

**Análise de Processos – Implementação de  
Ferramentas Lean na Indústria de  
Polimentos de Metais  
Estudo de Caso**  
(Versão final após defesa)

**Tiago Rafael Mendes Saraiva**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia e Gestão Industrial**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos  
Coorientadora: Prof. Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima

**julho de 2021**



# **Dedicatória**

Quero dedicar esta dissertação aos meus pais, sem eles nada disso seria possível.



# Agradecimentos

A conclusão desta dissertação é a realização de mais uma fase da minha vida que me trouxe muitas aprendizagens e que me permitiu superar um novo desafio. Sozinho nunca seria possível, assim, não posso deixar de exprimir o meu reconhecimento e agradecimento a todos os que me apoiaram ao longo deste caminho.

Ao Prof. Doutor Fernando Santos agradeço por ter aceite o desafio de orientar este estudo, pela sua importante ajuda, disponibilidade, dedicação, orientação e opinião na concretização do presente trabalho.

À empresa Mepisurfaces pelo fornecimento da informação e liberdade cedida para a elaboração da dissertação. A todos os membros da empresa incluída no estudo de caso, ao coorientador de fábrica Eng. João Pinheiro, ao Eng. Vítor Carvalho e toda a equipa pela ajuda, amizade, disponibilidade e compreensão na realização deste trabalho.

Agradeço à minha família, em especial, aos meus pais que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, darem-me forças para continuar a lutar e persistir, porque sei que sem eles não estaria aqui neste momento. Ao meu irmão, que sempre me ouviu e esteve presente nos momentos fulcrais.

À Adriana Mendes, por ter sempre acreditado em mim, mesmo quando eu próprio duvidava. Agradeço-lhe o amor, a paciência, os conselhos, a ajuda, o carinho e a força que sempre me transmitiu. Foi das pessoas que sempre caminhou ao meu lado, me apoiou incondicionalmente, por ser o meu porto de abrigo e para isso não tenho palavras para agradecer.

À Margarida Ramos, Daniela Ribeiro e Diogo Coimbra, amigos de infância. A eles agradecer todos os momentos, brincadeiras, amor, e todo o incentivo que me deram por tantos anos e que continuarão a dar, sem dúvida que são amigos para toda a vida.

Agradeço aos meus amigos João Cruz, Hugo Antunes e Jorge Bernardo, que me acompanham há longos anos, pelos conselhos e força que me transmitiram. Amigos que posso contar para a vida e que estarão sempre ao meu lado.

Por último, gostaria também de deixar uma especial palavra de agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram e estiveram presentes nesta fase da minha vida.



## **Resumo**

Devido aos avanços tecnológicos, a um mercado cada vez mais competitivo e à maior exigência por parte dos clientes, as empresas sentem-se obrigadas a encontrar metodologias para melhorar os seus processos produtivos, tornando-os mais flexíveis, eficientes e eficazes, de modo a dar resposta às necessidades do mercado. A filosofia Lean permite dar resposta a essas necessidades, uma vez que permite apoiar em diversas ferramentas para analisar, detetar e eliminar desperdícios, contribuindo para a redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos.

Esta dissertação foi elaborada em ambiente industrial, numa empresa de polimentos de peças luxuosas, na Mepisurfaces. Tem como objetivo monitorizar todo o processo produtivo da linha das braceletes, com o intuito de analisar e identificar possíveis meios de melhoria, de modo a proporcionar uma maior qualidade, eficiência do processo produtivo e eliminar desperdícios.

Tendo como ponto de partida o diagnóstico de todo o processo produtivo e o conhecimento compilado através de uma revisão bibliográfica sobre a temática, procedeu-se à análise e identificação de possíveis pontos de melhoria. Na fase seguinte, foram apresentadas propostas de melhoria, tendo sido implementadas algumas, que com esses resultados atingiu-se os objetivos colocados, aumentando a eficiência do processo produtivo e a qualidade do produto.

## **Palavras-chave**

Produção Lean; Ferramentas Lean; Melhoria contínua; Desperdícios; Princípios Lean



# **Abstract**

Due to technological advances, an increasingly competitive market and the greater demand from customers, companies feel obliged to find methodologies to improve their production processes, making them more flexible, efficient and effective, in order to respond to market needs. The Lean philosophy allows us to respond to these needs, since it allows us to support several tools to analyze, detect and eliminate waste, contributing to cost reduction and improvement of product quality.

This dissertation was developed in an industrial environment, in a luxury parts polishing company, at Mepisurfaces. It aims to monitor the entire production process of the bracelet line, in order to analyze and identify possible means of improvement, in order to provide greater quality, efficiency of the production process and eliminate waste.

Taking as a starting point the diagnosis of the entire production process and the knowledge compiled through a bibliographic review on the subject, proceeded to the analysis and identification of possible points for improvement. In the next phase, proposals for improvement were presented, some of which were implemented, which achieved these objectives, increasing the efficiency of the production process and the quality of the product.

## **Keywords**

Lean Production;Lean tools;Continuous improvement;Waste;Lean principles



# Índice

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>v</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia de Investigação .....	2
1.4. Estrutura da Dissertação .....	4
<b>2. Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>5</b>
2.1. Definição Lean .....	5
2.2. Origem e evolução do Lean.....	5
2.3. Princípios.....	8
2.4. Desperdícios.....	10
2.5. Ferramentas.....	13
<b>3. Contextualização do Caso de Prático .....</b>	<b>17</b>
3.1. Caracterização da Empresa.....	17
3.2. Descrição do Processo Produtivo.....	18
<b>4. Propostas de Ações de Melhoria.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Implementação das Propostas de Melhoria.....</b>	<b>37</b>
<b>6. Conclusões .....</b>	<b>45</b>
6.1. Conclusões .....	45
6.2. Propostas de Trabalhos Futuros .....	45
<b>Bibliografia .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>51</b>
Anexo A.....	51
Anexo B.....	52
Anexo C.....	53



# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Evolução cronológica das metodologias de fabricação .....	7
<b>Figura 2:</b> Os sete princípios do Lean thinking .....	9
<b>Figura 3:</b> Representação de Muda, Mura e Muri .....	12
<b>Figura 4:</b> Organograma geral da Mepisurfaces, Lda.....	18
<b>Figura 5:</b> Fluxograma do processo produtivo .....	21
<b>Figura 6:</b> Peças no tabuleiro termoplástico .....	22
<b>Figura 7:</b> a) Polimento das pontas; b) Desbaste interior; c) Desbaste das pontas .....	23
<b>Figura 8:</b> Polimento interior .....	23
<b>Figura 9:</b> a) Fresagem; b) Montagem; c) Marcação; d) Lapidagem dos lados; e) Lapidagem à volta .....	24
<b>Figura 10:</b> Polimento dos lados (Bula) .....	25
<b>Figura 11:</b> Polimento das barras laterais.....	26
<b>Figura 12:</b> Posto de controlo da qualidade.....	27
<b>Figura 13:</b> Controlo de matéria-prima à receção .....	29
<b>Figura 14:</b> a) Ficha de rastreabilidade do lote b) Ausência de instrução de trabalho no posto .....	31
<b>Figura 15:</b> Posto de controlo da qualidade.....	33
<b>Figura 16:</b> a) Panie b) Panie com peças .....	34
<b>Figura 17:</b> Plano de amostragem do registo de controlo.....	37
<b>Figura 18:</b> Etiquetas de identificação digitais.....	38
<b>Figura 19:</b> Ficha de controlo .....	39
<b>Figura 20:</b> a) Pousagem da bracelete b) Operação na bula .....	40
<b>Figura 21:</b> a) Prensa velha b) Defeito c) Prensa nova .....	42
<b>Figura 22:</b> Colocação do espigão no orifício .....	42
<b>Figura 23:</b> Evolução semanal de peças expedidas versus peças defeituosas.....	43



# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Os 14 princípios de Liker .....	10
<b>Tabela 2:</b> Exemplo de técnicas e ferramentas Lean .....	14
<b>Tabela 3:</b> Resultados após a implementação da operação na bula .....	40



## **Lista de Acrónimos**

LP	Lean Production
JIT	Just in Time
TPS	Toyota Production System
SMED	Single-Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
VSM	Value Stream Mapping
CTL	Comunidade Lean Thinking
TQM	Total Quality Management
EUA	Estados Unidos da América
MIT	Messachusetts Institute of Tecnology
IMVP	Internacional Motor Vehicule Program
CAE	Classificação Portuguesa de Atividades Económicas



# 1. Introdução

Neste primeiro capítulo introdutório vai ser abordado o enquadramento do tema, tal como os objetivos definidos deste trabalho, a metodologia usada e a estrutura da dissertação.

## 1.1. Enquadramento

Desde a primeira revolução industrial, a indústria tem evoluído em todas as suas dimensões. Essas mudanças revolucionaram os mercados, tendo aumentado a competitividade e exigências por parte dos clientes e partes interessadas. Para responder às exigências dos clientes, as organizações estão a ser obrigadas a encontrar novos métodos e ferramentas para sustentar e melhorar o seu posicionamento no mercado ou até mesmo para sobreviver (Jastia e Kodali, 2015; Belhadi *et al.*, 2018).

Face a esses problemas e transformações na indústria, têm surgido metodologias para fazer frente a essas causas, sendo o Lean uma das metodologias mais usadas mundialmente. O Lean tem sido uma das filosofias organizacionais mais utilizada para melhorar o sistema de fabricação do século 21 (Dilanthi, 2015). O Lean centra-se na eliminação de desperdícios da organização a fim de aumentar o valor para os clientes. Dessa forma, a filosofia Lean concentra-se em melhorar os processos para atingir elevados níveis de produtividade, desempenho, qualidade, com o menor custo possível e no menor tempo possível, eliminando os desperdícios (Gupta e Jain, 2013).

O desafio de muitas empresas para alcançar estes resultados, está em encontrar as ferramentas, sistemas ou técnicas mais apropriadas a implementar, tendo em conta que existem várias ações de melhoria, o que vai dificultar o processo de seleção (Yahya *et al.*, 2016).

Este trabalho foi realizado numa empresa de fabricação de produtos metálicos, mais propriamente, polimentos de peças de luxo, na Mepisurfaces. O objetivo deste estudo foi implementar melhorias no processo produtivo. Devido à complexidade da operação e das diversas linhas produtivas que a fábrica tem, foi definido o foco em uma linha produtiva a fim de melhorar processos. A linha produtiva em questão é a linha das braceletes e foi escolhido por diversos motivos, entre os quais podemos destacar, ser a linha com maior produção.

## **1.2. Objetivos**

O principal objetivo da presente dissertação é monitorizar todo o processo produtivo pela qual as braceletes passam, desde a chegada à fábrica até à entrega ao cliente, analisando e identificando possíveis desperdícios que possam ser eliminados. Para isso, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Análise de todo o processo produtivo da linha das braceletes;
- Análise da possibilidade de implementação de ferramentas Lean;
- Definição de propostas de melhoria e viabilidade de implementação das mesmas;
- Melhorar a eficiência e produtividade do processo produtivo.

Os objetivos definidos, enquadram-se no contexto da melhoria contínua e na eliminação de desperdícios e, assim, proporcionar uma maior qualidade ao cliente.

## **1.3. Metodologia de Investigação**

A pesquisa científica está estritamente relacionada com a ciência, sendo que o principal objetivo da ciência está na procura de conhecimento através de uma estipulada investigação. Como tal, a pesquisa científica visa a realização de inquirições sistemáticas e intensivas, para descobrir e interpretar os fatos que estão inseridos numa determinada investigação (Botelho e Cruz, 2013; Queirós, Faria e Almeida, 2017).

Para fazer isso, deve ser definido um plano adequado para atingir as metas e objetivos propostos. Segundo Creswell (2009), propõe um plano de pesquisa que liga abordagens do problema de investigação, métodos de investigação e tipo de pesquisa.

A metodologia científica é uma ferramenta fundamental para o conhecimento dos métodos que ajuda o pesquisador e que são utilizados na elaboração de um trabalho científico, sendo fundamental escolher o método, a abordagem e o tipo de pesquisa adequado ao problema (Botelho e Cruz, 2013; Queirós, Faria e Almeida, 2017).

De acordo com Covas (2020), existem 2 tipos de metodologias de investigação científica: indutiva ou dedutiva. No método de investigação indutiva, o objetivo é deduzir conceitos e padrões teóricos dos dados observados, como tal consiste em observar fatos particulares, fazendo uma generalização dos mesmos. Na dedutiva, o objetivo é testar conceitos e padrões conhecidos da teoria usando novos dados empíricos, sendo que este método parte de um conceito geral para o particular (Botelho e Cruz, 2013; Covas, 2020).

Ambos os métodos são importantes para o avanço da ciência, sendo que a investigação indutiva se torna mais útil quando existem poucas teorias ou explicações prévias, enquanto que na investigação dedutiva é mais produtiva quando existem muitas teorias do mesmo fenómeno e o investigador está interessado em saber qual a teoria que funciona melhor (Covas, 2020).

Face aos objetivos apresentados para este trabalho, o método utilizado foi dedutivo, uma vez que consiste em testar conceitos da filosofia Lean numa fábrica de polimentos de metais, com vista a melhorar processos, aumentando a qualidade e/ou produtividade do produto.

Segundo Covas (2020), em relação ao tipo de pesquisa científica, podem ser abordados 3 tipos: exploratória, descritiva e explicativa. Na pesquisa exploratória, os principais objetivos consistem em descobrir e esclarecer ideias ou conceitos, ou seja, explorar um problema para obter informações mais precisas. Este tipo de pesquisa é recomendado quando o tema não é muito estudado. Em relação à pesquisa descritiva, tem como finalidade descrever características e funções de um determinado objeto de estudo, usando técnicas de observação, questionários ou entrevistas. Na pesquisa explicativa, o seu propósito foca-se na compreensão de causas e efeitos de um determinado fenómeno, procurando ligar ideias e fatores identificados. A pesquisa explicativa tem por base as pesquisas descritivas e exploratórias, uma vez que existe a necessidade de o acontecimento a ser estudado seja descrito e detalhado (Botelho e Cruz, 2013; Covas, 2020).

Sendo que a finalidade deste estudo está na compreensão da filosofia Lean e na aplicação do mesmo a um caso de estudo, foi feita uma revisão bibliográfica do tema com o propósito de aplicar no caso de estudo. No caso de estudo é descrito todos os procedimentos e funções através da observação e entrevistas. Neste caso, o tipo de pesquisa utilizado é explicativo, uma vez que, é descrito e detalhado todos os processos que são fundamentais ao longo do caso de estudo, tentando compreender causas e efeitos do mesmo.

