as micas e os ímanes, e basta pegar em cada um destes materiais e fazer o que está sugerido. Para que seja possível ter uma visão mais clara desta medida, encontra-se em seguida a **figura 4.17**.

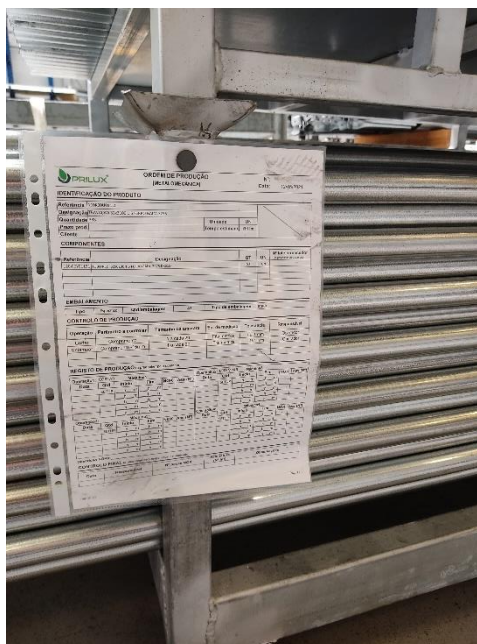


Figura 4.17. Método de identificação do produto intermédio.

4.5.8 Criação de etiquetas para a empresa

Esta medida foi pensada em conjunto com uma operadora logística, visto que, à priori quem ficaria responsável por as preencher seria principalmente ela. Duas prioridades ficaram desde logo estabelecidas, que o processo fosse simples e rápido, e que deixasse em aberto a possibilidade de que os dados, num futuro próximo, permitissem ajudar a controlar a quantidade de matéria-prima existente no chão de fábrica.

Para criar as etiquetas fez-se um ficheiro em Excel, ferramenta bastante utilizada dentro da empresa. Este ficheiro permite gerar as etiquetas e depois imprimi-las. O procedimento consiste nos seguintes passos:

1. Na interface inicial aparece um botão “Gerar Etiqueta” (**figura 4.18, anexo N**) que deve ser premido.

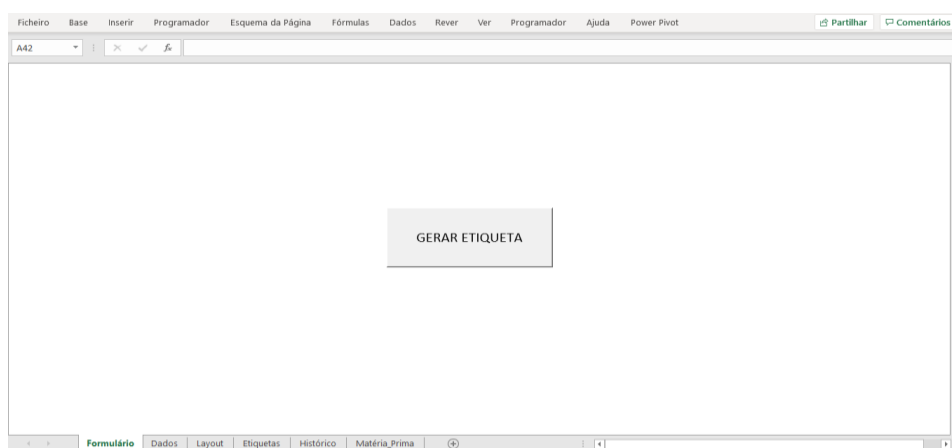


Figura 4.18. Interface inicial do programa para gerar etiquetas.

2. De seguida, devem ser preenchidos no formulário (**figura 4.19, anexo O**) os dados relativos à data de entrega da matéria-prima, o seu código, a quantidade, o número do lote, o número do documento interno e a quantidade de etiquetas a imprimir com os mesmos dados.

Figura 4.19. Formulário para preenchimento de dados.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

3. Depois de preenchidos os dados deve ser premido o botão “Preencher dados” de forma que estes ficam guardados na folha “Dados”, podendo ser preenchidos mais dados para gerar outras etiquetas.
4. Com todos os dados pretendidos, basta carregar no botão “Gerar etiquetas”, e estas serão criadas na folha “Etiquetas” segundo o *layout* da **figura 4.20**.

	Data de Recebimento:
Matéria-Prima:	
Quantidade:	
Lote:	
Documento Interno:	

Figura 4.20. *Layout* das etiquetas.

5. Por último, basta carregar em “Imprimir” e as etiquetas serão impressas na impressora própria existente na empresa.

4.5.9 *Poka yoke* da folha de ordem de produção

Implementar esta melhoria implicou apenas fazer uma alteração no *layout* da folha de ordem de produção. Em campos onde são preenchidas informações relevantes como a data e a hora de início e fim de uma operação definiu-se como é que estas têm de ser preenchidas, através da especificação do formato. Na **figura 4.21** pode ver-se o antes da área da folha sujeita a alteração e na **figura 4.22** o depois.

REGISTO DE PRODUÇÃO (a preencher pelo operador)									
Operação1: Máquina1:					Operação2: Máquina2:				
Data	Qty	Tempo	NOK	Ass (Nº)	Data	Qty	Tempo	NOK	Ass (Nº)
	SETUP		-			SETUP			
Operação3: Máquina3:					Operação4: Máquina4:				
Data	Qty	Tempo	NOK	Ass (Nº)	Data	Qty	Tempo	NOK	Ass (Nº)
	SETUP					SETUP			
Descrição NOKs: -----									

Figura 4.21. Antes - Folha de ordem de produção.

Estudo de Caso

REGISTO DE PRODUÇÃO (a preencher pelo operador)											
Operação1: Máquina1:						Operação2: Máquina2:					
Data	Qty	Início	Fim	NOK	Ass (Nº)	Data	Qty	Início	Fim	NOK	Ass (Nº)
___/___/___	SETUP	__h__m	__h__m	-		___/___/___	SETUP	__h__m	__h__m	-	
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
Operação3: Máquina3:						Operação4: Máquina4:					
Data	Qty	Início	Fim	NOK	Ass (Nº)	Data	Qty	Início	Fim	NOK	Ass (Nº)
___/___/___	SETUP	__h__m	__h__m	-		___/___/___	SETUP	__h__m	__h__m	-	
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
___/___/___		__h__m	__h__m			___/___/___		__h__m	__h__m		
Descrição NOKs: _____											

Figura 4.22. Depois - Folha de ordem de produção.

4.6 Resultados

Antes demais, é importante referir que a implementação de algumas das ações de melhoria não foi iniciada, e a implementação de outras não foi terminada. Posto isto, apenas foram obtidos resultados para parte das ações de melhoria propostas. Na **tabela 4.14** estão apresentados as medidas de melhoria sugeridas e o seu estado de implementação no fim do tempo determinado para o projeto.

Tabela 4.14. Estado de implementação das medidas de melhoria propostas no fim do projeto.

Descrição das melhorias	Estado de implementação
Desenvolvimento de um suporte	Implementada
<i>Poka Yoke</i> da folha de ordem de produção	Implementada
Implementação de um contador	Não implementada
Elaboração de um plano de manutenção	Implementada
Implementação da ferramenta 5S	Implementada
Formulação de instruções de trabalho e OPL	Implementada
Definição de local fixo para os contentores	Não implementada
Elaboração de uma matriz de competências	Implementada
Fazer marcação das velocidades nos controlos da máquina	Implementada
Implementação de um método para identificar o produto intermédio	Implementada
Criação de etiquetas para a empresa	Em implementação

Para apresentação dos resultados obtidos elaborou-se a **tabela 4.15**, uma tabela resumo, onde a cada ação de melhoria terminada estão associados os resultados obtidos em termos quantitativos e qualitativos. Pretendeu-se assim ter uma melhor perceção acerca dos impactos de cada uma das ações.

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

Tabela 4.15. Tabela resumo dos resultados obtidos.

Descrição das melhorias implementadas	Resultados
Desenvolvimento de um suporte	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição do tempo de afinação da medida de corte - Maior ergonomia - Suporte estável
<i>Poka Yoke</i> da folha de ordem de produção	<ul style="list-style-type: none"> - Prevenção de erros no preenchimento das folhas - Preenchimento das folhas uniforme por parte dos trabalhadores - Maior facilidade na análise de dados - Análise de dados mais credível
Elaboração de um plano de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução de práticas de manutenção - Planeamento da manutenção - Maior segurança - Prevenção de falhas no serrote - Aumento do tempo de vida útil do serrote
Implementação da ferramenta 5S	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da motivação dos operadores - Espaço de trabalho organizado apenas com o necessário - Espaço de trabalho limpo - Locais específicos para os vários elementos inerentes ao processo - Aumento da segurança - Exposição de informação visual e verbal acerca do processo
Formulação de instruções de trabalho e OPL	<ul style="list-style-type: none"> - Especificação do procedimento - Redução da variabilidade na forma de trabalhar dos diferentes operadores - Disponibilização da instrução de trabalho a todos os operadores - Aprendizagem mais facilitada a um possível novo operador

Estudo de Caso

Descrição das melhorias implementadas	Resultados
Elaboração de uma matriz de competências	<ul style="list-style-type: none">- Organização de processos- Conhecimento mais claro acerca das competências presentes na equipa de operadores- Apoio à decisão num processo de escolha de um operador para executar determinada tarefa- Base para o investimento em formação, pois sabe-se quais os processos para os quais há menos competências
Fazer marcação das velocidades nos controlos da máquina	<ul style="list-style-type: none">- Velocidades visíveis- Escolha precisa da velocidade de descida do arco
Implementação de um método para identificar o produto intermédio	<ul style="list-style-type: none">- Maior propensão à organização do chão de fábrica- Identificação que acompanha o produto até ao estado de produto acabado- Maior facilidade em encontrar o produto intermédio- Folhas de ordem de produção limpas

Um dos resultados provenientes da primeira ação de melhoria apresentada na tabela anterior foi a redução do tempo de afinação de corte. Os tempos registados no antes e no depois do desenvolvimento do suporte, da UET “Afinação da medida de corte” estão apresentados na **tabela 4.16**, assim como os seus tempos médios resultantes.

