



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

**Aplicação da Metodologia SMED  
numa Empresa de Fabrico de Colchões  
Estudo de caso**

**Ana Catarina Moita Albuquerque**

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

Orientadora: Prof. Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima

**Covilhã, outubro de 2017**



# Agradecimentos

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio e disponibilidade de todas as pessoas que tornaram este trabalho possível, e a quem pretendo expressar o meu reconhecimento e agradecimento, nomeadamente:

À Professora Doutora Tânia Daniela Lima, pela sua orientação e disponibilidade.

À empresa Novaqui, o meu agradecimento pela oportunidade de realizar o estudo de caso e pela disponibilidade das informações para que o estudo pudesse ser realizado. E a todos os colaboradores, pela simpatia, amabilidade e cooperação ao longo de todo o projeto.

À minha família, pelo apoio, incentivo e por estarem sempre presentes.

Ao meu namorado pelo suporte, ajuda, paciência e compreensão no desenvolvimento deste trabalho.

E em particular os meus maiores agradecimentos à minha mãe por todo o afeto e apoio incondicional com que sempre pude contar, pois sem ela este momento não seria possível.

Por fim, de uma forma geral, gostaria ainda de agradecer a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto.



# Resumo

Num mercado cada vez mais competitivo, torna-se imperativo implementar metodologias que permitam identificar todas as atividades que não acrescentam valor, no sentido da otimização e melhoria dos processos produtivos. A filosofia Lean permite dar resposta a estas necessidades das empresas, porque se apoia em diversas ferramentas que permitem analisar, detetar e tomar medidas que possibilitam a eliminação dos desperdícios, contribuindo para a redução dos custos e melhoria da qualidade dos produtos e serviços.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação consistiu na aplicação e desenvolvimento da metodologia SMED assim como, a aplicação das ferramentas 5S, Standardized Work, Visual Management, com o intuito de otimizar o processo de *setup*, diminuindo o tempo e os desperdícios em acolchoadoras de tampos de colchões, na empresa Novaqui. S.A.

Através da aplicação dos conceitos e metodologia usada foi possível reduzir os tempos de *setup* para metade, na ordem dos 50% a 60%. Verificando-se, portanto que através da aplicação de ferramentas Lean, é possíveis melhorias significativas e eliminar desperdícios, tornando assim a empresa mais competitiva.

## Palavras-chave

Ferramentas Lean, SMED, Setup, 5S, Standardized Work, Visual Management.



# Abstract

In an increasingly competitive market, it becomes imperative to implement methodologies that allow identifying all activities that do not add value, in the sense of optimizing and improving production processes. The Lean philosophy enables companies to respond to these needs because it relies on a variety of tools to analyze, detect and take measures to eliminate waste and reduce costs and improve the quality of products and services.

The work developed in this dissertation consisted of the application and development of the SMED methodology as well as the application of the 5S tools, Standardized Work, Visual Management, in order to optimize the setup process, reducing time and waste in mattress toppers, in the company Novaqui.SA.

Through the application of the concepts and methodology used it was possible to reduce setup times by half, in the order of 50% to 60%. Thus, by applying Lean tools, it is possible to significantly improve and eliminate waste, thus making the company more competitive.

# Keywords

Tools Lean, SMED, Setup, 5S, Standardized Work, Visual Management.