Relativamente à abordagem ao problema, Botelho e Cruz (2013) afirmam que podemos optar por 3 tipos de abordagens: quantitativo, qualitativo e mista. A abordagem quantitativa destaca a objetividade e é apropriada quando existe a possibilidade de recolher dados que podem ser quantificados, usando técnicas de estatística (Queirós, Faria e Almeida, 2017). De acordo com Choy (2014), os principais pontos fortes da abordagem quantitativa são a confiabilidade por análise crítica e curto prazo para pesquisas administradas. Enquanto os pontos fracos são a falta de perceções humanas, crenças e recursos para pesquisas em grande escala e a descrição superficial da experiência. Em relação à abordagem qualitativa foca-se em compreender um fenómeno específico em profundidade com contato direto ao

objeto de pesquisa, fazendo também uma interpretação das narrativas produzidas pelos participantes no estudo (Botelho e Cruz, 2013; Covas, 2020). Os pontos fortes desta abordagem são a visão de uma exploração homogênea e interpretativa, o levantamento de mais questões por meio de uma investigação ampla e aberta e a compreensão de valores, crenças e suposições. Os principais pontos fracos são a falta de resultados verificáveis objetivamente e requisitos habilidosos para os entrevistadores e consumo de tempo durante as entrevistas (Choy, 2014). Quanto à abordagem mista é uma combinação das abordagens quantitativas e qualitativas, em que a recolha de dados envolve a obtenção de informações numéricas como de informações de texto (Botelho e Cruz, 2013).

Como o objetivo deste estudo é explorar a aplicação Lean no contexto industrial de polimento de peças luxuosas e propor processos de melhoria, a abordagem escolhida para este fim é a qualitativa. Para a elaboração do caso de estudo e levantamento de oportunidades de melhoria, serão utilizadas duas técnicas principais: Observação e entrevistas. Estas técnicas serão utilizadas durante todo o caso de estudo para fornecer um vasto conjunto de informações, de modo a entender o real processo produtivo e para avaliar o desempenho do mesmo, sendo por isso que foi escolhida esta abordagem.

#### **1.4. Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos. No capítulo 1 é a apresentada a introdução, com o enquadramento do tema, os principais objetivos a serem alcançados, a metodologia de investigação e a estrutura da dissertação. No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica da filosofia Lean, fornecendo uma vasta literatura do tema, envolvendo a sua definição, a origem e evolução do Lean, os seus princípios, desperdícios e ferramentas. No capítulo 3 aborda-se o caso de estudo, sendo apresentada a empresa, incluindo aqui a visão, a missão e valores, assim como, a caracterização do setor de atividade. É apresentado também, o fluxo produtivo da linha a ser estudado. No capítulo 4, o foco é analisar e propor propostas de ações de melhoria nas diversas situações observadas. No quinto capítulo, é apresentada a implementação das sugestões de melhoria e os resultados. No último capítulo, o seis, apresentam-se as conclusões finais e as propostas de trabalho futuro.

## **2.Revisão Bibliográfica**

Neste capítulo é abordado a revisão bibliográfica sobre o tema, sendo repartido por vários subcapítulos, tal como a definição de Lean, a origem e evolução do Lean, princípios, desperdícios e ferramentas.

### **2.1. Definição Lean**

Durante os últimos anos, a aplicação da *Lean Production* (LP) tem crescido rapidamente em diferentes tipos de indústrias. Contudo, o verdadeiro significado do conceito que teve origem no Japão ainda provoca confusão e inconsistência. Segundo Shah & Ward (2007), a multiplicidade de descrições existe, uma vez que, a LP evoluiu ao longo do tempo, resultando em inúmeras abordagens, de implementação, usando um conjunto restrito de ferramentas sem se concentrar a filosofia implícita.

Stone (2012) caracterizou o termo *Lean Production* referindo-se às técnicas de fabricação desenvolvidas ao longo de décadas pela *Toyota Motor Company*. Pinto (2014), descreve pensamento Lean como uma filosofia de liderança e gestão, em que o objetivo é o desenvolvimento de pessoas, processos e sistemas, tendo em consideração a identificação e a redução gradual e sistemática do desperdício, e a criação de valor para a organização e para todas as partes interessadas. Womack & Jones (2008), definem *Lean Production* em fazer mais com menos, ou seja, usar menos quantidade de esforço humano, diminuir o esforço da produção, do investimento, da energia, dos materiais e do tempo de produção, para desenvolver um novo produto com menos defeitos, aumentando a qualidade dos produtos e a satisfação do cliente. Para Yahya *et al.*, (2016), *Lean Production* é a produção sem desperdício.

De acordo com Womack *et al.*, (1990), este modelo organizacional é extremamente vantajoso quando confrontado com o modelo de produção em massa, visto que usa metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto e requer muito menos de metade dos stocks, resultando em uma produção sempre crescente na variedade de produtos.

### **2.2. Origem e evolução do Lean**

O termo Lean foi utilizado pela primeira vez por Jonh Krafcik em 1988 e posteriormente, o conceito foi popularizado após a publicação do livro “*The Machine That Changed the World*” (Womack, Jones e Roos, 1990), que resumiu os seus resultados de uma investigação organizada pelo *Messachusetts Institute of Tecnology* (MIT). Esse programa de

investigação denominado por *Internacional Motor Vehicle Program* (IMVP) iniciou-se em 1985, o qual tinha como objetivo apresentar um estudo comparativo sobre o desempenho da indústria automóvel. Do trabalho efetuado destacou-se o modelo organizacional desenvolvido pela Toyota, designado por *Toyota Production System* (TPS). (Holweg, 2007).

Antes do TPS ser mundialmente conhecido, existiram outras teorias, como a de Taylor e de Ford, como se pode observar na figura 1. Taylor, de modo a eliminar desperdícios de tempos e atividades que não agregavam valor, procedeu à substituição de procedimentos existentes por procedimentos novos, sendo que afirmava que o trabalhador individual era mais produtivo se recebesse tarefas adequadas às suas capacidades e pontos fortes (Dilanthi, 2015). Henry Ford aplicou a teoria de Taylor e simplificou o seu processo de montagem, que atendendo à necessidade de uma economia em crescimento, ajudaram a desenvolver o sistema de fabricação de montagem em massa (Stamm, Neitzert e Singh, 2009).

Ford centrou-se na especialização do trabalho e na sequência de operações, o que permitia o trabalhador desenvolver competências e executar as tarefas com maior rapidez, eliminando desperdícios. Desta forma, a prática de Ford generalizou-se na indústria automóvel (Holweg, 2007; Dilanthi, 2015).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Toyota entrou em colapso, não tendo poderio financeiro de produzir em massa, tiveram de inventar novos métodos para reduzir custos e permanecer no mercado, uma vez que enfrentavam o problema de que o mercado japonês exigia uma variedade maior de produtos em tamanhos de lotes menores (Stamm, Neitzert e Singh, 2009; Dilanthi, 2015).

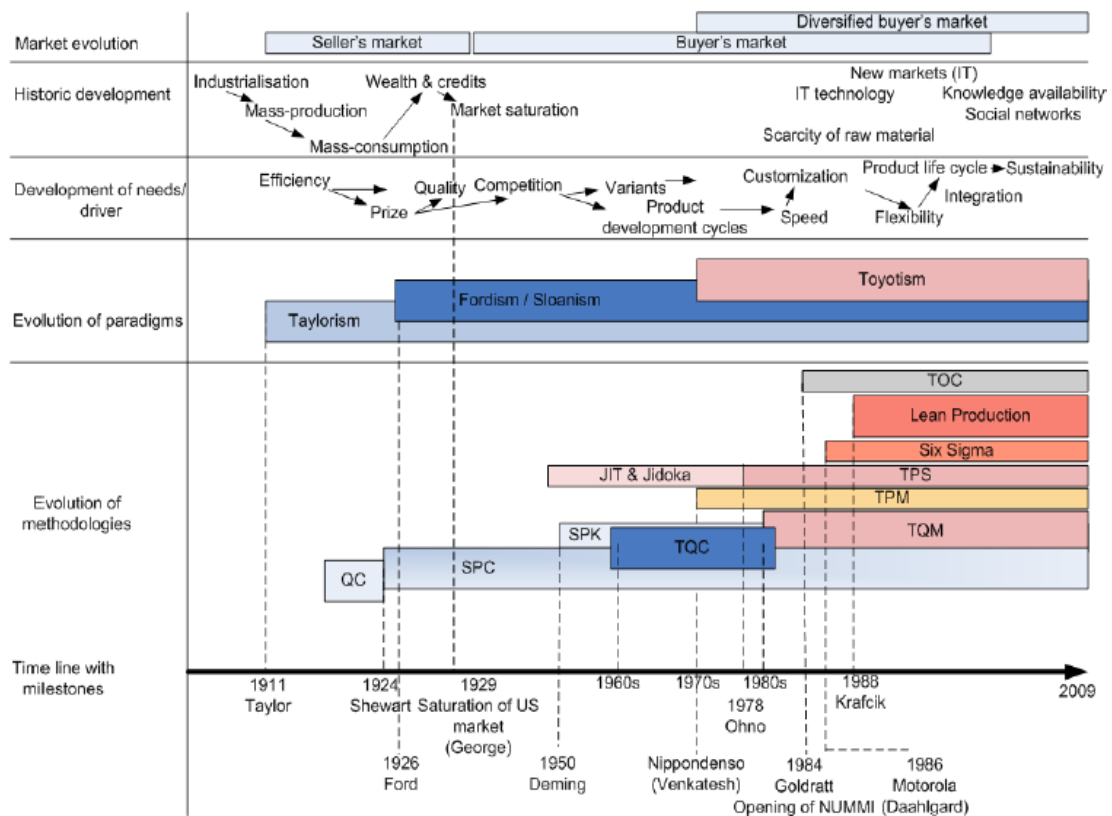
Face a esses problemas Eiji Toyoda, junto com o seu principal engenheiro de produção Taiichi Ohno visitaram a Ford em 1950, onde reformularam e adaptaram as ideias praticadas por Henry Ford nos EUA à Toyota. Taiichi Ohno foi o indivíduo que deu impulso crucial para o desenvolvimento do TPS, capaz de produzir grandes variedades em pequenos volumes (Holweg, 2007).

O TPS consiste na melhoria contínua dos produtos e processos de acordo com padrões para a minimização de desperdícios, em conjunto com a participação de todos os colaboradores (Dilanthi, 2015).

Ohno (1988) afirma que os pilares do TPS são o JIT e *Jidoka* (*autonomation*), onde o JIT realça a entrega de produtos na hora certa e quantidade certa, usando os recursos mínimos necessários. Já o *Jidoka*, representa a capacidade da maquinaria de parar imediatamente

assim que os processos estiverem fora das especificações definidas (Stamm, Neitzert e Singh, 2009).

Apesar do conceito da LP ter surgido apenas em 1990, as origens da ideologia que envolve o conceito remontam das metodologias e inovações dos fabricantes japoneses, realizados na Toyota como já foi referido anteriormente (Ohno, 1988). Deste ponto, a LP agrega e otimiza um conjunto de conceitos que foram desenvolvidos ao longo dos anos tendo em vista uma maior eficiência dos processos produtivos.



**Figura 1:** Evolução cronológica das metodologias de fabricação (Stamm, Neitzer & Singh 2009)

Contudo, existem diversas metodologias estudadas como podemos ver na figura 1, sendo que a LP não é considerada uma metodologia independente, mas sim uma metodologia que provém de outras, tendo evoluído ao longo dos anos (Stamm, Neitzert e Singh, 2009). Stamm, Neitzert e Singh (2009), afirmam que a LP tem origem da metodologia TQM (*Total Quality Management*), uma vez que apresenta procedimentos e conceitos iguais, sendo que a LP deve ser vista como uma coleção de conceitos e ferramentas que apoiam os princípios e objetivos do TQM. O TQM é uma metodologia caracterizada por um conjunto de práticas para melhorar a qualidade de bens e serviços por meio da melhoria contínua de todos os processos (Shah e Ward, 2007).

Stamm, Neitzert e Singh (2009) fazem também uma comparação do TQM ao TPM (*Total Productive Maintenance*), afirmando que as duas metodologias coincidem na maioria dos seus princípios. De acordo com o mesmo autor, o TPM é complementar ao TQM, visto que, o TPM foca-se na eliminação de tempos de inatividade e no envolvimento dos membros da equipa de produção.

Neste contexto, é natural a LP ser considerada uma metodologia em evolução proveniente de outras.

### **2.3. Princípios**

De acordo com Dilanthi (2015), os princípios Lean avaliam os processos de negócio e identificam custos desnecessários, sendo que estes princípios explicam a maneira de como uma organização deve proceder. O mesmo autor afirma que os princípios garantem o cumprimento das metas e o valor esperado para o cliente.

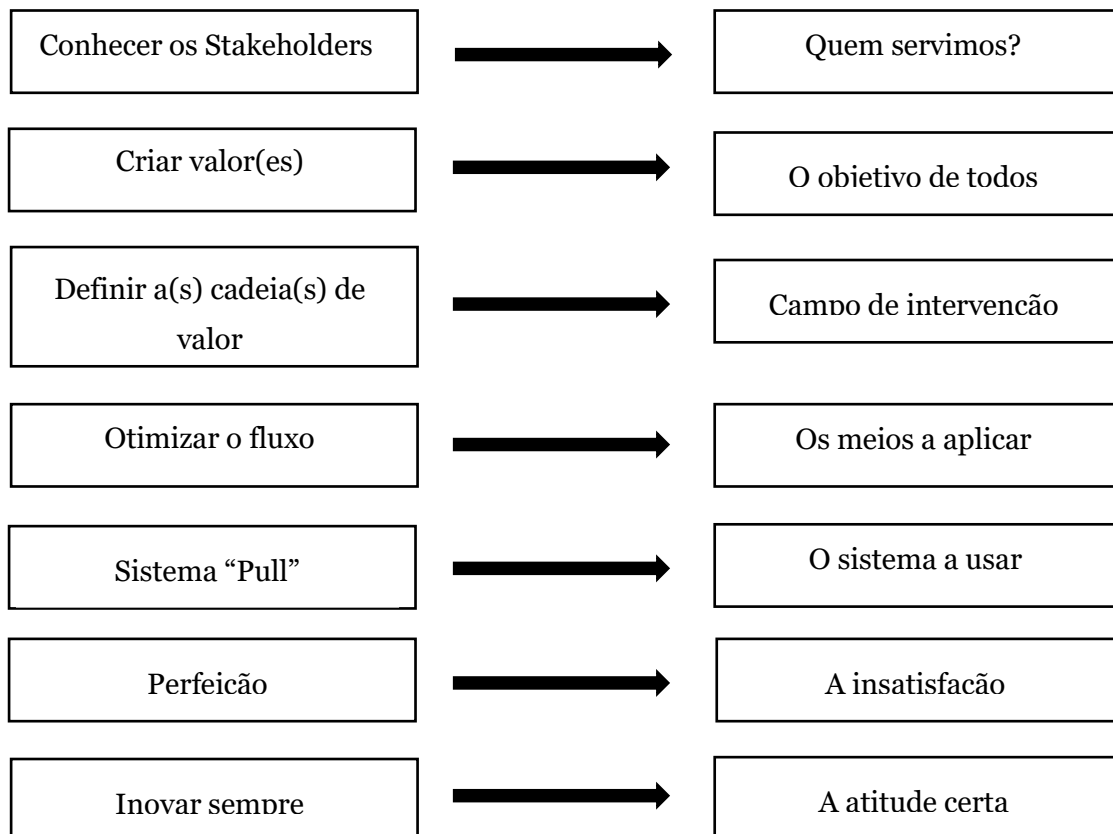
Womack & Jones (2008) no seu livro intitulado “*Lean Thinking*”, identificaram os cinco princípios que podem apoiar as organizações a atingirem as suas metas. São descritos sucintamente esses princípios na sequência que devem ser implementadas (Womack e Jones, 2008; Dilanthi, 2015):

1. **Criar valor** – O valor é definido pelos clientes e não por uma decisão interna da empresa nem da direção da mesma, ou seja, é tudo aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar. A empresa necessita de identificar os clientes e o valor específico de cada parte interessada.
2. **Definir a cadeia de valor** – Definir para cada produto e/ou serviço e para cada parte interessada a respetiva cadeia de valor. Deve-se identificar a cadeia de valor, reconhecendo toda e qualquer ação necessária ao produto ou serviço para que o mesmo seja entregue ao cliente da forma mais eficiente, ou seja, eliminando atividades que não agregam valor. É fundamental nesta fase separar os processos em três categorias: os que geram valor, aqueles que não geram valor, mas são necessários aos processos e aqueles que não geram valor e que devem ser eliminados.
3. **Otimizar o fluxo** – Otimizar o fluxo consiste em encontrar a sequência ideal de etapas que criam valor para cada uma das partes interessadas. Para isso, deve-se eliminar todos os possíveis desperdícios, sincronizando todas as atividades envolvidas na criação de valor para o produto num fluxo contínuo de materiais, pessoas, informação e capital.