O tempo médio de afinação da medida de corte reduziu de 0,724 para 0,349 minutos. Percentualmente esta redução traduz-se em cerca de 52 %, ou seja, o tempo médio atual da afinação da medida de corte representa cerca de 48 % do tempo médio no tempo inicial, isto é, na situação anterior à aplicação da melhoria. A diferença pode ser visualmente observada no gráfico presente na **figura 4.23**.

Anteriormente já foi referido que o custo que um operador tem para a empresa é de 8,50 €/hora. Portanto, antes cada afinação da medida de corte custava à empresa cerca de 10 cêntimos. Após a aplicação da melhoria, este custo passou para cerca de 5 cêntimos. Estes valores podem ser vistos na **figura 4.24**.

Tabela 4.16. Tempos registados antes e depois do novo suporte.

Afinação da medida de corte				
Antes			Depois	
	Tempos observados (minutos)	Tempo médio	Tempos observados (minutos)	Tempo médio
1	0,818	0,724	0,451	0,349
2	0,526		0,534	
3	0,641		0,236	
4	0,884		0,449	
5	0,744		0,506	
6	0,788		0,213	
7	0,530		0,308	
8	1,006		0,269	
9	0,793		0,292	
10	0,508		0,229	

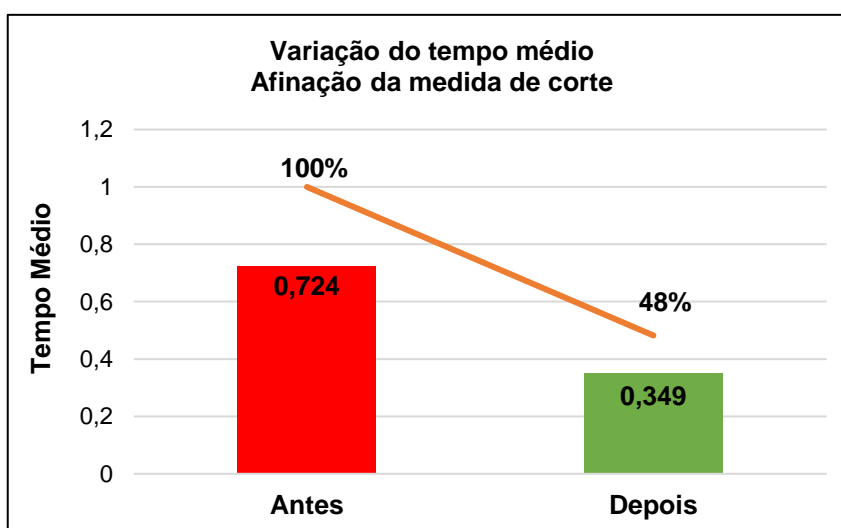


Figura 4.23. Variação do tempo médio da afinação da medida de corte.

Quantitativamente, os únicos resultados apurados foram então relativos à implementação do novo suporte mais especificamente à sua influência no tempo de afinação da medida de corte. O custo do suporte foi, como planeado, 360,78 €. Tendo em conta que o custo por afinação da medida de corte é de 0,05 €, obtém-se um payback de 7215,6 afinações da medida de corte. Este resultado acabou por não ser benéfico para a empresa. Na **tabela 4.17** encontra-se de forma breve o descrito neste parágrafo.

No campo dos resultados não traduzidos em números foram vários os benefícios apurados, tal como se pôde ver na **tabela 4.14**. Com a aplicação da ferramenta 5S, foi afixado um quadro branco cujo objetivo era afixar toda a informação relativa ao processo. O resultado final do quadro afixado encontra-se na **figura 4.25**.

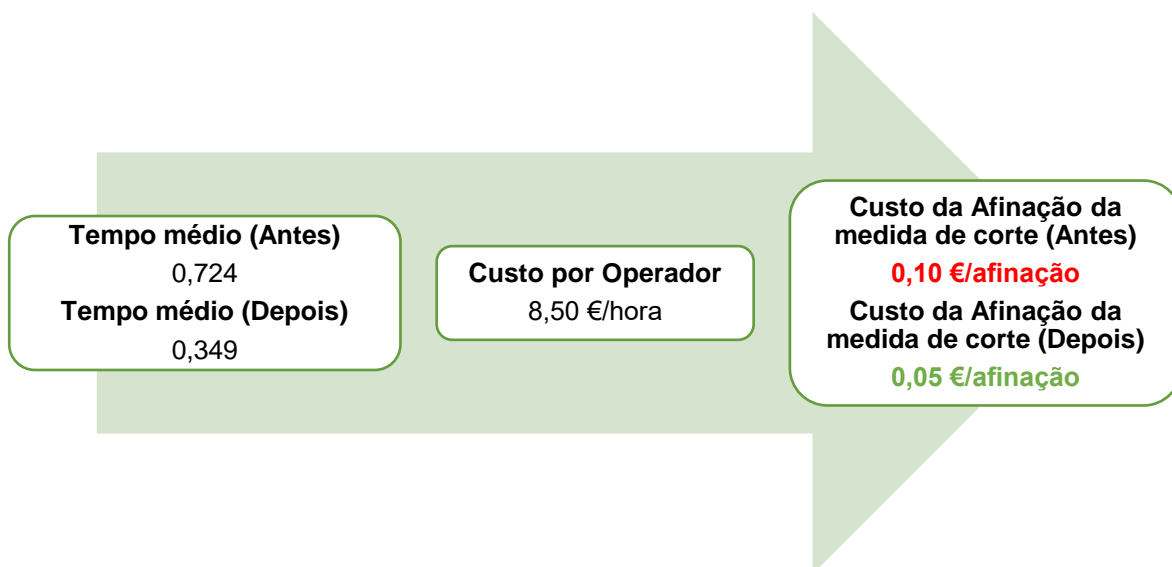


Figura 4.24. Custo da afinação da medida de corte antes e depois da implementação da melhoria.

Tabela 4.17. Payback da implementação do novo suporte.

Custo do Suporte	Custo por afinação	Payback
360,78 €	0,05 €	7215,6

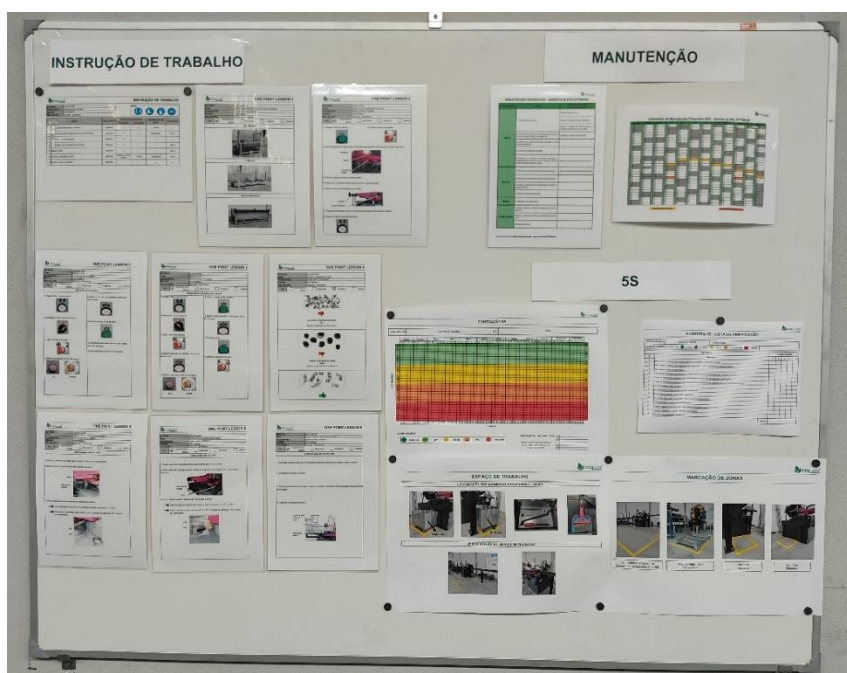


Figura 4.25. Quadro visual na área de trabalho do processo de corte de perfis.

Em jeito de finalização deste capítulo, importa referir que este teve como objetivo descrever o estudo de caso, desde a análise da situação inicial até à análise dos resultados das medidas implementadas. Importa realçar mais uma vez que nem todas as medidas foram

Diagnóstico e proposta de ações de melhoria num processo de corte de perfis

implementadas, e das medidas implementadas uma delas não foi terminada. Consequentemente os resultados são apresentados em forma de benefícios maioritariamente, tirando-se resultado em forma de valores apenas de uma das melhorias implementadas.

5 Conclusão

Neste último capítulo são apresentadas as considerações finais acerca do projeto desenvolvido, as limitações ao seu desenvolvimento e as perspectivas para um trabalho futuro.

5.1 Considerações Finais

Sabendo que o objetivo principal de qualquer empresa consiste na obtenção de lucro e, considerando que a ordem das coisas, também no mundo empresarial, está em constante mudança, é natural que surja a necessidade por parte das empresas de irem alterando também o seu funcionamento. Os processos, tanto de negócio como de fabrico, devem ser sujeitos a contínuas análises com o intuito de se encontrarem oportunidades de melhoria e, por conseguinte, de crescimento.