# Índice

<b>Capítulo 1</b>	<b>1</b>
Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Motivações	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Metodologia	3
1.5. Estrutura	5
<b>Capítulo 2</b>	<b>7</b>
Enquadramento Teórico	7
2.1. Lean Production	7
2.1.1. Origem e Conceitos	7
2.1.2. Pensamento	9
2.1.3. Desperdícios	11
2.1.4. Princípios	13
2.1.5. Benefícios	15
2.1.5. Ferramentas	15
2.2. SMED	20
2.2.1. Processo de Setup	20
2.2.2. Definição de SMED	21
2.2.3. Contexto Histórico do SMED	21
2.2.4. Descrição da Metodologia SMED	22
2.2.5. Benefícios do SMED	23
<b>Capítulo 3</b>	<b>25</b>
Caracterização do Estudo de Caso	25
3.1. O Grupo	25
3.2. Processo Produtivo	26
3.3. Caracterização do Setor	27
<b>Capítulo 4</b>	<b>29</b>
Aplicação do SMED	29
4.1. Reconhecimento e Análise do Processo Atual	29
4.1.1. Descrição do Processo de Setup	29
4.1.2. Levantamento e Classificação das Operações Realizadas	30
4.1.3. Diagnóstico Inicial	31
4.2. Separação das Operações Externas das Internas	36
4.3. Reestruturação do Setup	37
4.4. Propostas de Melhorias	38
<b>Capítulo 5</b>	<b>43</b>
Implementação das Propostas de Melhoria	43
5.1. Implementações	43
5.2. Resultados Obtidos	45
<b>Capítulo 6</b>	<b>49</b>
Conclusões	49
Referências Bibliográficas	51
Anexos	63



# Lista de Figuras

Figura 1: Acolchoadora _____	29
Figura 2: Máquina de corte _____	29



# Lista de Gráficos

Gráfico 1: Tempo total dos <i>setups</i> registados_____	31
Gráfico 2: Tempo médio despendido dos <i>setups</i> e das operações internas e externas _____	31
Gráfico 3: Operações internas que consomem mais tempo de <i>setup</i> _____	32
Gráfico 4: Percentagem da pré-preparação do <i>setup</i> _____	34
Gráfico 5: Descrição das deslocações efetuadas nos <i>setups</i> _____	34
Gráfico 6: Descrição das afinações realizadas _____	35
Gráfico 7: Tempos totais de <i>setup</i> antes e depois das implementações _____	46
Gráfico 8: Tempos médio dos <i>setup</i> antes e depois bem como a sua diferença _____	46



# Lista de Tabelas

Tabela 1: Atividades ocorridas no <i>setup</i> _____	30
Tabela 2: Tipos de esperas realizadas na acolchoadora 2 e 3 _____	33
Tabela 3: Divisão das operações internas das externas _____	36
Tabela 4: Nova sequência de operações a ser realizada durante o <i>setup</i> _____	37
Tabela 5: Proposta de melhorias segundo a operação _____	38
Tabela 6: Tempos médios das operações do <i>setup</i> antes e depois _____	46



# Lista de Acrónimos

5S	Seiri - Seiton - Seiso - Seiketsu - Shitsuke
JIT	Just-In-Time
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPS	Toyota Production System
VM	Visual Management
VSM	Value Stream Mapping



# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo é apresentado o enquadramento desta dissertação, a motivação para a sua realização, os objetivos gerais e específicos definidos, a metodologia utilizada e a estrutura deste trabalho.

### 1.1. Enquadramento

A globalização do mercado criou a necessidade de as empresas aumentarem a sua competitividade e a flexibilidade da produção exigindo uma maior eficiência na execução dos processos produtivos, a fim de melhorar o atendimento ao cliente (Méndez et al., 2015). Atualmente, os clientes exigem produtos com elevada qualidade, a um preço razoável e num tempo de resposta curto (Boran e Ekincioğlu, 2017). Deste modo, a capacidade de executar processos de preparação rápida é amplamente reconhecida como um requisito essencial para a flexibilidade e a produção de pequenos lotes (Costa et al., 2013a).

Nesse sentido, os fabricantes precisam encontrar formas de reduzir o tempo e o custo de produção para melhorar o desempenho operacional e a qualidade do produto (Rahul et al., 2012). Dentro deste complexo ambiente, os *setups* são um componente crucial das empresas. Representando um conjunto de atividades necessárias, mas sem valor agregado, à mudança de um produto para outro (Gungor e Evans, 2015). Portanto, as empresas são obrigadas a produzir lotes menores (Boran e Ekincioğlu, 2017).