4. **Sistema “Pull”** – Criar um sistema *pull*, em que todo e qualquer processo é puxado pelo cliente, na quantidade e momento exato (Just in Time).
5. **Busca pela perfeição** – O objetivo passa sempre pelo princípio da melhoria contínua, ou seja, surgem sempre novos desperdícios e obstáculos ao fluxo de valor, criando-se oportunidades de melhoria.

No entanto, os cinco princípios apresentados por Womack & Jones contêm algumas lacunas, sendo que a *Comunidade Lean Thinking* (CTL) através de Pinto (2014), propôs uma revisão e adicionou mais dois princípios aos restantes cinco já descritos como podemos observar na figura 2. Uma das lacunas, era que consideravam apenas cadeia de valor do cliente, ignorando o fato de que numa organização existem várias cadeias de valor. A outra limitação é que o foco nesses princípios pode levar as organizações a concentrar somente na eliminação do desperdício, ignorando a atividade de criar valor através da inovação de produtos e serviços (Pinto, 2014).

Segundo CTL, por intermédio de Pinto (2014), os dois novos princípios são “conhecer os *stakeholders*” e “inovar sempre”. A ideia subjacente é que ao saber a quem servimos, conhecendo em detalhe todos os *stakeholders*, vai permitir conhecer melhor o valor, eliminando os desperdícios. O princípio “inovar sempre”, transmite a necessidade de uma constante melhoria e inovação na criação de novos produtos (Pinto, 2014).



**Figura 2:** Os sete princípios do Lean thinking (Pinto, 2014)

Liker (2004), publicou o livro “*The Toyota Way*”, onde descreve outros princípios, resultado de um longo período de observação direta e entrevistas com representantes de todos os setores da Toyota. São descritos na tabela abaixo os 14 princípios sugeridos por Liker (2004):

**Tabela 1:** Os 14 princípios de Liker (2004)

1	Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que isso obrigue a comprometer os objetivos financeiros a curto prazo.
2	Criar processos de fluxo contínuo conseguindo demonstrar os problemas existentes.
3	Evitar uma produção desnecessária através de um sistema “pull”.
4	Nivelar a carga de trabalho.
5	Interromper o processo assim que sejam detetados problemas e proceder à sua resolução.
6	Uniformizar as tarefas como base de uma melhoria contínua e de aproximação dos colaboradores.
7	Utilizar o controlo visual na deteção de problemas.
8	Utilizar somente tecnologia confiável e exaustivamente testada que sirva as pessoas e processos.
9	Promover líderes que conheçam completamente o seu trabalho e a filosofia, sendo capazes de ensinar os outros.
10	Criar equipas de trabalho capazes de seguirem a filosofia da sua empresa.
11	Respeitar a rede de parceiros e fornecedores.
12	Ver por si mesmo os processos para entender completamente.
13	Tomar decisões com calma e por consenso, considerando todas as opiniões e implementar as decisões rapidamente.
14	Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão e da melhoria contínua.

## 2.4. Desperdícios

A filosofia Lean tem como objetivo reduzir ou eliminar desperdícios (*Muda* em japonês) para aumentar o valor para o cliente final. Deste modo, Mostafa, Dumrak & Soltan (2015) definem desperdício como qualquer tipo de atividade que realizamos, sendo que adiciona um custo e que não acrescenta valor ao produto. Aqui, é importante definir que a percepção do que é valor deve ser sempre estipulado pelo cliente, uma vez que é ele quem vai usufruir do produto ou serviço final. De acordo com Gupta & Jain (2013), o valor de um produto é definido do ponto de vista do cliente e não do ponto de vista da fabricação interna.

A definição de desperdício está particularmente ligada ao conceito de valor. Nesta perspetiva, reconhecer os desperdícios é identificar todas as ações, materiais e processos que os clientes ou *Stakeholders* não valorizam ou reconheçam como úteis, não estando

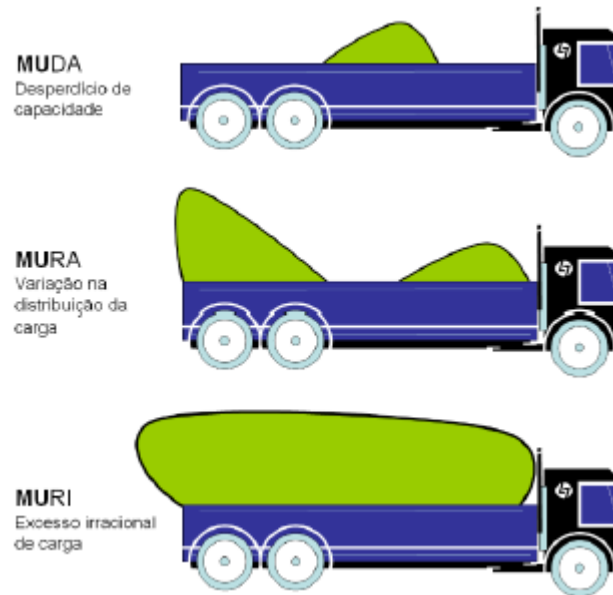
dispostos a pagar. Como consequência, essas atividades aumentam o consumo de recursos e tempo, tornando os custos dos produtos ou serviços mais caros (Pinto, 2014).

Segundo Pinto (2014), os desperdícios podem ainda ser classificados em “desperdício necessário” e “puro desperdício”. Os “desperdícios necessários” são aqueles que não acrescentam valor, mas que têm de ser realizados, ou seja, são pertencentes ao processo. Contudo, devem ser reduzidos ao máximo, como por exemplo, na inspeção da matéria-prima e realização de *setups*. Em relação ao “puro desperdício”, são aqueles que não devem ser realizados, são dispensáveis, logo podem e devem ser eliminados, como por exemplo, nas paragens, avarias e deslocações necessárias.

Para além do *Muda*, existem mais dois termos para descrever práticas que geram desperdícios nos sistemas produtivos, sendo elas expressas em termos de *Mura* e *Muri*:

- ***Mura*** – Refere-se às irregularidades ou às inconsistências na produção. Explica o desnivelamento do trabalho dos operários ou máquinas. Pode ser eliminado aplicando-se o sistema JIT, uma vez que procura fornecer ao cliente produtos na quantidade certa e no momento certo.
- ***Muri*** – Evidencia-se através do excesso da produção, ou seja, uma sobrecarga de equipamentos ou operadores, exigindo que operem a um ritmo mais intenso, por um período maior do que podem suportar. Para evitar ou eliminar este desperdício é necessária uma padronização do trabalho, garantindo que todos sigam o mesmo método, que torna os processos mais estáveis e controláveis (Liker, 2004; Pinto, 2014; Charrua-Santos, 2019).

A figura 3 representa um exemplo de como *Muda*, *Muri* e *Mura* estão inter-relacionados.



**Figura 3:** Representação de Muda, Mura e Muri (Pinto, 2014)

Taiichi Ohno e Shigo Shingo criadores do TPS, identificaram sete tipos de desperdício (Muda). Esses desperdícios são: excesso de produção, as esperas, o transporte, sobreprocessamento, os stocks, os defeitos e os movimentos. Vários investigadores do Lean adicionaram um oitavo desperdício, as pessoas subutilizadas (Dilanthi, 2015; Mostafa, Dumrak e Soltan, 2015).

Os oito desperdícios serão explicados individualmente a seguir.

1. Excesso de produção - Representa a produção exagerada, ou seja, quando se produz mais do que o necessário ou antes do momento necessário. Algumas consequências do excesso de produção são o aumento de stocks e dos custos de manutenção, a ocupação desnecessária de recursos, ausência de flexibilidade no planeamento, etc.
2. Esperas – É o tempo que as pessoas ou máquinas estão à espera para entrar em produção. Alguns exemplos que podem originar esse desperdício são: esperas por autorizações, problemas de *layouts*, avarias nos equipamentos, defeitos de qualidade, etc.
3. Sobreprocessamento – São operações ou esforços que não são necessários, logo, não agregam qualquer valor ao produto. Este desperdício pode ser originado por falta de formação dos operadores, por utilização incorreta de equipamentos, etc.
4. Transporte – Este desperdício está relacionado com as movimentações ou deslocamentos desnecessários de materiais entre as operações, desde o início ao fim de um processo, ou desde o fornecedor até ao cliente final. Para ajudar a reduzir ou

eliminar esse desperdício deve-se utilizar, por exemplo, células de trabalho, o sistema *Pull*, corrigir *layouts* e usar operadores e equipamentos flexíveis.

5. Stocks – O stock é considerado o principal problema nos sistemas de produção, pois podem denunciar uma grande variedade de materiais retidos, dentro ou fora da fábrica. Alguns fatores que podem causar este desperdício é a existência de gargalos ou estrangulamentos nos processos, fracos layouts dos equipamentos, elevados tempos de mudanças de ferramentas ou equipamentos, processos a trabalhar a diferentes velocidades/ritmos.
6. Defeitos – Desperdícios associados a problemas na qualidade dos produtos que se traduzem em custos de inspeções e reparações, bem como origina queixas dos clientes, comprometendo a fidelidade do mesmo. Este desperdício pode representar ausência de padrões nas operações de fabrico e montagem, falhas e erros humanos, ausência de inspeções, entre outros.
7. Movimento – Menciona-se às deslocações ou movimentações dos operadores que não acrescentam valor ao produto, ou seja, movimentos que não são realmente necessários fazer para executar as operações. As causas mais comuns são a desmotivação das pessoas, instabilidade nas operações, operações isoladas, falta de limpeza e organização dos postos de trabalho e incorreto *layout* de trabalho.
8. Pessoas subutilizadas – Não utilizar plenamente o capital intelectual da organização. As funções dadas aos colaboradores são muitas vezes restritas, não sendo aproveitado na totalidade as suas aptidões e habilidades. As principais causas são: não ouvir as pessoas envolvidas diretamente no trabalho, não as envolver na identificação e resolução de problemas, falta de comunicação, entre outras (Womack e Jones, 2008; Pinto, 2014; Dilanthi, 2015; Mostafa, Dumrak e Soltan, 2015; Charrua-Santos, 2019; Academy, 2020).

## **2.5. Ferramentas**

Lean é uma filosofia e não somente uma ferramenta. O êxito de LP deve-se à sua alta eficiência em reduzir a complexidade dos processos e evitar etapas que não agregam valor (Jastia e Kodali, 2015).

Diversas ferramentas foram estudadas e desenvolvidas ao longo dos anos, com o intuito para implementar a filosofia LP (Belhadi *et al.*, 2018). Contudo, o conhecimento sobre estas ferramentas não garante o sucesso da implementação da filosofia Lean, uma vez que existem aspetos menos concretos que necessitam de ser implementados e que podem ser uma barreira á mesma, como a cultura organizacional, a liderança de pessoas e a gestão de processos (Gupta e Jain, 2013; Alefari, Salonitis e Xu, 2017).

Na tabela 2 apresenta algumas ferramentas referenciadas na literatura (Dilanthi, 2015; Yahya *et al.*, 2016). Face ao contexto deste trabalho e ao seu objetivo, serão selecionadas apenas as ferramentas Lean que podem dar melhor resposta ao problema indicado na fábrica. Essas ferramentas selecionadas serão descritas abreviadamente a seguir.

**Tabela 2:** Exemplo de técnicas e ferramentas Lean

5'S	<i>Just in Time</i> (JIT)	<i>Pull System</i>
<i>Andon</i>	<i>Kaizen</i>	<i>Single-Minute Exchange of Die</i> (SMED)
<i>Continuous Flow</i>	<i>Kanban</i>	<i>Standardized Work</i>
<i>Heijunka</i>	<i>Poka-Yoke</i>	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)
<i>Jidoka</i>	<i>Cellular Layout</i>	<i>Takt Time</i>
<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	Gestão Visual	Ciclo PDCA

- ***Just in Time*** – O uso desta ferramenta exige que os produtos devem ser fabricados na quantidade, no momento e no tempo exato em que foram solicitados pelo cliente. O objetivo é a eliminação do desperdício, como por exemplo esperas e transportes, através do início dos processos apenas quando são exigidos, permitindo a diminuição de stocks (Gupta e Jain, 2013);
- ***Continuous Flow*** – É o fluxo ordenado e contínuo dos materiais, processos ao longo do sistema produtivo e ao ritmo dos pedidos dos clientes. De acordo com Liker & Morgan (2006), o objetivo é eliminar ou reduzir os tempos de esperas entre as etapas de produção;
- ***Total Productive Maintenance*** – O TPM, que em português significa manutenção produtiva total, foca-se na eficácia do sistema produtivo, ou seja, na redução de avarias, acidentes e defeitos através da manutenção preventiva. O foco do TPM é a eliminação de tempo de inatividade (Stamm, Neitzert e Singh, 2009);
- ***Poka-Yoke*** – Esta ferramenta refere-se à identificação e prevenção de causas prováveis de erros ou defeitos nos processos de uma atividade. “*Poka-Yoke*”, de origem japonesa, significa sistema à prova de erro, que não necessita de supervisão constante do trabalhador, eliminando problemas associados a defeitos e erros nas operações. O objetivo é eliminar problemas associados a defeitos e assim que estes forem detetados, não se propague para o processo seguinte (Pinto, 2014; Charrua-Santos, 2019);

- **Kanban** – O termo *Kanban* quer dizer “registro” ou “cartão visual”. Baseia-se num sistema de gestão visual simples, onde se controla os fluxos de materiais e de informação através de cartões. O resultado da utilização desta ferramenta passa pela redução de stocks, evitando desperdício, uma vez que um fornecedor só deve entregar recursos para a linha de produção quando estes forem requisitados (Gupta e Jain, 2013);
- **Standardized Work** – Em português significa “trabalho padronizado”. Esta ferramenta tem por objetivo a padronização das atividades de produção, na qual a mesma operação deve ser realizada da mesma maneira, com os mesmos procedimentos, do mesmo modo, utilizando as mesmas ferramentas por todos os operários (Pinto, 2014). Este método pretende eliminar variações e inconsistências de resultados, reduzindo os defeitos da produção. O trabalho padronizado é essencial para a melhoria contínua, uma vez que ajuda na mudança para padrões, tornando o processo mais fácil, rápido e eficiente (Oliveira, Sá e Fernandes, 2017);
- **Value Stream Mapping** – O VSM é uma ferramenta gráfica que permite visualizar o percurso de um produto ao longo de toda a cadeia de valor. Desta forma, ajuda a analisar o fluxo de trabalho de modo a identificar as fontes de desperdício (Gupta e Jain, 2013). Nash & Poling (2008), identificam três etapas principais durante a elaboração do VSM:
  - Mapa do estado atual: Serve para perceber como a cadeia de valor está a operar, identificando os desperdícios, conduzindo a ações de melhoria.
  - Mapa do estado futuro: Representa a cadeia de valor após a implementação das melhorias, visualizando as respetivas reduções dos desperdícios.
  - Plano de implementação: Fornece etapas necessárias para alcançar o estado futuro, representando os prazos e os objetivos das mesmas.
- **5’S** – É provavelmente a ferramenta mais utilizada da abordagem Lean e geralmente a primeira a ser utilizada, devido ao seu carácter disciplinar e educacional, de maneira a tornar as organizações padronizadas (Gupta e Jain, 2013). Pinto (2014), caracteriza a ferramenta como um conjunto de práticas para reduzir o desperdício e melhorar o desempenho das pessoas e dos processos. A sua designação deriva da utilização de cinco palavras japonesas, todas iniciadas pela letra “S” (Pinto, 2014; Academy, 2020).
  - *Seiri* (organização/utilização) – Separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.
  - *Seiton* (arrumação) – Identificar e arrumar tudo, para ser facilmente localizado.