Num processo de fabrico podem existir vários aspetos desfavoráveis à intenção de crescimento de uma empresa, aspetos esses denominados como desperdício. Assim como já foi referido, no caso do projeto ao qual se dedica este relatório, o seu objetivo principal era centrado na redução do desperdício existente num dos processos de fabrico existente na empresa em causa, mais propriamente o processo de corte de perfis. Em virtude disso, o conceito *Lean*, orientado para a eliminação do desperdício e aumento do rendimento e simplicidade dos processos, foi aplicado, tendo sido utilizados métodos e ferramentas que aspiram a uma melhoria contínua.

Inicialmente, não existia qualquer prática de melhoria contínua na empresa. Relativamente ao processo de corte de perfis, não existiam dados possíveis de utilizar para que se pudesse fazer uma caracterização da situação inicial, e, portanto, perceber quais os aspetos nos quais deveria estar o foco para uma melhoria no posto de trabalho. Posto isto, fez-se uma observação exaustiva da operação de corte de perfis, desde a procura da matéria-prima necessária à produção, até à obtenção do produto intermédio resultante desta operação, contabilizando-se o tempo implicado a todas as fases. Foram detetadas fontes de desperdício, para as quais foram pensadas e planeadas ações que visavam a sua redução.

Das onze medidas de melhoria planeadas, oito tiveram a sua implementação finalizada. Os resultados provenientes destas implementações foram essencialmente em forma de benefícios. Uma comparação entre a situação inicial e a situação final, em termos de valores numéricos, apenas foi possível fazer com uma das medidas implementadas, com a qual houve uma redução do tempo de afinação da medida de corte. A redução foi de cerca de 50 %, que resultou num decréscimo de custo também de cerca de 50% por afinação. Contudo, a perspectiva, é que a longo prazo, também os benefícios se reflitam em números.

5.2 Limitações

Ao longo do projeto foram aparecendo algumas limitações. O tempo de resposta por parte dos superiores foi uma delas. Para a implementação da medida do contador, era necessária a

Conclusão

aceitação dos superiores para a sua compra. Esta resposta foi demorada, e no fim, acabou por ser rejeitada. A medida sugerida depois pelos superiores, ao invés da planeada, exigia um esforço acrescido para o qual já não havia tempo.

Outra limitação ao desenvolvimento do projeto foi a falta de espaço no chão de fábrica. Este influenciava o processo de corte de perfis pois, a matéria-prima ocupava muitas vezes a área de trabalho dedicada à operação, não havia lugar para colocar recursos de suporte às operações, como os contentores, e o produto intermédio também não tinha locais indicados, acumulando-se muitas vezes no espaço de trabalho.

Além disso, outra limitação foi o facto do processo de corte de perfis não ser um processo contínuo. Este é um processo que pode estar cerca de uma semana sem ser efetuado, o que dificultou o apuramento de dados.

Para terminar, a falta de envolvimento dos operadores no projeto acabou por ser também uma limitação. Quando os operadores não estavam a trabalhar na operação de corte de perfis, estavam a trabalhar numa outra operação para a qual tivessem competência. Assim, o envolvimento dos operadores esteve condicionado.

5.3 Trabalho Futuro

Das medidas de melhoria planeadas nem todas foram implementadas. Assim, futuramente, deverão ser postas em prática com vista ao sucesso da empresa.

Tendo em conta o conhecimento que se obteve acerca do processo de corte de perfis, existem algumas medidas que poderão trazer benefícios ao serem aplicadas. No caso de serem implementadas, poderiam trazer melhorias não só a nível do processo de corte de perfis, como para outros processos existentes na empresa. Quando existirem condições para tal, sugere-se a implementação das seguintes ações:

- Reorganização da matéria-prima.
- Sistema de contagem automática dos perfis, tal como sugerido por superiores.
- Colocação de *kits* de limpeza em locais estratégicos do chão de fábrica.

Referências bibliográficas

- Ahmed, S., & Chowdhury, M. S. I. (2018). View of Increase the Efficiency and Productivity of Sewing Section through Low Performing Operators Improvement by using Eight Wastes of Lean Methodology. *Global Journal of Researches in Engineering: J General Engineering*, 18(2), 42–60. <https://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/view/1744/1675>
- Alvarado-ramírez, K. M., Pumisacho-Álvaro, V. H., Miguel-Davila, J. Á., & Barraza, M. F. S. (2018). *Kaizen , a continuous improvement practice in organizations*. 30(4), 255–268. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2017-0085>
- Arya, A. K., & Jain, S. K. (2014). Impacts of kaizen in a small-scale industry of India: A case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 22–44. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2013-0019>
- Behr, A., Moro, E. L. da S., & Estabel, L. B. (2008). School library management: Methodologies, focus and application of management tools and library services. *Ciencia Da Informacao*, 37(2), 32–42. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652008000200003>
- Bi, Z., & Wang, X. (2020). Computer Aided Design and Manufacturing. *Computer Aided Design and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1002/9781119667889>
- Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J. (2016). Ishikawa Cause and Effect Diagrams Using Capture Recapture Techniques. *Quality Technology & Quantitative Management*, 9(2), 137–152. <https://doi.org/10.1080/16843703.2012.11673282>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2017). Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1546–1565. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.126>
- Carnerud, D., & Jaca, C. (2018). *Kaizen and continuous improvement – trends and patterns over 30 years*. 30(4), 371–390. <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2018-0037>
- Cassell, C., & Symon, G. (2004). *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research* (1th ed.). SAGE Publications Ltd.
- Chandrayan, B., Solanki, A. K., & Sharma, R. (2019). Study of 5S lean technique : a review paper Bhavesh Chandrayan *, Ankit Kumar Solanki and Richa Sharma. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 26(4), 469–491.
- Chay, T. F., Xu, Y. C., Tiwari, A., & Chay, F. S. (2015). Towards lean transformation: The analysis of lean implementation frameworks. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 1031–1052. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2013-0143>
- Chiarini, A., Baccarani, C., & Mascherpa, V. (2018). Lean production, Toyota Production System

- and Kaizen philosophy: A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism. *TQM Journal*, 30(4), 425–438. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0178>
- Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). *The case study approach*. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100>
- Dixit, A., Routroy, S., & Dubey, S. K. (2021). Analyzing the operational barriers of government-supported healthcare supply chain. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2020-0493>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management , performance management and continuous improvement A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Echevarria-Cahuas, J., Quispe-Huapaya, M., Ramirez-Valdivia, C., Raymundo, C., & Rivera, L. (2020). HIRAC-Based Risk Management Model with POKA–YOKE and TPM Continuity to Control and Mitigate Emergency Scenarios in Hydrocarbon Sector Operations. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1131, 780–786. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_119
- Faccio, M., Ferrari, E., Gamberi, M., & Pilati, F. (2019). Human Factor Analyser for work measurement of manual manufacturing and assembly processes. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 103(1–4), 861–877. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03570-z>
- Fofan, A. C., Oliveira, L. A. B. de, Melo, F. J. C. de, Jerônimo, T. de B., & Medeiros, D. D. de. (2019). An Integrated Methodology Using PROMETHEE and Kano's Model to Rank Strategic Decisions. *Engineering Management Journal*, 31(4), 270–283. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1655351>
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). The Toyota Way model: An alternative framework for lean construction. *Total Quality Management and Business Excellence*, 25(5–6), 664–682. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.820022>
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Gawdzińska, K. (2011). Application of the Pareto chart and Ishikawa diagram for the identification of major defects in metal composite castings. *Archives of Foundry Engineering*, 11(2), 22–28.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 73–88. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2013-0047>
- Habidin, N. F., Hashim, S., Fuzi, N. M., & Salleh, M. I. (2018). Total productive maintenance,

- kaizen event, and performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(9), 1853–1867. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations management : sustainability and supply chain management* (G. edition 11th ed (ed.)). Essex : Pearson Education, cop. 2014.
- Hlaoittinun, O., Bonjour, E., & Dulmet, M. (2008). International Journal of Management Science and Engineering Management A multidisciplinary team building method based on competency modelling in design project management A multidisciplinary team building method based on competency modelling in design project management A multidisciplinary team building method based on competency modelling in design project management. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 3(3), 163–175. <https://doi.org/10.1080/17509653.2008.10671044>
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Holanda, F. L. de, Marra, C. C., & Cunha, I. C. K. O. (2014). Construção da Matriz de Competência Profissional do enfermeiro em emergências. *Acta Paulista de Enfermagem*, 27(4), 373–379. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201400062>
- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., & Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively ? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1755–1770. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848482>
- Johri, A. (2014). Competency Mapping as a Strategic HR Tool in Manufacturing Industry: An Empirical Study. *IUP Journal of Management Research*, 13(3), 7.
- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169–196. <https://doi.org/10.1108/14637151311294912>
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). *People Pillars : Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Recall Crisis*. July 2016. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Kholif, A. M., Abou, D. S., Hassan, E., Khorshid, M. A., Elsherpieny, E. A., Olurotimi, |, & Olafadehan, A. (2018). Implementation of model for improvement (PDCA-cycle) in dairy laboratories. *Journal of Food Safety*, 38(3), 1–6. <https://doi.org/10.1111/jfs.12451>
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125386. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.125386>
- Ko, C.-H., Wang, W.-C., & Kuo, J.-D. (2011). Improving Formwork Engineering Using the Toyota Way. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 1(1), 13–27.