- *Seiso* (limpeza) – Manter um ambiente sempre limpo, de modo a haver higienização.
- *Seiketsu* (padronização) – Manter um ambiente de trabalho sempre favorável, definindo uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho.
- *Shitsuke* (autodisciplina) – Fazer do 5'S um hábito, ou seja, praticar os princípios de organização, sistematização e limpeza.
- **Gestão visual** – A gestão visual é uma ferramenta que contém todos os diferentes tipos de métodos que podem ser usados para visualizar informações ou transmitir diretrizes (Eaidgah *et al.*, 2016). O objetivo da ferramenta é preparar os trabalhadores para coordenar o seu próprio ambiente de trabalho, reduzindo erros que possam surgir (Oliveira, Sá e Fernandes, 2017). Serve também para facilitar a comunicação e a informação necessária aos processos de tomada de decisão, sendo que essa informação deve ser o mais simples possível de modo que o colaborador não tenha dúvidas nem hesitações (Pinto, 2014). Eaidgah *et al.*, (2016), afirma que a ferramenta pode resolver 95% dos problemas relacionados com a qualidade, contribuindo para um aumento da eficiência e eficácia das operações.

## 3. Contextualização do Caso de Prático

Neste capítulo é abordado o caso de estudo investigado na empresa Mepisurfaces, sendo que este é distribuído pela caracterização da empresa e a descrição do processo produtivo. É analisado todo o processo, a fim de detetar possíveis melhorias no mesmo.

### 3.1. Caracterização da Empresa

É uma empresa que visa fornecer peças metálicas polidas de elevada qualidade para os seus clientes. A Mepisurfaces faz parte de um grupo Franco-Suíço – FM Industries (Mepisurfaces Lda, 2021).

Em Portugal, a Mepisurfaces Lda, instalou-se no Parque Industrial do Canhoso, Lote A2 R/C 1, na Covilhã, em 2013. Atualmente, a empresa é constituída por 170 trabalhadores e, ocupa área total de 3145m<sup>2</sup>, sendo a área de produção de 1405,3m<sup>2</sup> (Mepisurfaces Lda, 2021).

De forma a garantir o sucesso e o crescimento da empresa, a Mepisurfaces, Lda tem investido em maquinaria e equipamentos com o objetivo de aumentar a produção, sendo que a totalidade da sua produção é exportada. Também, tem investido em novas atividades, como por exemplo polimento por vibração (Tribofinição), galvanização, de modo a implementar toda a cadeia de valor em Portugal (Mepisurfaces Lda, 2021).

A Mepisurfaces tem consciência da importância do seu desempenho social e ambiental para todas as partes interessada (*stakeholders*), da qual está empenhada no desenvolvimento sustentável da sua atividade industrial possuindo certificação das normas ISO 9001, ISO 14001 e SA 8000 (Mepisurfaces Lda, 2021).

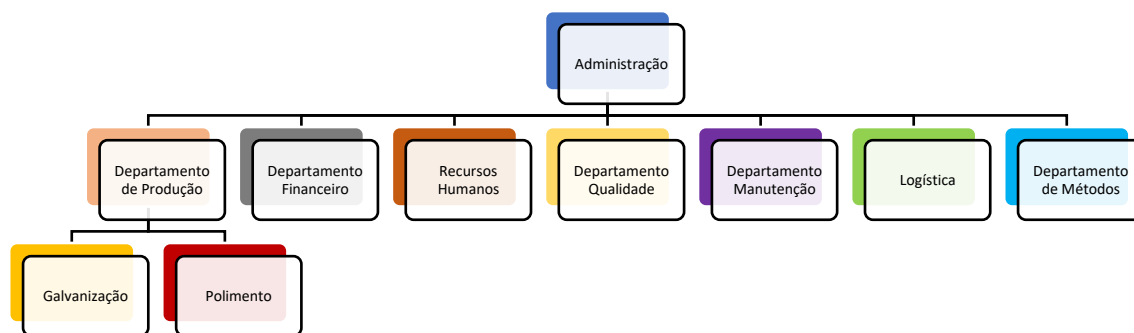
De acordo com a Classificação Portuguesa de Atividade Económicas (CAE), a Mepisurfaces, Lda tem o código principal CAE 25992 e secundário CAE 25610. Sendo o código principal CAE 25992, o número 25 representa a divisão correspondente à seção da fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos. O grupo é representado pelo 259, correspondente à fabricação de produtos metálicos. Por fim, a classe e subclasse por 25992, caracterizado pela fabricação de outros produtos metálicos diversos. Em relação ao código secundário CAE 25610, o grupo é representado pelo 256, correspondente à seção de tratamento e revestimento de metais; atividades de mecânica geral. A classe e subclasse por 25610, caracterizado pelo tratamento e revestimento de metais (Instituto Nacional de Estatística, 2007).

A Mepisurfaces é uma empresa em crescimento, sendo que tem como a sua missão: “Fornecer peças metálicas polidas de elevada qualidade ao Grupo FM Industries, através de bons níveis de gestão e eficiência organizacional” (Mepisurfaces Lda, 2021).

Como visão a empresa visa: “Ser reconhecida como empresa de referência no polimento de peças metálicas e desenvolver, de forma sustentável, a galvanização e a maquinação, implementando toda a cadeia de produção em Portugal” (Mepisurfaces Lda, 2021).

Os valores praticados pela empresa são: a ética, a honestidade, o rigor, o respeito e a dignidade (Mepisurfaces Lda, 2021).

A estrutura organizacional da Mepisurfaces Lda, é definida pelo seguinte organograma (Figura 4):



**Figura 4:** Organograma geral da Mepisurfaces, Lda (Mepisurfaces Lda, 2021)

### **3.2. Descrição do Processo Produtivo**

Neste subcapítulo é feita uma caracterização do processo produtivo da linha estudada, linha das braceletes. Primeiramente, serão apresentadas algumas definições de conceitos técnicos associadas à produção de braceletes. Posteriormente, será descrito o processo produtivo da mesma linha, de modo a demonstrar quais as etapas que acrescentam valor ao produto. A recolha de informação provém de contato estabelecido no chão de fábrica com os colaboradores da empresa, pertencentes aos diferentes departamentos.

Para melhor compreensão dos conceitos técnicos da produção das braceletes, são explicadas algumas definições (Mepisurfaces Lda, 2021):

Rabiagem: Peças que voltam para trás, de modo a serem corrigidas devido a algum defeito que contenham.

Fresagem: Processo de usar uma fresa em rápida rotação para remover material.

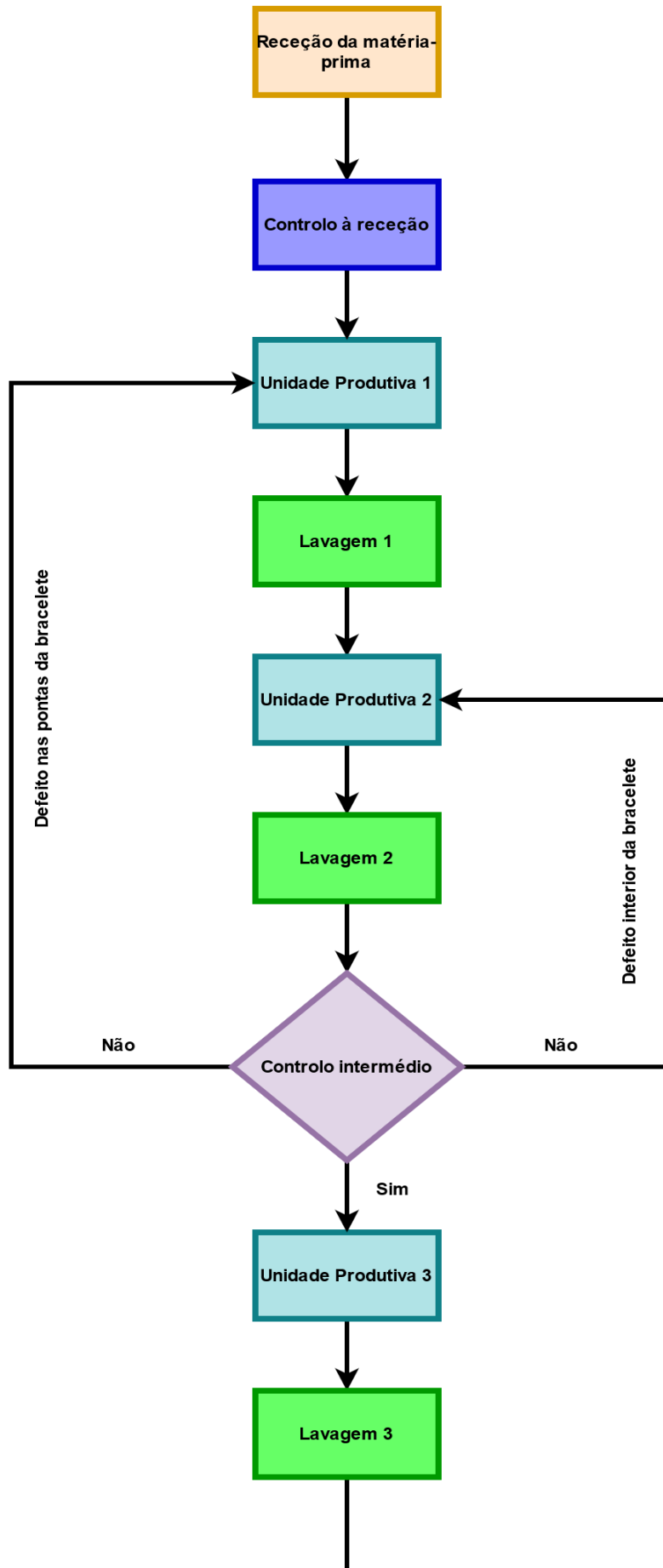
Lapidagem: Processo para se modelar um material.

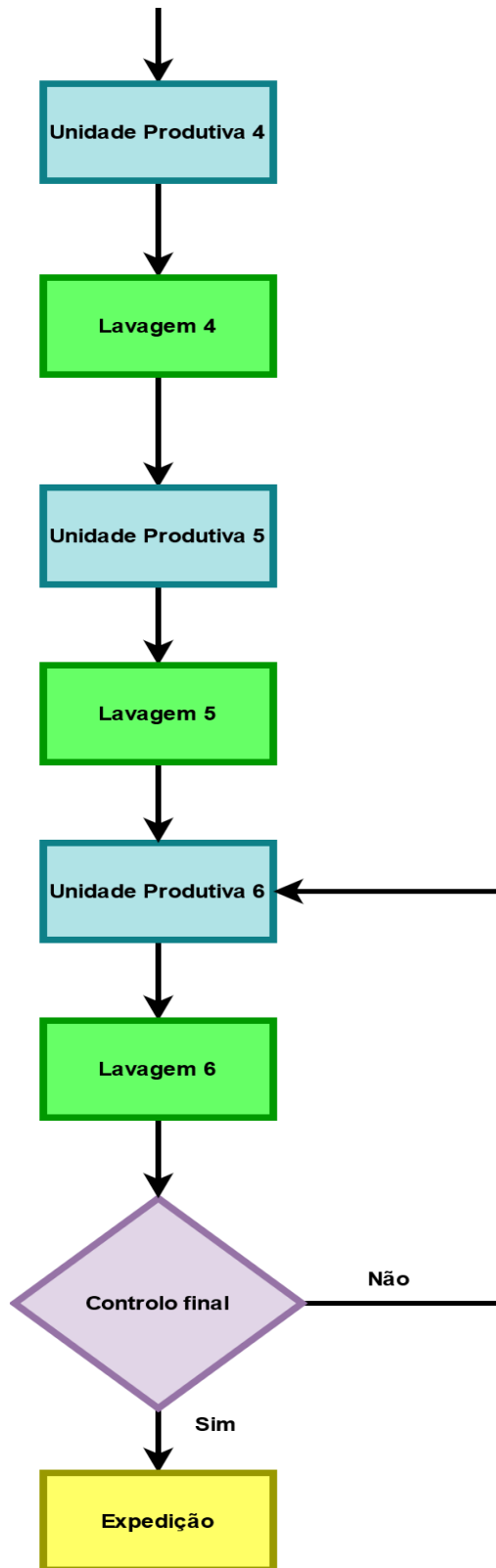
Avivagem: É um polimento final, antes de a peça ir para o controle final.

Bula/Mepsas: Máquinas de polimento automáticas.

*Panies*: Tabuleiros para transporte e lavagem de peças.

Posto isto, o processo produtivo da linha das pulseiras é apresentado na figura 5 nas páginas seguintes, onde esta mostra a cadeia de valor do produto da qual o processo se inicia pela recepção da matéria-prima, sendo feito um controle técnico à recepção e termina na sua expedição:





**Figura 5:** Fluxograma do processo produtivo

De seguida é apresentado, em detalhe, as ações que acrescentam valor ao produto dentro de cada seção, as quais são essenciais para a fabricação da bracelete:

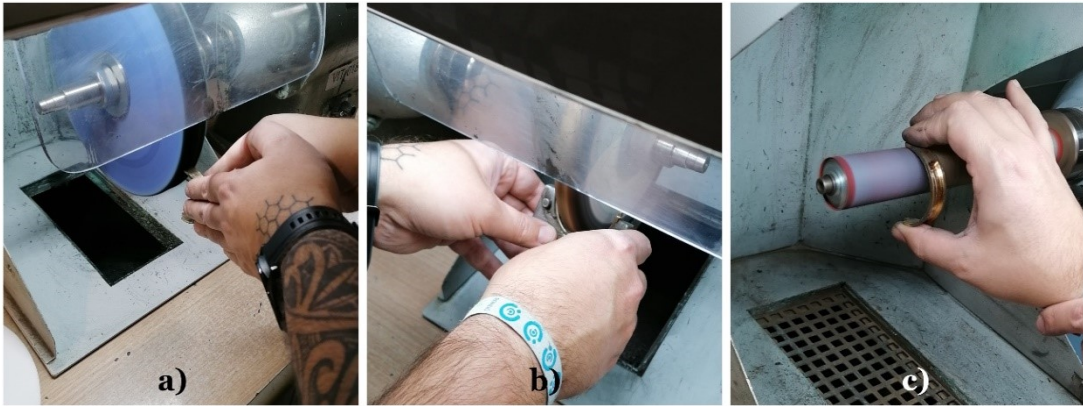
- O processo inicia-se pela receção da matéria-prima, onde o objetivo é verificar as quantidades e as referências do material se estão conformes com a encomenda do cliente. No mesmo passo, também se separam grandes lotes em lotes mais pequenos, normalmente de 50 peças por lote, sendo que cada peça é constituída por “macho e fêmea” (Figura 6). Por fim é realizado um controlo técnico visual a todas as peças, de modo a verificar o estado das mesmas. Embora algumas peças possam não estar conformes, elas são aceites e colocadas na linha de produção, com a finalidade de ainda poderem ser recuperadas. Ainda na figura 6, é possível verificar os tabuleiros termoplásticos que a própria empresa fabrica para auxiliar a produção e onde são colocadas as peças para a expedição;



**Figura 6:** Peças no tabuleiro termoplástico

- Na linha produtiva, são feitas de igual forma todas as operações às peças “macho e fêmea”. Na linha, o lote entra na “unidade produtiva 1”, neste processo existem três operações: Polimento das pontas das braceletes, desbaste interior e desbaste das pontas das mesmas. No polimento das pontas é retirado uma “crosta” bruta que as peças contêm e dá-se o brilho necessário às mesmas como se pode ver na figura 7 a). De seguida é feito um desbaste interior da bracelete, na “meia-lua”, onde se retira o

material necessário usando um feltro, tal como está visível na figura 7 b). Por fim, é realizado um desbaste das pontas das braceletes com uma lixa de modo, a que as quinas das pontas fiquem prontas e brilhantes, sendo visível na figura 7 c);



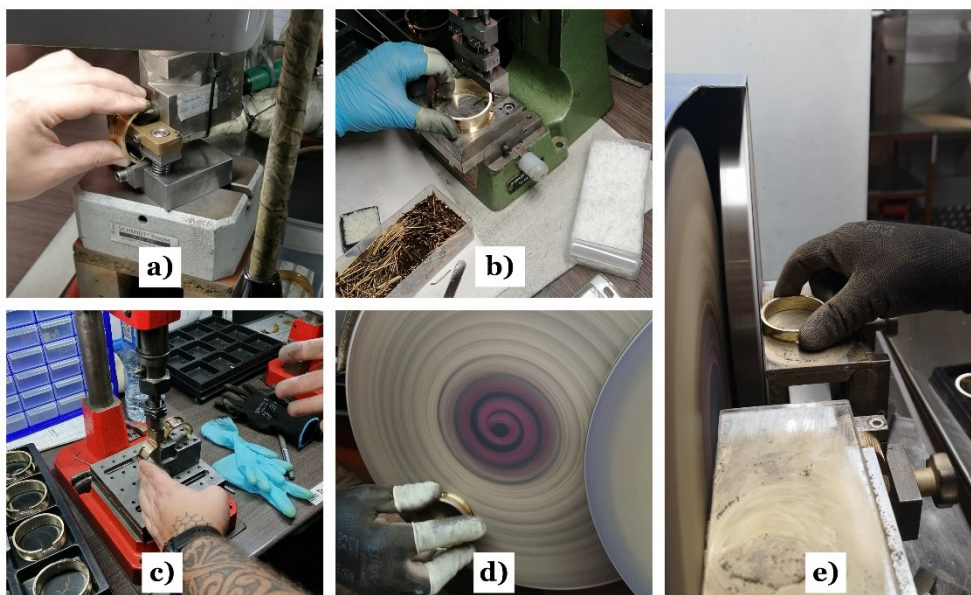
**Figura 7:** a) Polimento das pontas; b) Desbaste interior; c) Desbaste das pontas

- Depois da “unidade produtiva 1”, as peças são enviadas à lavagem para retirar qualquer resíduo que contenham, como por exemplo pó. É importante referir neste passo que, existem 2 tipos de lavagem, a lavagem automática e a lavagem manual. Dá-se preferência à lavagem automática, mas quando está lotada e para não atrasar o processo produtivo, as peças são lavadas manualmente;
- De seguida da lavagem, as peças regressam para a “unidade produtiva 2”. Neste processo a única operação realizada é o polimento interior da “meia-lua” da bracelete. É nesta operação que termina o polimento interior das peças, como se pode ver na figura 8. Feito este passo, as peças voltam novamente à lavagem sendo depois levadas ao controlo intermédio;



**Figura 8:** Polimento interior

- No controlo intermédio, as peças são verificadas para saber se contêm alguns defeitos, tais como, buracos, picos, riscos ou defeitos de matéria, sendo esse último um defeito de fábrica em que a peça é colocada de parte para ser enviada ao fornecedor. Nesta operação, dependendo dos tipos de defeitos e onde existem, as peças são colocadas por parte do colaborador em separado, ou seja, se existir um defeito na ponta da bracelete, a peça volta para a “unidade produtiva 1”, se for no interior da bracelete, na “meia-lua”, a peça volta para a “unidade produtiva 2” para se fazer a respetiva correção do defeito. As peças que estejam conformes seguem a linha produtiva, indo para a “unidade produtiva 3”;
- Depois do controlo, as peças seguem a linha para a “unidade produtiva 3”, onde neste processo existem 7 operações: Fresagem, montagem, polimento do fecho da bracelete, marcação, remoção do espigão, lapidagem à volta e lapidagem dos lados. Na fresagem, é alargado o buraco e criado uma auréola, como se pode verificar na figura 9 a). Esse alargamento serve para levar o parafuso que fecha a bracelete, sendo esse passo feito no fim do processo produtivo. De seguida, é realizada a montagem da peça, ou seja, unir a peça “macho e fêmea” levando um tubo PVC e no mesmo momento um espigão para segurar a bracelete tal como está visível na figura 9 b). Na próxima operação é polido o fecho interior da bracelete através de um feltro. Continuando a linha produtiva, as peças são marcadas com a respetiva marca do cliente, como se vê na figura 9 c). No momento seguinte, é retirado o espigão e lapidado nos lados para retirar o excesso de material como é visível na figura 9 d). No próximo passo, é feita uma lapidagem às peças à volta com duas lixas, a primeira para retirar o excesso de material e a segunda para o acabamento (Figura 9 e)). O processo acaba novamente com lapidagem no lado para uniformizar as peças;



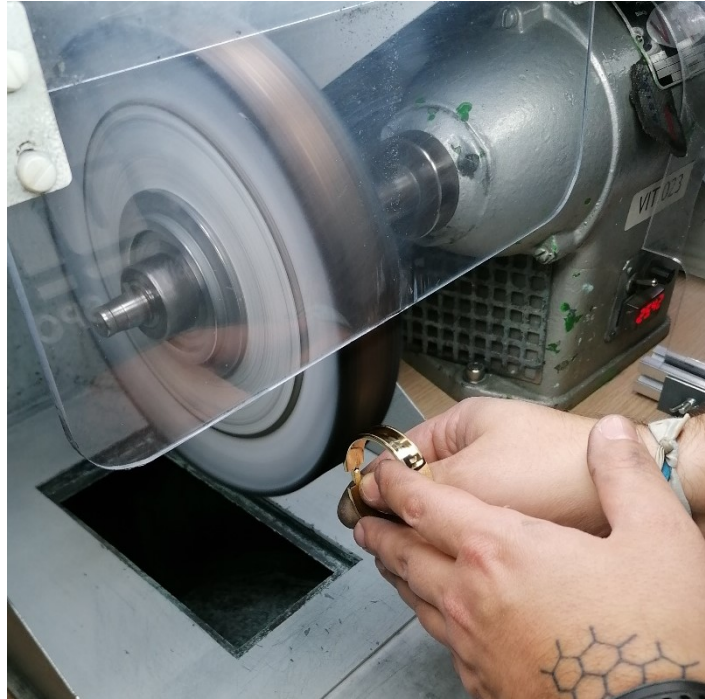
**Figura 9:** a) Fresagem; b) Montagem; c) Marcação; d) Lapidagem dos lados; e) Lapidagem à volta

- O processo produtivo continua seguindo para a lavagem, que desta vai para a “unidade produtiva 4”. Neste procedimento existe uma única operação que é feito na bula. Esta bula de pequeno tamanho serve para fazer o polimento dos dois lados da bracelete, como se pode ver na figura 10. De seguida vai novamente à lavagem;



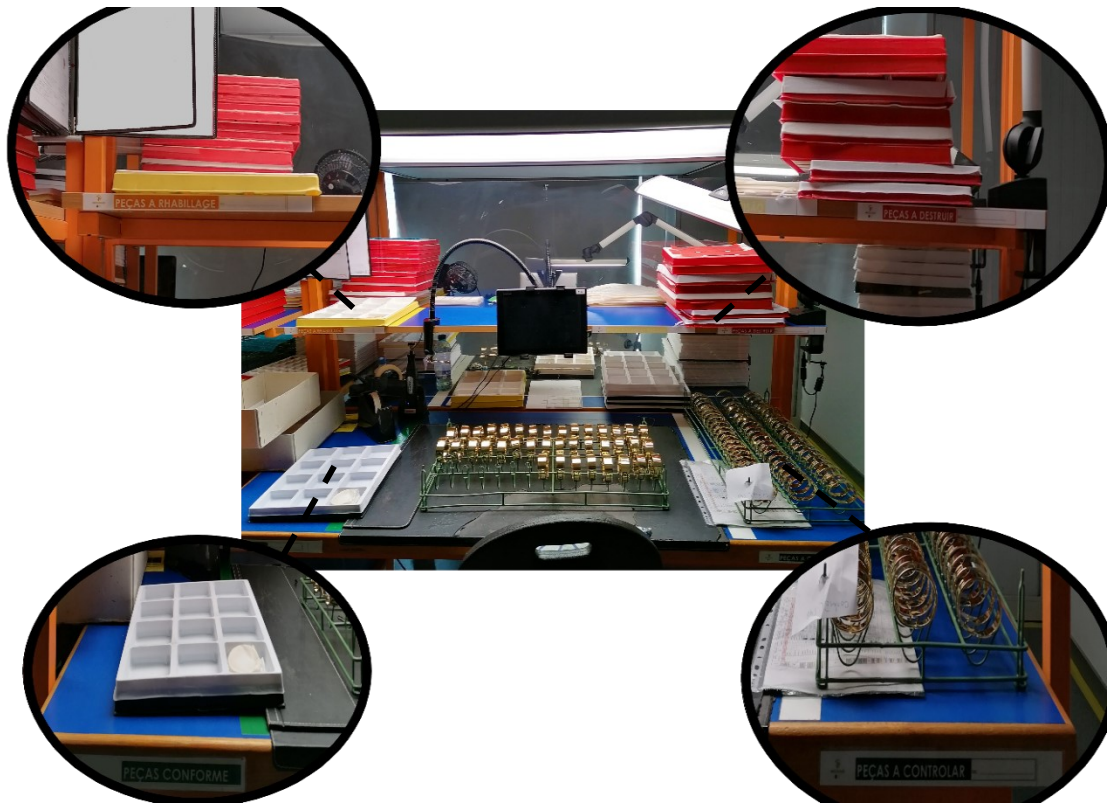
**Figura 10:** Polimento dos lados (Bula)

- Na “unidade produtiva 5”, existem três operações, o polimento do espelho e fecho, o polimento das barras e pré-avivagem. Primeiro é feito o polimento do espelho e do fecho, onde se dá o acabamento final nesses locais. De seguida é realizado o polimento das barras laterais das peças, dando brilho à mesma, como se vê na figura 11. As peças passam para a operação de pré-avivagem, onde neste passo é retirado pequenos defeitos que foram ganhos/deixados ao longo do processo, sendo a preparação das peças para a última etapa. As peças regressam à lavagem para retirar resíduos que contenham e volta para a última operação, na “unidade produtiva 6”;



**Figura 11:** Polimento das barras laterais

- Na “unidade produtiva 6” é feita uma única operação, é realizado a avivagem completa às peças. Neste passo, dá-se o brilho final e alguns retoques necessários. As peças antes de chegarem ao controlo final, são novamente lavadas;
- No controlo final/qualidade, é controlado a qualidade das peças através de requisitos específicos. As peças por controlar são colocadas no lado direito da bancada, sendo que depois de serem controladas, as que estiverem conformes são embrulhadas em papel vegetal e colocadas em tabuleiros pretos, no lado esquerdo, como se pode ver na figura 12. As peças que não estiverem conformes devido a algum defeito, mas que podem ser reaproveitadas, sofrem o processo de rabiagem, ou seja, são colocadas no tabuleiro amarelo (Figura 12) para serem novamente colocadas na linha produtiva, de modo a corrigir o defeito que contenham. As peças que não estão conformes e que não podem ser reaproveitadas são colocadas no tabuleiro vermelho, que são peças para destruir pelo fornecedor (Figura 12). De salientar que é no controlo da qualidade que as peças são embaladas acompanhadas por uma sílica para evitar quaisquer problemas de humidade. De seguida do embalamento são enviadas para expedição.



**Figura 12:** Posto de controlo da qualidade



## 4. Propostas de Ações de Melhoria

Conforme especificado nos objetivos, a finalidade desta dissertação está na análise do processo produtivo e na proposta de melhorias de modo a aumentar a produtividade e/ou qualidade da organização. Desta forma o processo será analisado com foco na redução dos oito desperdícios do Lean Production. Neste capítulo são abordadas algumas situações de desperdícios e são colocadas sugestões de melhoria para cada situação.

### • Situação 1: Controlo de matéria-prima à receção

**Descrição:** Analisado todo o processo produtivo da linha das pulseiras no capítulo anterior, detetou-se algumas situações de possíveis melhorias. A primeira situação localiza-se no controlo visual de todas as peças à receção. Esta operação situa-se logo no início do processo produtivo, é um procedimento importante, visto que é responsável pela análise da matéria-prima antes de entrar na linha de produção.

Nesta operação realiza-se uma visualização peça a peça, de modo a verificar o estado das mesmas, na qual o colaborador confirma se o lote da matéria-prima está em conformidade. Além do controlo visual da peça é feito, também, um controlo ao nível do relevo para verificar a existência de alguma lacuna mais saliente na peça ou, irregularidade do próprio material ao nível da estampagem ou maquinação. A peça que contenha defeitos mais significativos é aceite mas é sujeita a trabalhos de recuperação.