- <https://doi.org/10.32738/jeppm.201107.0003>
- Krafick, F. J. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–52.
- Kuruba, M. (2019). Role Competency Matrix. In *Role Competency Matrix*.
<https://doi.org/10.1007/978-981-13-7972-7>
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698. <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Liff, S., & Posey, P. A. (2004). *Seeing is believing : how the new art of visual management can boost performance throughout your organization*. AMACOM.
- Liker, J. K. (2004). *The toyota way*. McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment Related content A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Lopes Silva, D. A., Delai, I., De Castro, M. A. S., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2012.10.026>
- Macpherson, W. G., Lockhart, J. C., Kavan, H., & Iaquinto, A. L. (2017). Kaizen: a Japanese philosophy and system for business excellence Article information. *Journal of Business Strategy*, 36(5), 3–9. <https://doi.org/10.1108/JBS-07-2014-0083>
- Magar, V. M., & Shinde, V. B. (2014). Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2(4), 364–371. www.ijergs.org
- Mendes, J. V., Oliveira, G. R., & Campos, L. M. D. S. (2019). The G-Index: a sustainability reporting assessment tool. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(5), 428–438. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1589595>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Nagyova, A., Palko, M., & Pacaiova, H. (2015). ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF NONCONFORMING PRODUCTS BY 5W2H METHOD. *9th International Quality Conference*, 33–42.

- Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(18), 1–15. <https://doi.org/10.3390/APP10186332>
- Ohno, T. (1982). How the Toyota Production System was Created. *Japanese Economic Studies*, 10(4), 83–101. <https://doi.org/10.2753/jes1097-203x100483>
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>
- Panwar, A., Jain, R., Rathore, A. P. S., Nepal, B., & Lyons, A. C. (2018). The impact of lean practices on operational performance—an empirical investigation of Indian process industries. *Production Planning and Control*, 29(2), 158–169. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1397788>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). *Reconfigurable Standardized Work in a Lean company - a case study*. 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Pötters, P., Schmitt, R., & Leyendecker, B. (2018). Effectivity of quality methods used on the shop floor of a serial production – how important is Poka Yoke? <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1488559>, 29(9–10), 1200–1212. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1488559>
- Puvanasvaran, A. P., Jamibollah, N., & Norazlin, N. (2014). INTEGRATION OF POKA YOKE INTO PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS: A CASE STUDY. *American Journal of Applied Sciences*, 11(8), 1332–1342. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.1332.1342>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2018). Empirical investigation of contributions of 5S practice for realizing improved competitive dimensions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(3), 779–810. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2016-0163>
- Rashid, Y., Rashid, A., Warraich, M. A., Sabir, S. S., & Waseem, A. (2019). Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business Researchers: <https://doi.org/10.1177/1609406919862424>, 18. <https://doi.org/10.1177/1609406919862424>
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study. *Applied Sciences* 2018, Vol. 8, Page 2181, 8(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/APP8112181>
- Relvas, C. (2017). *Design & Engenharia: da ideia ao produto* (PUBLINDUSTRIA (ed.)).
- Rodgers, M., & Oppenheim, R. (2019). Ishikawa diagrams and Bayesian belief networks for continuous improvement applications. *The TQM Journal*, 31(3), 294–318. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2018-0184>

- Sadikoglu, E. (2007). Integration of work measurement and Total Quality Management Esin Sadikoglu Integration of Work Measurement and Total Quality Management. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16(5), 597–605.
<https://doi.org/10.1080/14783360500077518>
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358–366.
<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2012.04.001>
- Shang, G., & Sui Pheng, L. (2012). The adoption of Toyota Way principles in large Chinese construction firms. *Journal of Technology Management in China*, 7(3), 291–316.
<https://doi.org/10.1108/17468771311325185>
- Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324–338. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.03.033>
- Simanová, L., & Gejdoš, P. (2015). The Use of Statistical Quality Control Tools to Quality Improving in the Furniture Business. *Procedia Economics and Finance*, 34, 276–283.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01630-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01630-5)
- Sisson, J., & Elshennawy, A. (2015). Achieving success with Lean ; An analysis of key factors in Lean transformation at Toyota and beyond. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(3), 263–280. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2014-0024>
- Smith, H. H., & Smarkusky, D. L. (2005). Competency matrices for peer assessment of individuals in team projects. *Proceedings of the 6th Conference on Information Technology Education, SIGITE 2005*, 155–162. <https://doi.org/10.1145/1095714.1095751>
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality Improvement Methodologies-PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS Industrial management and organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476–483.
www.journalamme.org
- Staats, B. R., James, D., & Upton, D. M. (2011). Lean principles , learning , and knowledge work : Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29(5), 376–390. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.005>
- Starman, A. B. (2013). The case study as a type of qualitative research. *JOURNAL OF CONTEMPORARY EDUCATIONAL STUDIES*, 1, 28–43.
<https://www.researchgate.net/publication/265682891>
- Stevenson, W. J. (2014). *Operations Management*. McGraw-Hill Education.
- Stratoudakis, Y., Azevedo, M., Farias, I., Macedo, C., Moura, T., Pólvora, M. J., Rosa, C., & Figueiredo, I. (2015). Benchmarking for data-limited fishery systems to support collaborative focus on solutions. *Fisheries Research*, 171, 122–129.

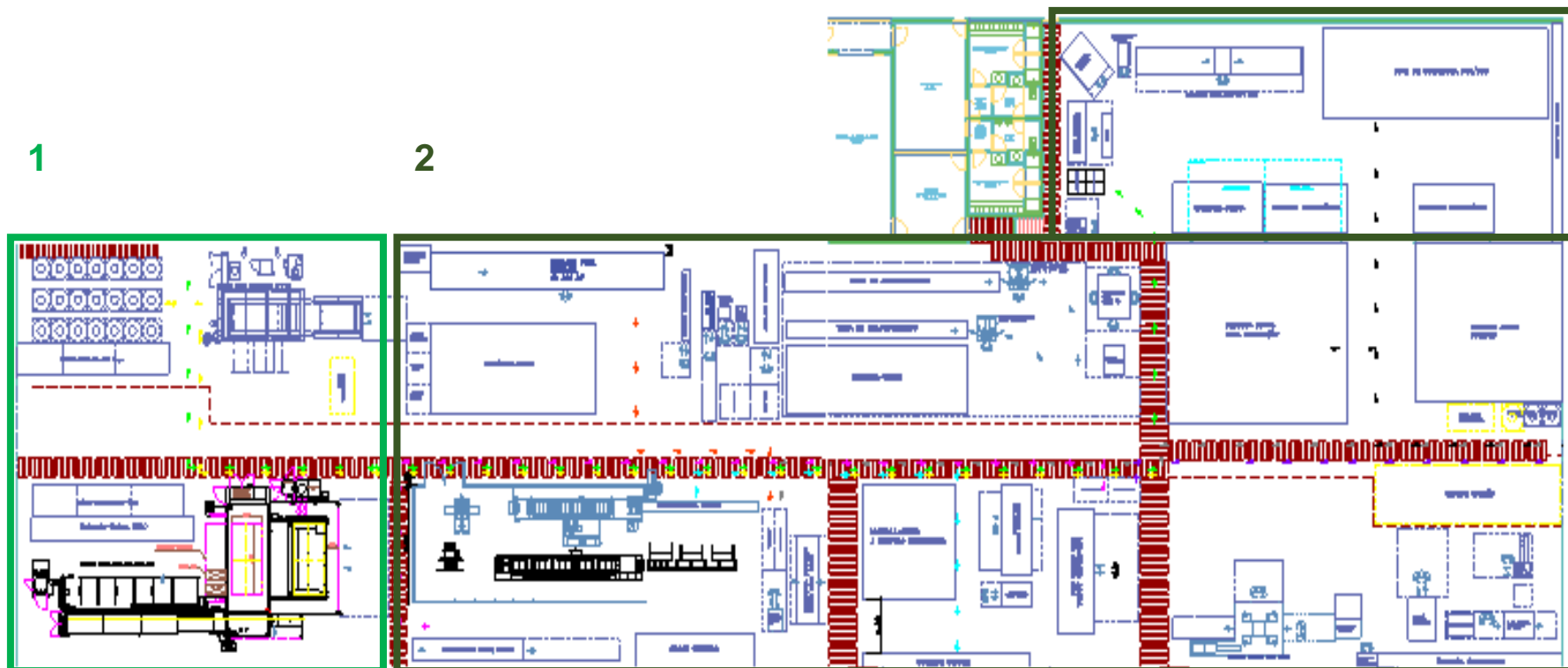
<https://doi.org/10.1016/J.FISHRES.2014.10.001>

- Suárez-Barraza, M. F., Ramis-Pujol, J., & Kerbache, L. (2011). Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(4), 288–308. <https://doi.org/10.1108/20401461111189407>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Sutharsan, S. M., Mohan Prasad, M., & Vijay, S. (2020). Productivity enhancement and waste management through lean philosophy in Indian manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 2981–2985. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.976>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (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>
- Thomas Pullan, T., Bhasi, M., & Madhu, G. (2013). Production Planning & Control The Management of Operations Decision support tool for lean product and process development Decision support tool for lean product and process development. *Production Planning & Control*, 24(6), 449–464. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.633374>
- Thun, J., Drüke, M., & Grübner, A. (2010). *Empowering Kanban through TPS-principles – an empirical analysis of the Toyota Production System*. 7543. <https://doi.org/10.1080/00207540903436695>
- Thürer, M., Tomašević, I., & Stevenson, M. (2017). On the meaning of 'Waste': review and definition. *Production Planning and Control*, 28(3), 244–255. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1264640>
- Towill, D. R. (2010). Industrial engineering the Toyota Production System. *Journal of Management History*, 16(3), 327–345. <https://doi.org/10.1108/17511341011051234>
- Uddin, M., Rahman Tanchi, K., & Alam, M. (2012). Competency Mapping: A Tool for HR Excellence. *European Journal of Business and Management Wwww.liste.Org ISSN*, 4(5). www.iiste.org
- Xiong, G., Shang, X., Xiong, G., & Nyberg, T. R. (2019). A kind of lean approach for removing wastes from non-manufacturing process with various facilities. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 6(1), 307–315. <https://doi.org/10.1109/JAS.2019.1911351>
- Xu, Z., & Dang, Y. (2020). Automated digital cause-and-effect diagrams to assist causal analysis in problem-solving: a data-driven approach. *International Journal of Production Research*, 58(17), 5359–5379. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1727043>
- Yadav, O. P., Nepal, B. P., Rahaman, M. M., & Lal, V. (2017). Lean Implementation and