Esta operação é realizada apenas por um colaborador, que em certos dias requer mais uma pessoa para o posto de trabalho devido à quantidade de lote que chega e, também, devido ao atraso de matéria-prima colocado na linha de produção. Na figura 13 observa-se o controlo da matéria-prima à receção.



**Figura 13:** Controlo de matéria-prima à receção

**Desperdício associado:** Feita uma análise a esta operação, constatou-se que existem diversos desperdícios associados à mesma. Através da revisão bibliográfica feita no capítulo 2, verifica-se que nesta operação existem quatro desperdícios: esperas, sobreprocessamento, defeitos e pessoas subutilizadas. Neste caso, o operador ao analisar todas as peças vai originar esperas na linha de produção, ou seja, na “unidade produtiva 1” os operadores vão ter de esperar que as peças cheguem para começar a realizar o seu trabalho, o que leva a uma diminuição de produção ao final do dia. Para não originar esperas, muitas vezes é requerido uma pessoa do posto da qualidade para ajudar nesta operação. Com isto, leva a provocar mais um desperdício, pessoas subutilizadas, uma vez que colaboradores especializados em qualidade executam atividades menos complexas e que neste caso não se utiliza na totalidade as suas habilidades e aptidões.

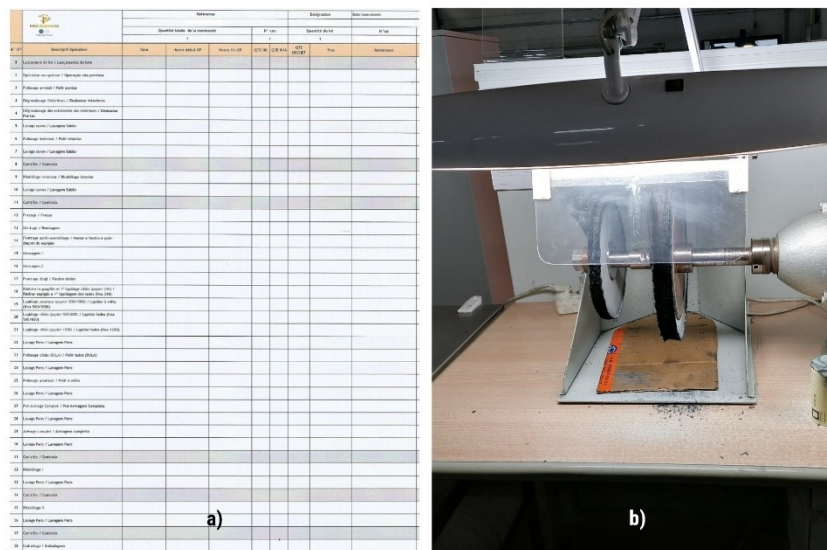
Neste processo o operador ao verificar todas as peças de um lote está a realizar atividades que não acrescentam valor ao produto, ou seja, existe mais um desperdício, sobreprocessamento. Os desperdícios não ficam por aqui, a análise de matéria-prima e a deteção das suas não conformidades, entram para a linha de produção com a finalidade de a recuperar, sendo este processo muito difícil de realizar. Neste caso, poderão vir originar defeitos no produto final e a perda de tempo pela tentativa de recuperação da peça, provocando consequentemente a diminuição da produção.

**Proposta de melhoria:** Este processo pode ser melhorado através da implementação de um registo de controlo na receção. O registo de controlo deve conter um plano de amostragem que, independentemente da quantidade de peças por lote, deve ser controlado, por exemplo, 10% das peças. Nesse plano de amostragem também deve conter os limites de aceitação por lote, ou seja, se 60% das peças a controlar estiverem conformes, o lote é aceite e segue para a linha de produção sem condicionantes. Se entre 30% a 59% das peças a controlar estiverem conformes, o lote segue condicionado para a linha, de forma a anunciar que esse lote necessita de um maior cuidado nas operações a realizar para o produto ficar conforme. Abaixo de 30%, o lote deve ser rejeitado. No registo de controlo deve ficar registado a avaliação final do lote.

## • **Situação 2: Instruções de trabalho**

**Descrição:** Quando se realizava a análise do processo produtivo à linha das braceletes, constatou-se que existiam muitos postos de trabalho com falta de planos/instruções de trabalho, o que consequentemente à chegada de novos colaboradores pode originar problemas. A empresa possui exclusivamente uma ficha de rastreabilidade do lote em francês, que inclui apenas as operações que se devem fazer e não a explicação do mesmo,

como se constata na figura 14 a). Essa ficha não apresenta uma clara interpretação nem disponibiliza a localização das operações a realizar. Na figura 14 b) verifica-se a inexistência de qualquer plano/instrução de trabalho num dos postos.



**Figura 14:** a) Ficha de rastreabilidade do lote b) Ausência de instrução de trabalho no posto

**Desperdício associado:** Devido há falta de instruções de trabalho nos diversos postos, pode originar alguns desperdícios, entre os quais defeitos do produto, esperas e movimentos. A falta de instruções de trabalho pode suscitar defeitos no produto ou na linha de produção, comprometendo a segurança e a qualidade do mesmo, levando a uma diminuição de eficiência. Esta situação também acarreta movimentações desnecessárias do responsável de linha, uma vez que se desloca ao posto para resolver o problema do colaborador. Neste tempo de inatividade o colaborador não avança na produção e sendo uma linha de fluxo continua provoca esperas no posto seguinte, provocando a uma diminuição de produção.

**Proposta de melhoria:** Devido há ausência de instruções de trabalho na organização, é importante a criação de planos/instruções de trabalho em cada posto ou implementar as mesmas num manual, disponibilizando este na linha para todos os colaboradores consultarem no caso de o precisarem. As instruções de trabalho contêm o modo correto de executar as tarefas, colaborando para a melhoria e padronização do processo e, consequentemente, para a diminuição de desperdícios. É também necessário criar uma ficha de controlo da linha de produção, para uma melhor visualização dos processos que ocorrem e controlar a produção.

### • **Situação 3: Otimização de processos**

**Descrição:** Na “unidade produtiva 5”, ocorre três operações, o polimento do espelho e fecho, polimento das barras e, pré-avivagem. Após uma análise pormenorizada da operação do polimento do espelho e fecho, verificou-se um processo mais longo que outras operações da linha, o que originava uma produção mais baixa. Neste passo, o colaborador faz o polimento da peça manualmente, de modo a realizar o acabamento final nesses locais.

**Desperdício associado:** Qualquer empresa tem o âmbito de querer produzir mais no menor tempo disponível, para poder fazer frente à concorrência. Neste caso, a operação acarreta um elevado desperdício de tempo, podendo originar esperas no posto seguinte e, conseqüentemente, baixar a sua produtividade.

**Proposta de melhoria:** Devido ao longo tempo da realização da operação e conseqüentemente, à baixa produtividade, esta deve ser automatizada. A empresa dispõe de bulas, máquinas de polimento automático, que realizam a operação em muito menos tempo. A organização não tem uma ferramenta própria para fixar a bracelete na bula, o que deve ser solicitada a sua construção, ou seja, deve-se implementar uma pousagem para fixar a bracelete de modo a realizar a operação. Com esse processo implementado, a empresa beneficiava com um aumento de produção e na diminuição dos possíveis tempos de espera.

### • **Situação 4: Aplicação de 5S**

**Descrição:** Na análise final do processo produtivo da linha, verificou-se uma desorganização no posto de controlo da qualidade. Neste local, realiza-se o controlo final do produto. As peças chegam nos “*panies*”, onde são colocadas numa mesa comprida e os colaboradores do posto vão retirando estas para fazer a respetiva análise do produto. De salientar que existem colaboradores mais especializados para analisar um tipo específico de produto. No posto é implementada a estratégia *First In, First Out* (FIFO) para o controlo das peças, ou seja, o primeiro *panie* que chega é o primeiro a ser analisado e assim conseqüentemente. É no controlo da qualidade que as peças são embaladas, seguindo para a expedição.

Como se pode ver na figura 15, no posto de controlo da qualidade existe pouco espaço de manobra para colaboradores, dificultando os acessos. Ainda neste posto, não estão totalmente identificados os compartimentos das prateleiras, podendo levar a confusão de colocação do produto, uma vez que existem vários compartimentos, um para colocação das

peças conformes, outro para peças que ainda sofrem rabiagem e, por último um compartimento para as peças que vão para o lixo.



**Figura 15:** Posto de controlo da qualidade

**Desperdício associado:** A procura por material ou colocação inadequada das peças nos compartimentos, é um indicador de existência de desorganização naquele local de trabalho. A desorganização acarreta enormes desperdícios tais como, perda de tempo, esperas, movimentos desnecessários, entre outros. Neste caso pode originar movimentos desnecessários por parte colaboradores, conseqüente da falta de identificações e da desorganização do layout do posto, levando à perda de tempo e diminuição da produtividade.

**Proposta de melhoria:** Partindo da análise e após a identificação do desperdício, constata-se que existem condições a serem melhoradas. De acordo com a revisão bibliográfica efetuada no capítulo dois, uma das ferramentas Lean que pode ser implementada neste posto é o 5S. O 5S é a ferramenta mais utilizada da abordagem Lean, que garante uma estabilidade básica em qualquer processo.

Neste caso, a implementação da ferramenta 5S permite tornar o posto de trabalho padronizado, melhorar o desempenho das pessoas e dos processos e também, garantir uma melhoria rápida e visível do chão de fábrica. O 5S é repartido por 5 etapas(Pinto, 2014;

Academy, 2020): a primeira etapa é a organização do posto de trabalho, distinguir o útil do inútil e identificar as coisas desnecessárias. A segunda etapa é a arrumação do local, ou seja, definir locais específicos para cada componente ou equipamento com a sua identificação. A terceira fase é a limpeza, este passo garante uma segurança e qualidade de trabalho, posteriormente na quarta etapa, deve-se padronizar o posto de modo a não voltar a comportamentos antigos. A última etapa é a autodisciplina, todas as etapas devem ser estimuladas e cumpridas no posto. É de salientar que na fase de implementação do 5S deve ser estruturado o layout, de modo a melhorar os espaços do posto de trabalho, garantindo, assim uma melhor qualidade e produtividade do produto e, por conseguinte, a diminuição dos desperdícios.

### • Situação 5: *Panies*

**Descrição:** Na linha produtiva, o meio utilizado para deslocar as peças são os tabuleiros termoplásticos, mas quando vão à lavagem, as peças são colocadas em *panies* (Figura 16 a)) próprios para fazer o transporte e servir de base nas lavagens. Verificou-se que a empresa tem um stock de *panies* no final da linha que ocupa muito espaço, correspondente a um espaço de duas máquinas de polimento. A colocação das peças nos *panies* é da responsabilidade do colaborador que faz a operação antes da lavagem, o que consequentemente perde tempo e não avança na produção.

Depois do colaborador colocar as peças nos *panies* (Figura 16 b)), que leva cerca de 50 peças por lote, existe outro operador que conduz um carrinho para transportar os *panies* até à lavagem. Os responsáveis da lavagem, colocam os *panies* nas máquinas para efetuar a sua operação. Depois de lavadas as peças, o operador do carrinho recolhe novamente os *panies* levando para a linha de produção, sendo retirado as peças dos *panies* para os tabuleiros pelo colaborador da linha.



**Figura 16:** a) Panie b) Panie com peças

**Desperdício associado:** Nesta situação existem alguns desperdícios associados, como pessoas subutilizadas e, perda de tempo (esperas). Neste caso, o colaborador ao colocar todas as peças no *panie*, depois de realizado o seu trabalho, está a perder tempo, uma vez que aquele posto de trabalho está parado, não podendo avançar para outro lote de peças. A especialidade do colaborador é executar a operação naquele posto, sendo que ao realizar essa tarefa, não está a utilizar plenamente as suas aptidões e habilidades, levando deste modo a um desperdício talento.

**Proposta de melhoria:** Face a esta situação, uma das soluções passa por colocar as peças nos *panies* no posto de lavagem, ou seja, o colaborador de linha executa as suas tarefas no posto, coloca as peças nos tabuleiros termoplásticos. O operador do carrinho leva os tabuleiros para o posto da lavagem e aí deve existir um outro colaborador responsável apenas para a colocação de peças nos *panies*. Após a lavagem, o mesmo colaborador também é responsável pela recolocação das peças nos tabuleiros, que posteriormente o operador do carrinho leva para a linha de produção.

Neste caso, a empresa teria de estruturar o *layout* do posto da lavagem, colocando os stocks de *panies* nesse local, libertando espaço na linha de produção para mais máquinas de polimento, caso fosse necessário. Com esta implementação permitiria que o colaborador da linha de produção não parasse as suas funcionalidades, logo diminuía as perdas de tempo, aumentando a produção.

### • **Situação 6: Posto de montagem**

Em conjunto com uma das equipas da empresa Mepisurfaces, foi analisada uma situação no posto da montagem das braceletes. Este caso de estudo deveu-se a reclamações por parte do cliente, devido a um defeito na bracelete, que representava cerca de 15% das peças. Esse defeito chama-se “abertura fácil”, prendia-se na sua abertura, visto que não podia abrir mais de 15mm (1.5cm) e a mesma ultrapassa essa marca. Foi realizado um estudo pormenorizado no posto e efetuado um diagrama de causa-efeito com o objetivo de descobrir o que levaria a esse defeito. Numa primeira abordagem, verificou-se que os colaboradores não tinham a formação devida e nem cumpriam os procedimentos para a execução da mesma, ou seja, o colaborador colocava o tubo, unia a bracelete “fêmea” e “macho” e na prensa era posto o espigão que cravava a bracelete. Nesta operação, a prensa exercia uma força aplicada numa só extremidade da bracelete, e conseqüentemente a outra extremidade sofria um desnível.

Como proposta de melhoria é sugerido dar formação aos trabalhadores de forma a minimizar o defeito.



## 5. Implementação das Propostas de Melhoria

Neste capítulo é apresentada a sugestão de implementação de algumas propostas de melhoria. Não foram implementadas todas as propostas, devendo-se essa decisão ao custo de investimento e também ao tempo proposto. Portanto foram somente implementadas as seguintes melhorias:

- **Situação 1: Controlo de matéria-prima à receção**

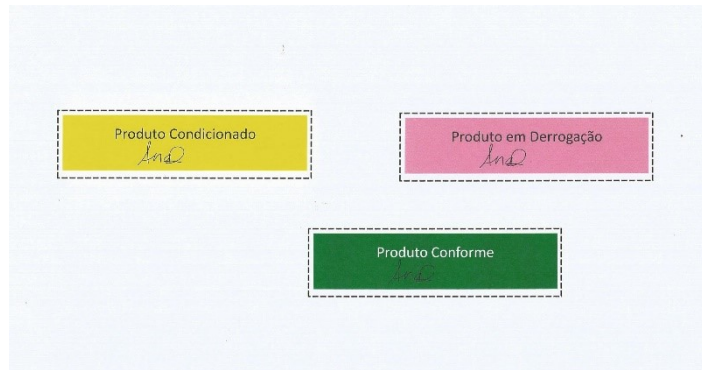
Nesta primeira situação foi implementado um registo de controlo na receção. Após apresentada a proposta de melhoria à organização, esse registo foi elaborado a partir de um *brainstorming* entre a organização e os clientes, com o intuito de criar um ponto de decisão relativamente à conformidade da matéria-prima. Através do ponto de decisão criado, levou a um crescimento de eficiência e eficácia no posto, uma vez que resultou na minimização dos desperdícios. A partir do plano de amostragem do registo de controlo, como se pode ver na figura 17, permitiu nessa seção reduzir os tempos de análises da matéria-prima e, por conseguinte, a redução das esperas na linha de produção. Também possibilitou a diminuição de entrada de lotes com defeitos na linha e por sua vez a diminuição de produtos defeituosos.