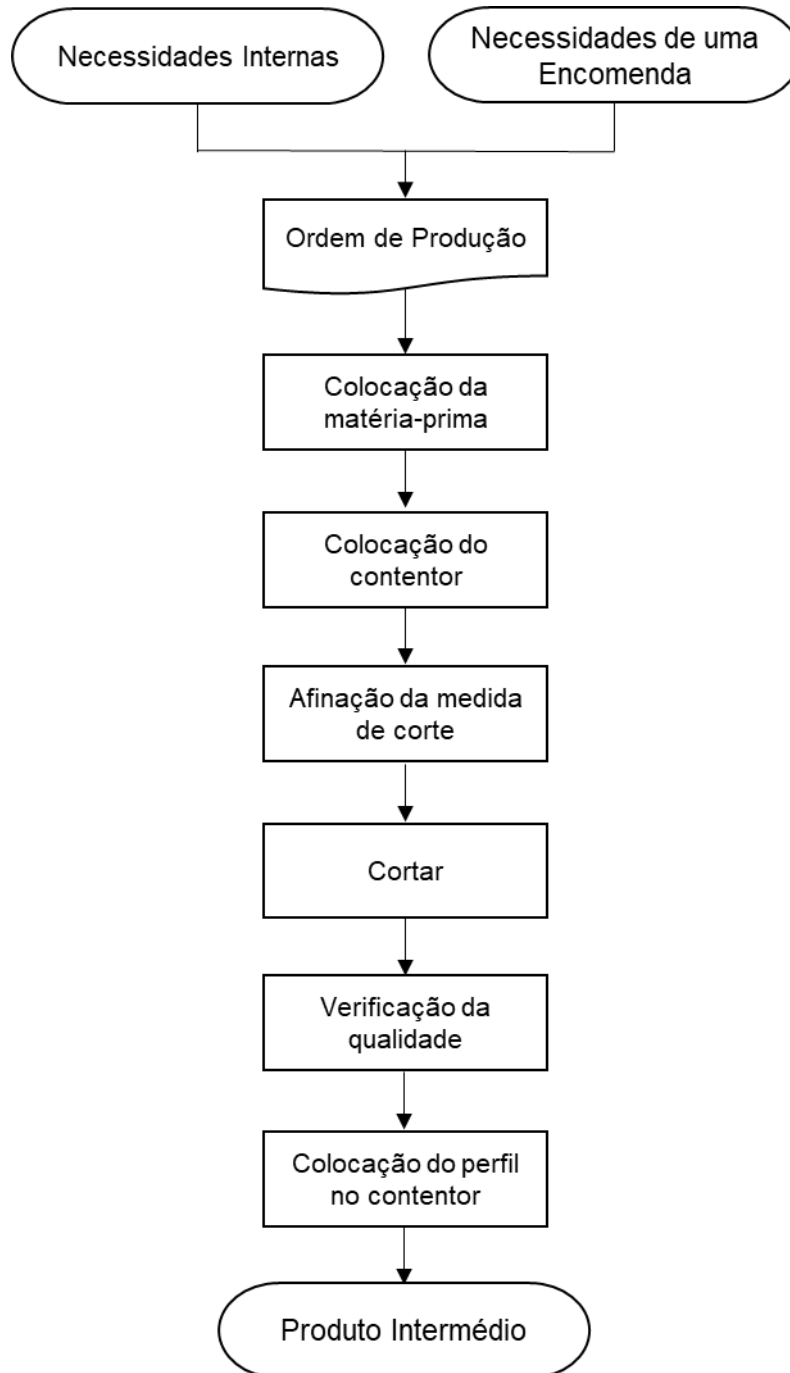
- Organizational Transformation: A Literature Review. *EMJ - Engineering Management Journal*, 29(1), 2–16. <https://doi.org/10.1080/10429247.2016.1263914>
- Yang, C. C., & Yang, K. J. (2013). An integrated model of the toyota production system with total quality management and people factors. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 23(5), 450–461. <https://doi.org/10.1002/hfm.20335>
- Ye, X., Liu, H., Chen, L., Chen, Z., Pan, X., & Zhang, S. (2008). Reverse innovative design — an integrated product design methodology. *Computer-Aided Design*, 40(7), 812–827. <https://doi.org/10.1016/J.CAD.2007.07.006>
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 848–861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>
- Yusoff, N., Jaffar, A., Abbas, N. M., & Saad, N. H. (2012). Work Measurement for Process Improvement in the Car Seat Polyurethane Injection Manufacturing Line. *Procedia Engineering*, 41, 1800–1805. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2012.07.386>
- Zhang, A. (2014). Quality improvement through Poka-Yoke: from engineering design to information system design. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 8(2), 147–159.

Anexos

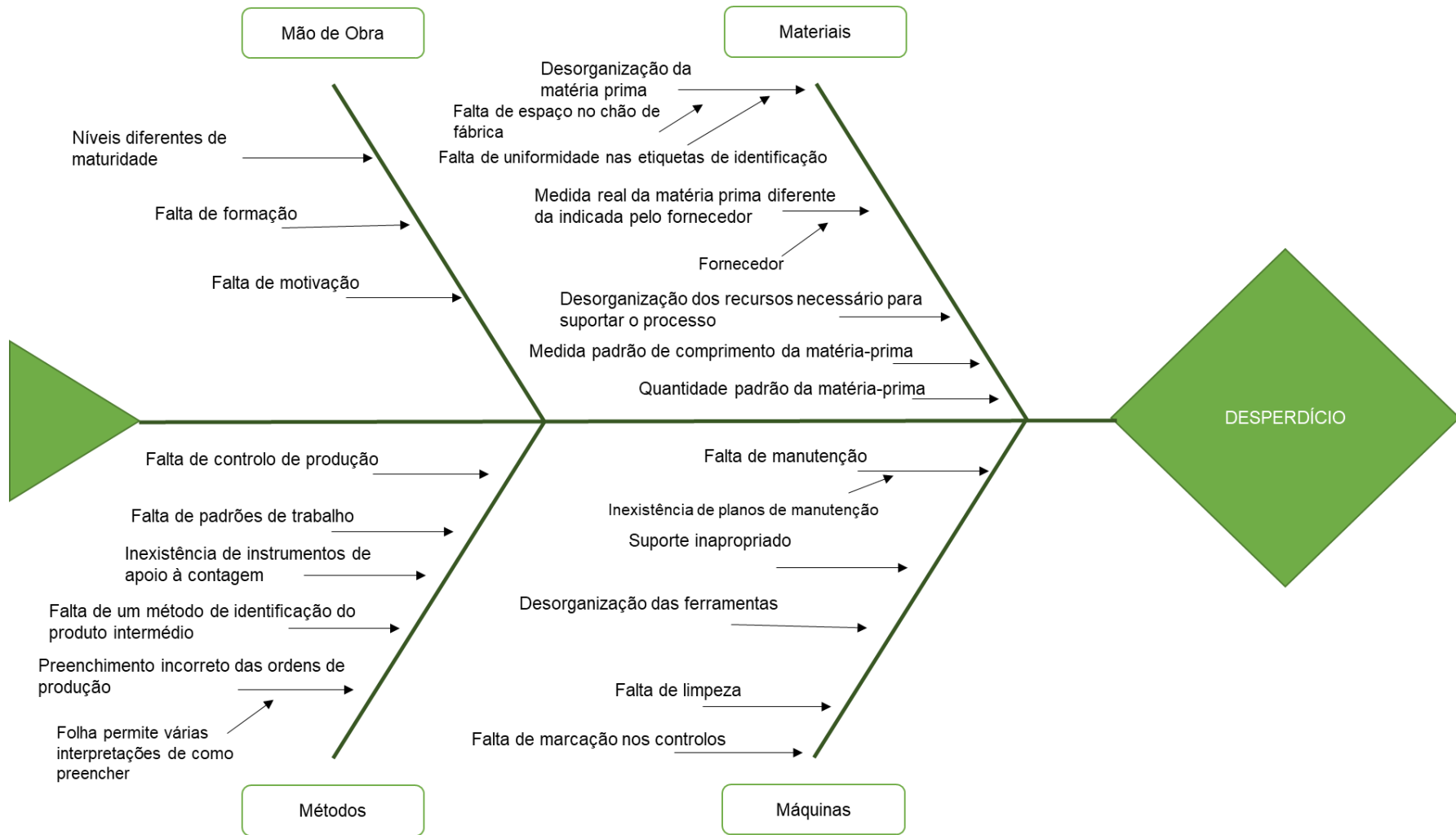
Anexo A – Layout do chão de fábrica



Anexo B – Fluxograma da operação de corte de perfis



Anexo C – Diagrama de Ishikawa




Anexo D - Plano de manutenção resumo

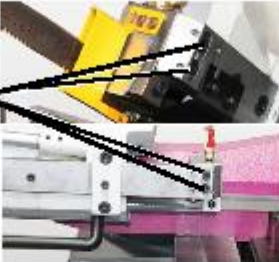
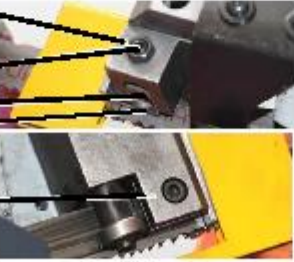
MANUTENÇÃO PREVENTIVA – SERROTE DE FITA OPTIMUM

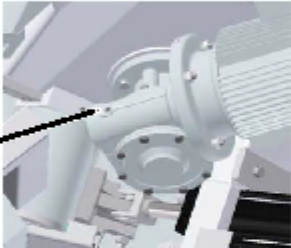

PERIODICIDADE	AÇÕES	MEDIDAS A TOMAR (quando necessário)
Diária	1. Verificar a fita de serra.	Mudar a fita de serra. Ajustar a pressão do arco do serrote. Ajustar a tensão da fita de serra e a posição da fita de serra nas polias.
	2. Verificar se o sistema de refrigeração está limpo e a concentração do agente refrigerante.	Substituir o agente refrigerante.
	3. Verificar se a guia lateral está completa e a fita corre suavemente.	
	4. Verificar a função de comando.	
	5. Verificar se o serrote e a bomba continuam a trabalhar depois de cortar ou se o serrote e a bomba param antes de terminar o corte.	Ajustar os interruptores de fim de curso.
Semanal	1. Verificar o funcionamento do sistema hidráulico.	Ajustar nível de óleo e pressão de trabalho.
	2. Verificar o funcionamento da escova de limpeza.	
	3. Limpar o reservatório do refrigerante e verificar o estado do filtro.	
	4. Limpar escova da fita de serra.	
Mensal	1. Lubrificar o veio da prensa.	
A cada 6 meses	1. Ajustar, reajustar e verificar a guia superior da fita de serra.	
	2. Ajustar, reajustar e verificar a guia lateral da fita de serra.	
	3. Mudança de óleo.	

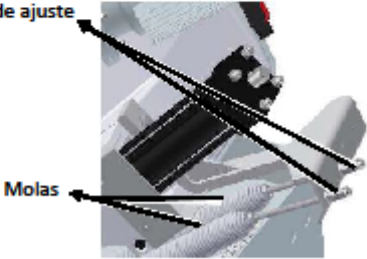
Anexo E – Plano de manutenção completo




PLANO DE MANUTENÇÃO




Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
Diária	Serrote	Inspeção Visual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar a fita de serra.¹ 2. Verificar se o sistema de refrigeração está limpo e a concentração do agente refrigerante.² 3. Verificar se a guia lateral está completa e a fita corre suavemente. 4. Verificar a função de comando. 5. Verificar os switches fim de curso.³
Semanal	Serrote	Inspeção Visual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar o funcionamento do sistema hidráulico.⁴ 2. Verificar o funcionamento da escova de limpeza. 3. Limpar o reservatório do refrigerante e verificar o estado do filtro.
	Guia da fita de serra	Limpar escova da fita de serra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpar a escova de limpeza da fita de serra com uma escova de arame. 
Mensal	Prensa	Lubrificar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubrificar o veio da prensa.



Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
A cada 6 meses	Guia Superior da Fita de Serra	Ajustar Reajustar Verificar	<p>⚠ A fita de serra tem de estar em tensão durante o reajuste.</p> <ol style="list-style-type: none"> Desapertar os 4 parafusos de forma a poder ajustar a altura com a chave de ajuste. A parte traseira da fita de serra deve tocar ligeiramente o rolamento guia superior.  <p>Parafusos de aperto</p>
	Guia da Fita de Serra Lateral		<p>⚠ A fita de serra tem de estar em tensão durante o reajuste.</p> <ol style="list-style-type: none"> Soltar os parafusos da placa guia de metal duro para ajustar a folga lateral. Reajustar a placa com o parafuso de ajuste. Reapertar a contraporca após o ajuste. Reapertar os parafusos. Proceder do mesmo modo para ajustar a guia à esquerda.  <p>Contraporca Parafuso de ajuste Parafuso de fixação Parafuso metal duro</p>

Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
A cada 6 meses	Redutora	Mudança de óleo	<p>⚠ Pôr o serrote a funcionar durante uns minutos antes de começar a mudar o óleo. O óleo aquece e sai mais facilmente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar o arco por completo. 2. Remover a tampa do orifício de entrada do óleo no fundo da redutora. Usar uma aparadeira adequada para recolher o óleo na totalidade. 3. Abrir a tampa do filtro de combustível para uma melhor ventilação. 4. Encher com o novo óleo com o arco completamente em baixo com 1,5 litros.  <p>Orifício de enchimento</p>
Sempre que necessário	Bloco de Rolamentos do Serrote	Ajustar o fim de curso mecânico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar a posição do fim de curso do arco do serrote com o parafuso. 2. Fixar a posição apertando a contraporca. Este deve posicionar-se abaixo da base de suporte da prensa.  <p>Parafuso de ajuste mecânico da posição final</p>

Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
Sempre que necessário	1) Arco do Serrote	Mudar a fita de serra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar o arco do serrote cerca de meia altura e fechar a válvula de descida. 2. Rodar o arco para a direita. 3. Desligar o equipamento no interruptor principal e trancar com um aloquete. 4. Abrir a tampa de proteção do arco e da guia da fita de serra. 5. Retirar a tensão à fita de serra rodando o volante no sentido contrário dos ponteiros do relógio. 6. Remover a fita da polia esquerda depois da polia monitorizada. 7. Limpar a superfície onde corre a fita de serra. 8. Proceder de forma inversa para instalar a nova fita de serra. 9. Certificar se a nova fita está colocada de forma correta nas polias e na guia. 10. Aplicar tensão na fita de serra. 11. Se necessário, reajustar a guia da fita de serra. 12. Fechar a tampa de proteção do arco. 13. Fazer um ensaio ao funcionamento da fita de serra. 14. Instalar as proteções removidas.
		Ajustar a pressão do arco do serrote	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar o arco por completo. 2. Se necessário, corrigir a pressão das molas rodando os parafusos de ajuste. 3. Rodar os parafusos 2 ou 3 vezes para a direita de forma a fixar a mola. 4. Reapertar a contraporca. <div style="text-align: center;">  </div>

Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
Sempre que necessário	1) Arco do Serrote	Ajustar a tensão da fita de serra e a posição da fita de serra nas polias	<p>1. Rodar o volante no sentido dos ponteiros do relógio para aumentar a tensão da fita da serra.</p>  <p>Parafuso de fixação da posição da polia</p> <p>2. A fita de serra está na tensão correta quando coincide com a escala: 1500 N/cm² e 2200 N/cm² para fitas de serra standard. 1700 N/cm² até 2400 N/cm² para fitas de serra bimetal.</p>  <p>Escala</p> <p>Manómetro</p> <p>3. A fita deve encostar na ombreira da polia ao rolar. 4. Utilizar o parafuso de fixação da posição da polia por forma a ajustar a posição da mesma no caso de a fita de serra não encostar ou não couber na ombreira da polia.</p>  <p>Ombreira</p> <p>Fita de serra</p> <p>Polia</p>

Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
Sempre que necessário	²⁾ Reservatório de Refrigerante	Substituir o agente refrigerante	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao usar agentes que deixem resíduos, a bomba tem de ser lavada. 2. Bombear o agente usado para uma aparadeira adequada através do furo de drenagem. 3. Encher com o novo agente refrigerante. A capacidade max. Equivale a aproximadamente 35 litros.  <p>Furo de drenagem</p>
	³⁾ Interruptores de fim de curso	Ajustar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontar a proteção dos switches de fim de curso.  <p>Capa de proteção</p> 2. Rodar o parafuso do ativador de fim de curso para a esquerda ou direita, para que o fim do corte ative o fim de curso. Apertar novamente a contraporca.  <p>Interruptores de fim de curso Ativador de fim de curso ajustável</p> 3. Verificar o fim de curso do arco. A posição final do arco tem de corresponder ao desligar do fim de curso. 4. Montar a tampa de proteção dos switches de fim de curso.

Periodicidade	Onde?	O quê?	Como?
Sempre que necessário	4) Sistema Hidráulico	Ajustar nível de óleo e pressão de trabalho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encher com o novo óleo hidráulico, sempre com atenção na escala lateral para controlar a quantidade de óleo.  <ol style="list-style-type: none"> 2. Respeitar os valores mínimo e máximo da escala. 3. Verificar a pressão de trabalho. Se necessário, ajustar com o parafuso e fixar a posição com a contraporca. Escala Ideal – 1000 N/cm² e 1500 N/cm². 