Plano de Amostragem				
Nº Peças por Lote	Nº Peças a Controlar	Limites de Aceitação		
		OK	COND.	NOK
1 a 8	Todas	Todas	>1	Defeito de Funcionalidade
9 a 50	8	4	> 4	
51 a 280	13	7	>7	
281 a 1200	20	10	>10	
1201 a 3200	32	16	>16	
>3200	32	16	>16	

**Figura 17:** Plano de amostragem do registo de controlo

Com base no registo de controlo, a identificação do lote condicionado (classificado como amarelo) proporciona à linha de produção, distinguir quais os lotes que precisam de um cuidado adicional para a elaboração da operação e consequentemente melhorar a eficiência do produto.

Para auxiliar o controlo da receção da matéria-prima, foram elaboradas etiquetas de identificação digitais (Figura 18) que vão acompanhar a ficha de controlo do produto, com o objetivo de proporcionar uma melhor gestão visual relativamente à conformidade das peças.



**Figura 18:** Etiquetas de identificação digitais

No Anexo A é exposto a folha de registo utilizada, realizada pela organização em conjunto com os clientes.

**Análise crítica:** Face ao plano de amostragem (Figura 17) apresentado pela organização e clientes, este não apresenta um plano lógico, uma vez que independentemente do número de peças por lote, não existe uma percentagem igual para cada lote que chega ao posto de controlo, ou seja, se chegar um lote com 50 peças, são controladas 8 o que perfaz uma percentagem de 16%, enquanto se chegar um lote de 280, são analisadas 13 peças e a percentagem é de apenas 4.6%, o que descreve um enorme decréscimo no número de peças controladas. Neste plano de amostragem, verifica-se que quanto maior o número de peças por lote, menor é a percentagem de peças controladas e deste modo, pode levar a um aumento de desperdícios, mais propriamente de defeitos no produto, devido a um baixo diagnóstico percentual de peças. Essas ações por sua vez, leva a linha de produção aumentar o número de defeitos e baixar a sua produtividade.

Neste caso, é aconselhado rever no plano de amostragem, o número de peças a controlar por quantidade de lote, de forma a controlar a quantidade de matéria-prima recebida. É importante salientar a proposta de melhoria apresentada anteriormente, onde foi mencionado o controlo de, por exemplo, 10% das peças. O objetivo desta ação é uniformização da percentagem de peças (quer seja 5%, 10% ou 15%) a serem controladas independentemente da quantidade recebida de peças por lote. Assim existiria uma igualdade no controlo, diminuindo a ocorrência de desperdícios.

- **Situação 2: Instruções de trabalho**

A empresa adotou a implementação de instruções de trabalho inseridas num manual de métodos operatórios, sendo colocado na linha a fim de ser disponibilizado para todos os colaboradores. Apenas em postos de trabalho críticos, ou seja, onde poderá ocorrer maior probabilidade de defeitos no produto, nesse local é disposto a instrução de trabalho e os cuidados a ter na realização da operação. Com a implementação das instruções de trabalho, permitiu controlar o processo de maneira que seja sempre realizado da mesma forma e mais eficiente, assegurando a qualidade e a produtividade. É de salientar aquando da contratação de novos colaboradores, a existência de instruções de trabalho é crucial para o sucesso e adaptação do mesmo. É um ponto fundamental para a padronização do processo, permitindo minimizar os desperdícios.

Apresentada a proposta de melhoria em elaborar uma nova ficha de controlo do produto, a organização concedeu e foi implementada na mesma. Na figura 19 pode ver-se a ficha de controlo, que apresenta todos os processos a realizar no produto, em que zonas esses processos são elaborados, uma descrição sumária de cada um e o espaço para a etiqueta de identificação digital. Esta ficha proporciona uma melhor gestão visual do processo produtivo e da conformidade do lote quando controlado à receção.

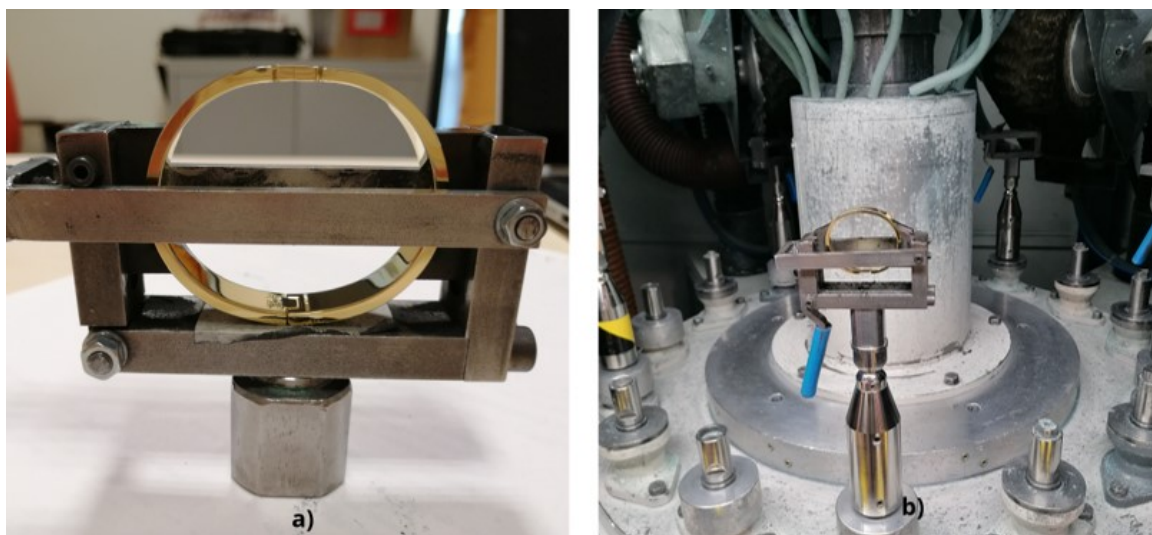
DATA DE LANÇAMENTO		REFERÊNCIA		Nº FOLHAS		Lote Nº		Setor:	
Código de Lote		DENOMINAÇÃO		QTD. TOTAL INCHORRA				REV 2	
ZONA	POSTO	PROCESSO	OPERAÇÕES	DESCRIÇÃO	INICIO	FIN	QTD OK	QTD REJ	QTD PAD
ITOK		Receção	1						
CONTROLO	UP	Controla	2	Controla Técnico a receção					
			3	Conexão das Peças					
			4	Montagem (Montagem do Produto L2)					
			5	Montagem (Montagem do Produto L3)					
			6	Montagem (Montagem do Produto L4)					
LAVAGEM	UP	Lavagem 01	7	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 02	8	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
LAVAGEM	UP	Lavagem 03	9	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 04	10	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
CONTROLO	UP	Controla	11	Controla					
		Montagem	12	Montagem Interior					
LAVAGEM	UP	Lavagem 05	13	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
		Lavagem 06	14	Lavagem S1 a 3					
CONTROLO	UP	Controla	15	Controla					
		Montagem	16	Montagem 1					
		Montagem	17	Montagem 2					
		Montagem	18	Montagem 3					
		Montagem	19	Montagem 4					
		Montagem	20	Montagem 5					
		Montagem	21	Montagem 6					
		Montagem	22	Montagem 7					
		Montagem	23	Montagem 8					
		Montagem	24	Montagem 9					
LAVAGEM	UP	Lavagem 07	25	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 08	26	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
LAVAGEM	UP	Lavagem 09	27	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 10	28	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
LAVAGEM	UP	Lavagem 11	29	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 12	30	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
CONTROLO	UP	Controla	31	Controla					
		Montagem	32	Montagem					
<b>RESUMILAGE *</b>									
LAVAGEM	UP	Lavagem 13	33	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 14	34	Lavagem S1 a 3					
CONTROLO	UP	Controla	35	Controla					
		Montagem	36	Montagem					
LAVAGEM	UP	Lavagem 15	37	Lavagem P1 a 3					Programa verde
		Lavagem 16	38	Lavagem S1 a 3					Fluxo nº 8
CONTROLO	UP	Controla	39	Controla					
		Montagem	40	Montagem					
ITOK		Receção	41	ITOK - Usar					Observações

**Figura 19:** Ficha de controlo

No Anexo B é apresentado um excerto de instruções de trabalho inserido no manual de métodos operatórios da empresa, elaborada através da análise e da sequência de operações, de modo a tornar mais eficaz o desempenho do trabalho.

- **Situação 3: Otimização de processos**

Após apresentada a proposta de melhoria à organização e com o apoio da equipa de métodos, a mesma foi implementada. Neste processo foi mandado criar uma pousagem para a bracelete de forma que a operação se realizasse nas bulas. Na figura 20, verifica-se a pousagem da bracelete e a colocação aquando da operação na bula.



**Figura 20:** a) Pousagem da bracelete b) Operação na bula

Nesta operação, existe um colaborador a colocar as braceletes na pousagem, a máquina gira e é feito primeiramente o polimento do fecho ou do espelho, conforme o lado que o colaborador põe a peça. Posteriormente, após uma volta completa, o colaborador vira a peça sendo feito o polimento do lado em falta.

Esta implementação veio trazer grandes vantagens à linha de produção. Na tabela 3 é visível o ganho em tempo da operação e o tempo total de uma peça. Verifica-se um ganho total de 9% na linha de produção, que conseqüentemente, resulta num aumento da produção.

**Tabela 3:** Resultados após a implementação da operação na bula

Braceletes	Operação	Versão A (Manual)	Versão B (Automático)
		Polimento fecho e espelho + barras	Polimento fecho e espelho (automático) + barras
	Tempos de operação (seg)	150	80
	Tempos total por peça (seg)	780	710
	Ganho por peça (seg)	70	
	Ganho total (%)	9%	

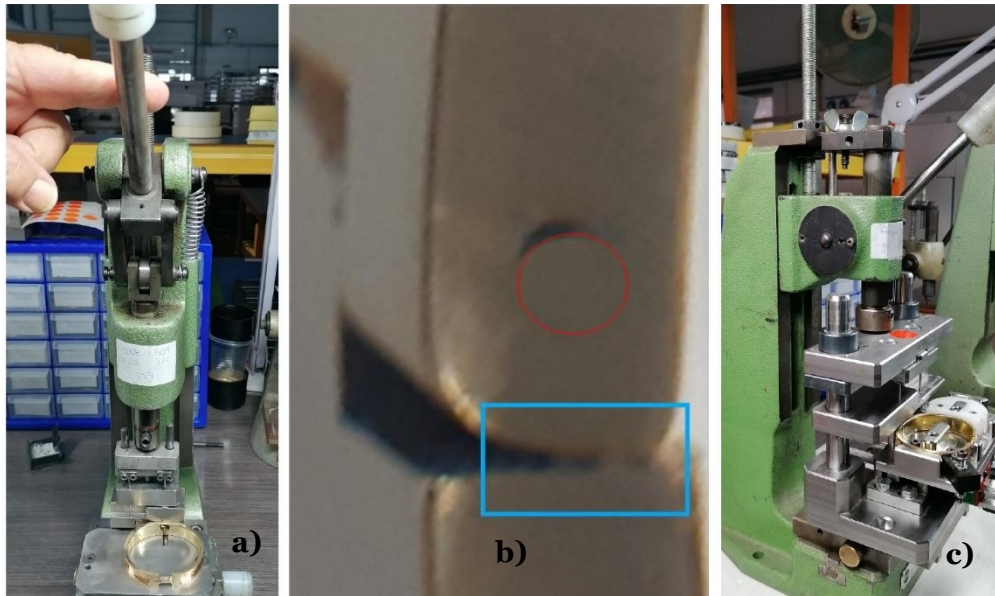
Com estas implementações, o fluxograma do processo produtivo sofreu alterações. No Anexo C é exposto o novo fluxograma do processo produtivo.

- **Situação 6: Posto de montagem**

Depois de sugerido a proposta de melhoria, foi dada formação aos trabalhadores de modo a cumprirem os procedimentos propostos, obtendo uma diminuição do desperdício, embora resultados pouco significativos. Além do primeiro defeito encontrado na bracelete, foi identificado mais outro defeito que poderá estar na origem deste primeiro. O segundo defeito, onde se encontra assinalado com um círculo vermelho é designado como “meia-lua” (Figura 21 b)), na colocação do espigão arrasta no orifício, ficando um defeito parecido a “meia-lua”.

Numa segunda abordagem ao problema, foi explorada a possibilidade de este ter origem na máquina. Na figura 21 a), verifica-se a máquina com um apoio instável, uma vez que a peça pode mexer-se se o colaborador não a segurar, e uma concentração de forças numa só zona, levantando a bracelete no lado oposto. Aquando da introdução do espigão no buraco da prensa, esse buraco apresenta uma abertura ampla, ou seja, uma folga excessiva para a realização da operação, originando um desvio na colocação do espigão (Figura 21 b) círculo vermelho).

Face a esses problemas diagnosticados, os responsáveis do caso de estudo reuniram-se com a administração tendo sido proposto a aquisição de uma nova máquina, de modo a colmatar os defeitos originados na peça. A mesma foi aceite e foi projetada a nova máquina. Foi proposto também a criação de uma plataforma para a nova prensa, de modo que a prensa fique no nível visual do operador. Na figura 21 c), está visível a nova prensa, com um sistema de colocação que não permite a deslocação da peça para os lados, com um instrumento de prender a mesma para não originar desnivelamento nem levantamento do lado oposto à concentração de forças. O orifício da colocação do espigão na prensa é ajustado, não existindo muita folga, permitindo que o espigão entre corretamente.



**Figura 21:** a) Prensa velha b) Defeito c) Prensa nova

Contudo, o defeito “meia-lua” continuava a aparecer em diversas peças. Esse defeito era originado devido à colocação do espigão no orifício da prensa, em que essa base era grossa e na sua colocação, o colaborador não tinha a percepção se o espigão estava bem colocado no orifício da bracelete. Ao não estar bem colocado, criava o defeito “meia-lua”. A proposta de solução passou por fresar a base onde está o orifício da prensa (Figura 22), permitindo assim, o colaborador ao colocar o espigão no orifício da prensa, tenha a percepção de que colocou o espigão no orifício da bracelete (entrada na perpendicular), não originando o defeito “meia-lua” nem “abertura fácil”.