Anexo F - Calendário de manutenção preventiva

Calendário de Manutenção 2021 - Serrote de Fita OPTIMUM

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1 S	1 S	1 S	1 Q	1 S	1 T	1 Q	1 D	1 Q	1 S	1 S	1 Q
2 S	2 T	2 T	2 S	2 D	2 Q	2 S	2 S	2 Q	2 S	2 T	2 Q
3 D	3 Q	3 Q	3 S	3 S	3 Q	3 S	3 T	3 S	3 D	3 Q	3 S
4 S	4 Q	4 Q	4 D	4 T	4 S	4 D	4 Q	4 S	4 S	4 Q	4 S
5 T	5 S	5 S	5 S	5 Q	5 S	5 S	5 Q	5 D	5 T	5 S	5 D
6 Q	6 S	6 S	6 T	6 Q	6 D	6 T	6 S	6 S	6 Q	6 S	6 S
7 Q	7 D	7 D	7 Q	7 S	7 S	7 Q	7 S	7 T	7 Q	7 D	7 T
8 S	8 S	8 S	8 Q	8 S	8 T	8 Q	8 D	8 Q	8 S	8 S	8 Q
9 S	9 T	9 T	9 S	9 D	9 Q	9 S	9 S	9 Q	9 S	9 T	9 Q
10 D	10 Q	10 Q	10 S	10 S	10 Q	10 S	10 T	10 S	10 D	10 Q	10 S
11 S	11 Q	11 Q	11 D	11 T	11 S	11 D	11 Q	11 S	11 S	11 Q	11 S
12 T	12 S	12 S	12 S	12 Q	12 S	12 S	12 Q	12 D	12 T	12 S	12 D
13 Q	13 S	13 S	13 T	13 Q	13 D	13 T	13 S	13 S	13 Q	13 S	13 S
14 Q	14 D	14 D	14 Q	14 S	14 S	14 Q	14 S	14 T	14 Q	14 D	14 T
15 S	15 S	15 S	15 Q	15 S	15 T	15 Q	15 D	15 Q	15 S	15 S	15 Q
16 S	16 T	16 T	16 S	16 D	16 Q	16 S	16 S	16 Q	16 S	16 T	16 Q
17 D	17 Q	17 Q	17 S	17 S	17 Q	17 S	17 T	17 S	17 D	17 Q	17 S
18 S	18 Q	18 Q	18 D	18 T	18 S	18 D	18 Q	18 S	18 S	18 Q	18 S
19 T	19 S	19 S	19 S	19 Q	19 S	19 S	19 Q	19 D	19 T	19 S	19 D
20 Q	20 S	20 S	20 T	20 Q	20 D	20 T	20 S	20 S	20 Q	20 S	20 S
21 Q	21 D	21 D	21 Q	21 S	21 S	21 Q	21 S	21 T	21 Q	21 D	21 T
22 S	22 S	22 S	22 Q	22 S	22 T	22 Q	22 D	22 Q	22 S	22 S	22 Q
23 S	23 T	23 T	23 S	23 D	23 Q	23 S	23 S	23 Q	23 S	23 T	23 Q
24 D	24 Q	24 Q	24 S	24 S	24 Q	24 S	24 T	24 S	24 D	24 Q	24 S
25 S	25 Q	25 Q	25 D	25 T	25 S	25 D	25 Q	25 S	25 S	25 Q	25 S
26 T	26 S	26 S	26 S	26 Q	26 S	26 S	26 Q	26 D	26 T	26 S	26 D
27 Q	27 S	27 S	27 T	27 Q	27 D	27 T	27 S	27 S	27 Q	27 S	27 S
28 Q	28 D	28 D	28 Q	28 S	28 S	28 Q	28 S	28 T	28 Q	28 D	28 T
29 S		29 S	29 Q	29 S	29 T	29 Q	29 D	29 Q	29 S	29 S	29 Q
30 S		30 T	30 S	30 D	30 Q	30 S	30 S	30 Q	30 S	30 T	30 Q
31 D		31 Q		31 S		31 S	31 T		31 D		31 S

MANUTENÇÃO MENSAL

MANUTENÇÃO SEMESTRAL

MARCAÇÃO DE ZONAS



Contentores e/ou outros elementos necessários à tarefa.



Produto Intermédio (Travações)



Carrinho (Sucata)



Carrinho (Madeira)

ESPAÇO DE TRABALHO

LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE SUPORTE À TAREFA



APRESENTAÇÃO DO ESPAÇO DE TRABALHO



Anexo I – Ferramenta 5S (auditoria)

AUDITORIA 5S - LISTA DE VERIFICAÇÃO

ÁREA AVALIADA	Serrote OPTIMUM	AUDITORES				DATA				
CLASSIFICAÇÃO	4 - Muito Bom 3 - Bom 2 - Médio 1- Mau 0 - Muito Mau									
CRITÉRIOS						CLASSIFICAÇÃO				
Nº	Descrição	4	3	2	1	0				
1	Não existem materiais nem ferramentas desnecessárias na área de trabalho.									
2	Não existem materiais nem equipamentos avariados ou pouco utilizados na área de trabalho.									
3	Não existem stocks excedentários.									
4	Não existe informação desnecessária ou falta de informação relacionada com a área de trabalho.									
5	Todos os elementos alocados à área de trabalho encontram-se devidamente identificados.									
6	Todos os elementos alocados à área de trabalho encontram-se no local correto e na quantidade correta.									
7	As identificações estão legíveis.									
8	As marcações do chão de fábricas são respeitadas.									
9	A informação exposta encontra-se organizada.									
10	Não existe óleo, água, desperdícios ou outro tipo de lixo no chão.									
11	O equipamento e ferramentas estão limpos.									
12	Existem locais apropriados para cada elemento alocado à área de trabalho.									
13	Existem marcações no chão da área de de trabalho.									
14	São feitas auditorias com frequência.									
TOTAL										

Anexo K – Instrução de trabalho

INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Atividade	Corte de Perfis
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM
Material	Perfil Metálico
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia



	Etapas	Responsável	Verificação da Qualidade		Equipamento de Apoio	Documento
			Parâmetros	Frequência		
1	Colocar matéria prima no serrote.	Operador	---	---	Ponte	---
2	SETUP Colocar contentor apropriado no posto de trabalho.	Operador	---	---	Empilhador	OPL 1
3		Operador	---	---	---	---
4		Operador	---	---	---	OPL 2
5		Operador	---	---	---	OPL 3
6	Verificar a qualidade do corte.	Operador	Medida do Perfil Aparas	1 em 20	Fita Métrica	OPL 4
7	Colocar o perfil no contentor.	Operador	---	---	---	---

Anexo L - OPL

Anexo L.1 – OPL 1

ONE POINT LESSON 1

Atividade	Corte de Perfis
Etapa	Colocar contentor apropriado no posto de trabalho
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM
Material	Perfil Metálico
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia

Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria
-------------	---	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Até 750 mm



> 750 mm








Reaproveitamentos













ONE POINT LESSON 2








Atividade	Corte de Perfis			
Etapa	Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar			
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM			
Material	Perfil Metálico			
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia			
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria

- Levantar o arco do serrote.
 
- Fechar a válvula de descida.
 
- Girar a alavanca de fixação para a esquerda para deslocar a prensa para a frente e para trás.
 
- Colocar a peça na prensa de aperto rápido.
- Posicionar o mordente frontal a cerca de 4mm à frente da peça.
- Rodar a alavanca de fixação para a direita.
 
- Posicionar o mordente frontal a cerca de 2mm da peça com auxílio do volante.
- Fechar o cilindro hidráulico da prensa.
 







ONE POINT LESSON 3

Atividade	Corte de Perfis			
Etapa	Efetuar o corte			
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM			
Material	Perfil Metálico			
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia			
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria
Modo Manual (Espessuras > 5mm)				
<p>1. Ajustar e fixar a peça a cortar.</p> 		<p>5. Ativar a rotação da fita da serra.</p> 		
<p>2. Selecionar o modo "manual".</p> 		<p>6. Descer o arco de modo a cortar a peça até ao fim de curso.</p> 		
<p>3. Ligar a válvula de descida.</p> 		<p>7. Levantar o arco.</p> 		
<p>4. Descer o arco até uma distância mínima da peça a cortar.</p> 		<p>8. Desligar a válvula de descida.</p> 		
<p>5. Definir a velocidade da fita e de avanço.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fita</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Avanço</p> </div> </div>				



ONE POINT LESSON 3

Atividade	Corte de Perfis		
Etapa	Efetuar o corte		
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM		
Material	Perfil Metálico		
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia		
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema
		<input type="checkbox"/> Melhoria	
Modo Semiautomático			
<p>1. Ajustar e fixar a peça a cortar.</p>  <p>2. Selecionar o modo "semiautomático".</p>  <p>3. Ligar a válvula de descida.</p>  <p>4. Definir a velocidade da fita e de avanço.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fita</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Avanço</p> </div> </div>	<p>5. Descer o arco até uma distância mínima da peça a cortar.</p>  <p>6. Ativar a rotação da fita da serra.</p>  <p>7. Arco desce automaticamente e corta a peça até ao fim de curso.</p> <p>8. Arco regressa à posição inicial superior.</p>		

ONE POINT LESSON 4

Atividade	Corte de Perfis		
Etapa	Verificar a qualidade do corte		
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM		
Material	Perfil Metálico		
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia		
Tipo	<input type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input checked="" type="checkbox"/> Problema
			<input type="checkbox"/> Melhoria
  Aumentar a velocidade de avanço OU Reduzir a velocidade da fita de serra			
  Reduzir a velocidade de avanço E/OU Reduzir a velocidade da fita de serra			
 			

ONE POINT LESSON 5

Atividade	Corte de Perfis			
Etapa	Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar			
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM			
Material	Perfil Metálico			
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia			
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria
Corte Angular de 0° a +60°				
<p>1. Ajustar a alavanca de fixação para a esquerda para girar o arco da serra.</p> <p>2. Girar o arco para a posição de corte necessária, seguindo a escala presente no suporte do rolamento.</p>				
 <p>Alavanca de fixação</p> <p>Escala</p>				
<p>3. Fixar o ajuste puxando a alavanca de fixação para a direita.</p> <p>➡ Usar a parada da máquina para cortes de serra que variam entre 0° a +45°.</p> <p>➡ Para cortes de serra que variam de 0° a +60°, a parada da máquina (+45°) precisa ser desmontada.</p>				
 <p>+45°</p> <p>+60°</p>				

ONE POINT LESSON 5

Atividade	Corte de Perfis
Etapa	Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM
Material	Perfil Metálico
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia

Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria
-------------	---	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

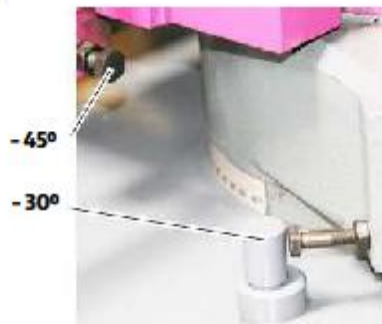
Corte Angular de 0° a -45°

1. Ajustar a alavanca de fixação para a esquerda para girar o arco da serra.
2. Mudar o torno completamente para a posição esquerda.