**Figura 22:** Colocação do espigão no orifício

Ao fim de resolver esses dois defeitos, constatou-se em algumas peças que quando se abria a bracelete, a peça “macho” e “fêmea” arranhava uma na outra, originando um defeito no produto. Este terceiro defeito é designado como a folga entre bracelete “macho” e “fêmea” (Figura 21 b) retângulo azul). O requisito do cliente diz que a folga entre “macho” e “fêmea” deve ser entre 0.06mm a 0.30mm, não se verificando em algumas peças. Abordou-se este defeito para a matéria-prima e verificou-se que peças “macho” e “fêmea” quando não são da mesma referência, existe este defeito, visto que a fabricação de matéria-prima em máquinas diferentes origina folgas diferentes, porque cada máquina tem a sua folga. Neste caso, foi proposto garantir à receção que, cada peça “macho” e “fêmea” seja da mesma referência, de modo a não surgir este defeito neste posto. Contudo, também foi proporcionado ao colaborador um medidor de folgas para verificar a folga entre peças “macho” e “fêmea” no posto da montagem.

Face a essas propostas implementadas, houve uma melhoria a nível da expedição de produtos. Na figura 23, apresentam-se dois gráficos, o primeiro a evolução semanal de peças expedidas *versus* peças não expedidas devido a defeitos, a segunda, a evolução semanal de peças não expedidas devido a defeitos externos e internos à empresa. Constata-se que a partir da semana 10 houve um aumento progressivo da percentagem de produtos expedidos *versus* não expedidos. Nessa altura houve uma queda abrupta da produção devido à situação pandémica que atualmente ainda se enfrenta. Nesse período ainda se verifica um aumento de produtos defeituosos, sendo o pico na semana 13, com cerca de 51% dos produtos eram defeituosos.

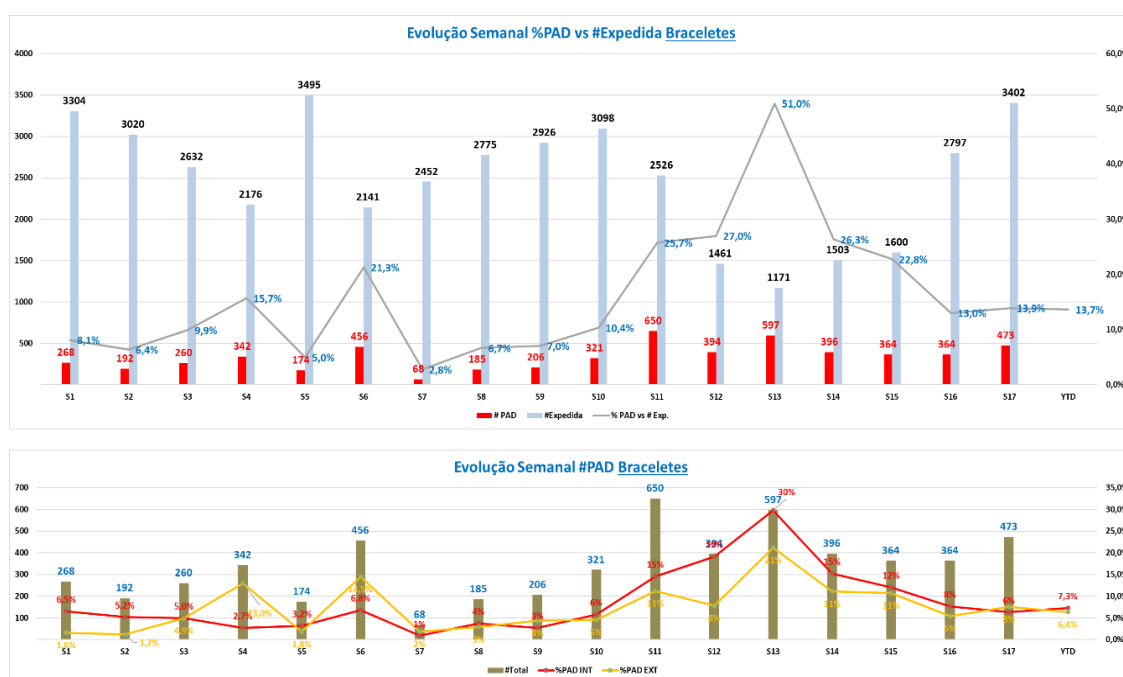


Figura 23: Evolução semanal de peças expedidas *versus* peças defeituosas (Mepisurfaces, Lda , 2021)

Através do segundo gráfico, observa-se que na mesma altura existiu um aumento de defeitos internos e também externos, com maior enfoque nos internos, devido ao posto da montagem. Nesse período foram implementadas algumas melhorias, já referidas anteriormente, aumentando gradualmente a expedição de produtos e diminuindo os defeitos, tanto internos como externos.

É de salientar com as implementações das propostas de melhoria levou a um aumento de eficiência e produtividade.

## **6. Conclusões**

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do desenvolvimento do caso de estudo e as propostas de trabalhos futuros. Nas conclusões faz-se um balanço sobre o objetivo principal e nas propostas de trabalhos futuros é descrito um ponto de situação sobre o que ainda pode vir a ser implementado na empresa.

### **6.1. Conclusões**

Este estudo enquadrou-se na política da melhoria contínua da empresa e na necessidade de eliminar possíveis desperdícios de forma a melhorar a eficiência do processo produtivo da linha das braceletes. O objetivo passou por analisar e identificar oportunidades de melhoria, propor soluções e tentar implementá-las.

O objetivo principal, desde o início era analisar todo o processo produtivo da linha das braceletes, identificando possíveis melhoria de forma a melhorar a eficiência e a produtividade. Neste caso, mesmo com as limitações impostas pela pandemia Covid-19 e devido ao tempo disponível por parte da empresa, foi possível alcançar o objetivo. Da mesma forma, os objetivos específicos definidos para o projeto que consistiram na definição de propostas de melhoria e na implementação das mesmas, também foram alcançados. É importante referir, ainda, que parte das propostas de melhoria não foram implementadas devido às tais limitações e tempo disponível.

Com a implementação das propostas houve uma melhoria da eficiência e da produtividade na linha de produção das braceletes. Comprova-se que, com a implementação da filosofia Lean, a empresa garante muitos benefícios, aumentando a qualidade do produto e também permite aumentar a competitividade entre empresas.

Por último, o estudo de caso permitiu ter um primeiro contato e compreender melhor o conceito de trabalho numa indústria real, sendo bastante benéfico para a minha vida profissional futura, uma vez que foi possível consolidar os conhecimentos teóricos e práticas através da observação e partilha de ideias.

### **6.2. Propostas de Trabalhos Futuros**

Observando as propostas de melhoria apresentadas no capítulo 4, é possível verificar que ainda existem duas situações a melhorar, particularmente a implementação do 5S no posto de controlo da qualidade, visto ser um dos postos mais importantes da empresa.

Como propostas futuras deve ser feita um estudo pormenorizado a cada linha/setor de produção, de forma a minimizar os desperdícios em todos os locais. Para isso, a empresa deve disponibilizar recursos humanos e tempo para implementar a metodologia Lean, de modo a obter melhores resultados.

É importante ministrar formação a cerca da filosofia Lean a todos os colaboradores, de modo a facilitar a mudança de cultura, tornando a empresa mais eficiente. Deverá ser implementado um sistema *Kanban* para permitir uma melhor gestão do processo produtivo. Após a deteção de um defeito, deve existir a necessidade de analisar a causa raiz, e consequentemente fazer um controlo.

Deve ser mantido os esforços em eliminar os desperdícios, contudo é importante que a empresa siga um pensamento Lean e que execute uma metodologia de melhoria contínua em todos os departamentos e não apenas nas linhas de produção.

## Bibliografia

Academy, L. (2020) *Apontamentos do curso: Pratical Lean Foundations*.

Alefari, M., Salonitis, K. e Xu, Y. (2017) «The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing», *Procedia CIRP*, 63, pp. 756–761. doi: 10.1016/j.procir.2017.03.169.

Belhadi, A. *et al.* (2018) «Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges», *Journal of Industrial and Production Engineering*, 35(6), pp. 368–382. doi: 10.1080/21681015.2018.1508081.

Botelho, J. M. e Cruz, V. A. G. (2013) *Metodologia científica*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Charrua-Santos, F. (2019) *Apontamentos da Unidade Curricular: Gestão de Operações I*. UBI, Covilhã.

Choy, L. T. (2014) «The Strengths and Weaknesses of Research Methodology: Comparison and Complimentary between Qualitative and Quantitative Approaches», *Journal of Humanities and Social Science*, 19(4), pp. 99–104.

Covas, M. (2020) *Apontamentos da Unidade Curricular: Metodologias de investigação em Engenharia e Gestão Industrial*. UBI, Covilhã.

Creswell, J. W. (2009) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 3.<sup>a</sup> ed. SAGE Publications, Inc.

Dilanthi, M. G. (2015) «Conceptual Evolution of Lean Manufacturing a Review of Literature», *International Journal of Economics, Commerce and Management United Kingdom*, III(10), pp. 574–585. Disponível em: <http://ijecm.co.uk/>.

Eaidgah, Y. *et al.* (2016) «Visual management , performance management and continuous improvement : a lean manufacturing approach».

Gupta, S. e Jain, S. K. (2013) «A literature review of lean manufacturing», *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), pp. 241–249. doi: 10.1080/17509653.2013.825074.

Holweg, M. (2007) «The genealogy of lean production», *Journal of Operations Management*, 25(2), pp. 420–437. doi: 10.1016/j.jom.2006.04.001.

Instituto Nacional de Estatística (2007) *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev. 3*. Lisboa. Disponível em: [https://www.ine.pt/ine\\_novidades/semin/cae/CAE\\_REV\\_3.pdf](https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf) (Acedido: 16 de Fevereiro de 2021).

Jastia, N. V. K. e Kodali, R. (2015) «Lean production: Literature review and trends», *International Journal of Production Research*, 53(3), pp. 867–885. doi: 10.1080/00207543.2014.937508.

Liker, J. K. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Editado por McGraw-Hill.

Liker, J. K. e Morgan, J. M. (2006) «The toyota way in services: The case of lean product development», *Academy of Management Perspectives*, 20(2), pp. 5–20. doi: 10.5465/AMP.2006.20591002.

Mepisurfaces Lda (2021) *Manual de Acolhimento*. Covilhã.

Mostafa, S., Dumrak, J. e Soltan, H. (2015) «Lean Maintenance Roadmap», *Procedia Manufacturing*, 2(February), pp. 434–444. doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.076.

Nash, M. A. e Poling, S. R. (2008) *Mapping the total value stream - A comprehensive guide for production and transactional processes*. Editado por Taylor & Francis Inc.

Ohno, T. (1988) *Toyota production system - Beyond large-scale production*. Editado por Taylor & Francis Inc.

Oliveira, J., Sá, J. C. e Fernandes, A. (2017) «Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company», *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1082–1089. doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.139.

Pinto, J. P. (2014) *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. 6.<sup>a</sup> ed. Editado por Lidel.

Queirós, A., Faria, D. e Almeida, F. (2017) «Strengths and Limitations of Qualitative and Quantitative Research Methods», pp. 369–387. doi: 10.5281/zenodo.887089.

Shah, R. e Ward, P. T. (2007) «Defining and developing measures of lean production», *Journal of Operations Management*, 25(4), pp. 785–805. doi: 10.1016/j.jom.2007.01.019.

Stamm, M. L., Neitzert, T. R. e Singh, D. P. K. (2009) «TQM, TPM, TOC, Lean and Six Sigma-evolution of manufacturing methodologies under the paradigm shift from Taylorism/Fordism to Toyotism», *School of Engineering AUT University*, (1), pp. 1–10. Disponível em: <http://aut.researchgateway.ac.nz/handle/10292/3858>.

Stone, K. B. (2012) «Four decades of lean: A systematic literature review», *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), pp. 112–132. doi: 10.1108/20401461211243702.

Womack, J. P. e Jones, D. T. (2008) «Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation», *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), pp. 1148–1148. doi: 10.1038/sj.jors.2600967.

Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. (1990) *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates.


Yahya, M. S. *et al.* (2016) «A review on the selection of lean production tools and techniques», *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(12), pp. 7721–7727.



# Anexos




## Anexo A

### Registo de Controlo na Receção

		Elaborado por: NC		<b>Registo de Controlo na Receção</b>			FMQUA 15				
Aprovado por: RP		Designação: Referências:									
<b>Imagem</b>		<b>Pontos Críticos de Controlo</b>		<b>Plano de Amostragem</b>							
		Verificar em cada Lote:		Nº Peças por Lote		Nº Peças a Controlar		Limites de Aceitação			
				1 a 8		Todas		OK		COND.	NOK
				9 a 50		8		Todas		>1	
				51 a 280		13		4		>4	
				281 a 1200		20		7		>7	
		Nota1: A amostragem tem que ser distribuída pelos vários tabuleiros;		1201 a 3200		32		10		>10	
		Nota 2: Condicionado Informar Resp. Metodos e Resp. Logística;		>3200		32		16		>16	
		Nota3: NOK só para defeitos funcionais e informar Controlo de Qualidade.						16		>16	
<b>Registo efectuado pelo Operador</b>											
H.Inicial		QTT Total do Lote		Nº Peças Controladas		Defeitos encontrados		Avaliação Final Lote		Controlado Data	
H. Final		O.S.		Fornecedor		OK Verde		OK COND. Amarelo		NOK Vermelho	

## Anexo B

### Instruções de trabalho

Operação	Descrição das Operações	Documentação
1	Controlo à Técnico à receção	FM QUA 15 - Registo de controlo à receção FM QUA 20 - Carta de controlo
2	Operação que não esteja incluída no processo de fabrico do Produto. Operação realizada conforme definição e validação pelo Departamento de Engenharia e Métodos.	FM IND 03 - Folha de Lote FM IND 06 - Ensaios FM IND 38 - DGT
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verificar Brosse(s) a utilizar e/ou montar -Brosse 1) - Colocar pano azul (Bsky)</li> <li>2) Regular a máquina com a velocidade de 5000 rpm</li> <li>3) Colocar pasta amarela (Goldry)</li> <li>4) Dar brilho nas pontas (Macho + Fêmea)</li> <li>5) Executar a tarefa manualmente</li> </ol>	 FM IND 03 - Folha de Lote IQ 08 - Instrução de autocontrolo
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verificar Brosse(s) a utilizar e/ou montar -Brosse 1) - Colocar Feltro 0,52</li> <li>2) Regular a máquina com a velocidade 5000 rpm</li> <li>3) Colocar pasta vermelha (LKGB)</li> <li>4) Desbastar a meia lua da Bracelete</li> <li>5) Executar tarefa manualmente com posagem</li> </ol>	 FM IND 03 - Folha de Lote IQ 08 - Instrução de autocontrolo
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Colocar lixa 800 com fita cola dupla face no vitax</li> <li>2) Regular a máquina com a velocidade 5000 rpm</li> <li>3) Colocar Sebo (Combo SR)</li> <li>4) Lapidar as pontas da bracelete</li> <li>5) Executar tarefa manualmente</li> </ol>	 FM IND 03 - Folha de Lote

## Anexo C

### Novo fluxograma do processo produtivo