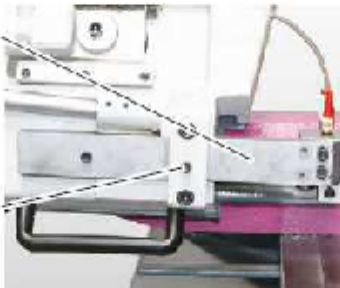


3. Fixar o ajuste puxando a alavanca de fixação para a direita.

- ➡ Usar a parada da máquina para cortes de serra que variam entre 0° a -30°.
- ➡ Para cortes de serra que variam de 0° a -45°, a parada da máquina (-30°) precisa ser desmontada.



ONE POINT LESSON 6

Atividade	Corte de Perfis			
Etapa	Ajustar e fixar a matéria-prima a cortar			
Equipamento	Serrote de Fita OPTIMUM			
Material	Perfil Metálico			
Mão-de-Obra	Operador - Serralharia			
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Problema	<input type="checkbox"/> Melhoria
Ajuste da Guia da Fita de Serra				
<p>A orientação da fita de serra deve ser alterada consoante o tamanho das peças a serem cortadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desapertar o parafuso de aperto. 2. Ajustar a guia da fita de serra perto da peça de trabalho, sem influenciar ou atrapalhar o procedimento de serragem. 3. Reapertar o parafuso de aperto. 				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Ajuste da guia da fita de serra</p> <p>Parafuso de aperto</p> </div>  </div>				

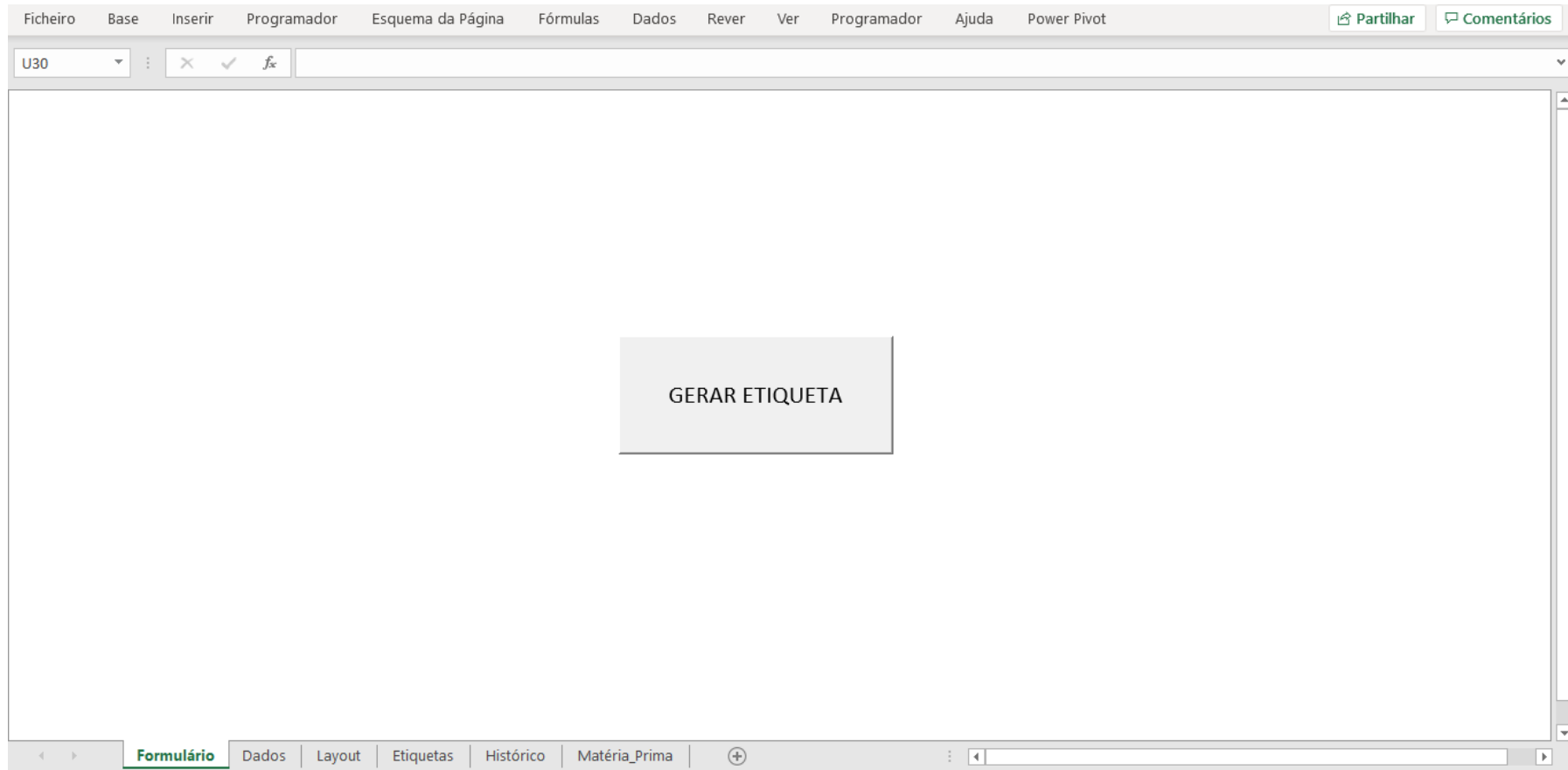
Anexo M – Matriz de competências

OPERADOR	MÁQUINA																															
	Balancé						Conificadora		Engenho de Furar		Fresadora		GEKA		Guilhotina		Arquear		Calandra		Dobrar											
	120 T		35T		45T		AMOB		---		---		---		---		AMOB		VLB		---		AMOB		DAVI		LOAR		VLB		DIPER	
Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	
A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
C	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
G	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
I	0	2	0	2	0	2	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	2	2	0	0	0	0	3	3	2	2	2	2	0	0	
J	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
K	0	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
L	0	1	0	1	0	1	1	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	
M	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
N	0	2	0	2	0	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3
O	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q	0	2	0	2	0	2	0	1	2	2	0	0	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	
R	0	2	0	2	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0	0	3	3	0	1	
S	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
T	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
PONTUAÇÃO TOTAL	3	27	3	27	3	27	13	28	14	29	4	4	14	19	15	15	6	8	2	2	4	6	7	9	7	21	6	10	5	5	3	5
PONTUAÇÃO TOTAL (%)	5%	45%	5%	45%	5%	45%	22%	47%	23%	48%	7%	7%	23%	32%	25%	25%	10%	13%	3%	3%	7%	10%	12%	15%	12%	35%	10%	17%	8%	8%	5%	8%
ESTADO DA OPERAÇÃO																																

Legenda	
0	Não tem conhecimento
1	Conhecimento limitado
2	Conhecimento autónomo
3	Conhecimento para fazer e ensinar

Perfiladora		Prensa				Quinadora		Rebarbadora		Serrote				Soldadura		Soldadura por Pontos		Tomo		Laser			PONTUAÇÃO TOTAL	PONTUAÇÃO TOTAL (%)			
GILDO		VLB		120T		OMERA 400T		ADIRA		--		FITA FAT		FITA OPTIMUM		--		--		--		--					
Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação	Execução	Preparação			Execução	Embalamento	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	13	8%
2	2	0	0	3	3	2	2	0	0	2	2	3	3	3	3	0	0	2	2	0	0	0	0	1	73	43%	
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	2	0	0	0	0	0	1	1	31	18%	
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	2	2	2	0	0	0	0	0	1	32	19%	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	11	6%	
3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	3	2	2	0	0	2	2	0	1	83	49%	
0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	0	0	2	2	0	0	0	1	37	22%	
0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	25	15%	
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	29	17%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
3	3	3	3	0	2	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	1	1	113	66%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	13	8%	
2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	49	29%	
2	2	0	0	0	2	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	3	3	1	1	1	110	64%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16	9%	
12	16	3	3	3	24	5	5	3	4	22	34	33	40	31	39	12	14	7	7	5	5	9	18	26			
20%	27%	5%	5%	5%	40%	8%	8%	5%	7%	37%	57%	55%	67%	52%	65%	20%	23%	12%	12%	8%	8%	15%	30%	43%			

Anexo N – Interface inicial do programa para gerar etiquetas



Anexo O – Formulário para gerar etiquetas

Gerar Etiqueta ×

Data de Recebimento: / /

	Código	Descrição
Matéria-Prima:	<input type="text"/>	
Quantidade:	<input type="text"/>	
Lote:	<input type="text"/>	
Documento Interno:	<input type="text"/> ▼	<input type="text"/>
Quantidade de Etiquetas:	<input type="text"/>	

Preencher Dados

Gerar Etiquetas

Imprimir