A maioria das iniciativas para a redução do tempo de *setups* tem sido associada à metodologia SMED (Pawłyszyn et al., 2014). A metodologia SMED é uma das ferramentas do Lean, que consiste num conjunto de técnicas que permitem reduzir o tempo de mudança de referências e fornecer uma troca rápida de equipamentos (Almomani et al., 2013). O SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo no Japão nos anos 50 em resposta às necessidades de produzir tamanhos de lotes menores e satisfazer a flexibilidade necessária para a procura dos clientes (Ulutas, 2011).

A metodologia SMED contribui para a melhoria da produtividade, reduzindo os tempos perdidos durante as preparações entre os lotes a serem produzidos (Shibuya e Exchange, 2010).

A redução de *setups*, pode gerar inúmeros benefícios, nomeadamente a redução de desperdícios, melhoria na flexibilidade dos processos produtivos, redução do tamanho dos lotes, baixos níveis de *stock* de produtos, melhoria no fluxo, na qualidade, na padronização e

simplificação das operações, redução do tempo não produtivo, custos mais baixos e redução do tempo necessário para responder às ordens dos clientes, sente este um ator importante para a sobrevivência das empresas (Johnson, 2003).

O estudo de caso apresentado neste trabalho foi desenvolvido no âmbito da dissertação de mestrado do curso de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade da Beira Interior e realizado numa das fábricas compostas pelo grupo Aquinos. S.A, a Novaqui - Equipamentos e Mobiliário de conforto, S.A, situada em Tábua, distrito de Coimbra, onde se dedica ao desenvolvimento e produção de colchões.

Nas páginas seguintes, será exposto como foi implementada a metodologia SMED, as análises e estudos efetuados para determinar os desperdícios a elas associados, e quais as possíveis oportunidades de melhoria, assim como as implementações realizadas e os resultados obtidos.

## **1.2. Motivações**

Atualmente devido à globalização, as empresas enfrentam sucessivas alterações de mercado, maior diversificação dos produtos, o que torna a flexibilidade operacional, a eliminação de atividades que não acrescentam valor e a rapidez de resposta ao cliente em fatores chave para a sobrevivência de qualquer organização (Cakmakci e Karasu, 2007).

Nesse contexto, a motivação da presente dissertação fundamentou-se em reduzir os tempos de *setup*, identificando os desperdícios e implementado melhorias que resultassem numa maior flexibilidade da produção, na maximização das operações, numa maior produtividade e na redução dos custos.

## **1.3. Objetivos**

O objetivo principal desta dissertação, proposto pela empresa, consiste na redução do tempo de *setups* em duas acolchoadoras na secção de corte e acolchoamento, onde são produzidos os tampos superiores e inferiores de um colchão.

Como objetivos específicos, o projeto passa pela redução do *setup* e aumento da flexibilidade da produção.

Os objetivos definidos para o projeto, enquadram-se no âmbito da melhoria contínua e na eliminação do desperdício, dois pontos fulcrais quando se fala em flexibilidade e competitividade.

Mais concretamente esta dissertação propõe uma análise e diagnóstico aos processos inerentes ao *setup*, ao desenvolvimento de propostas de melhoria dos processos recorrendo à aplicação de ferramentas associadas ao Lean *Production*, implementação dessas propostas na secção em estudo e análise dos resultados obtidos.

## 1.4. Metodologia

A palavra metodologia significa etimologicamente, o estudo dos caminhos, dos instrumentos usados para se fazer pesquisa científica que responde à pergunta: como fazer? (Nicholas, 2011).

Para Gerhardt e Silveira (2009), a metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma investigação ou um estudo. A metodologia interessa-se pela validade do caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pela investigação.

O processo de investigação, foi constituído pelas seguintes fases:

### **Formulação do problema de investigação**

É uma fase muito importante, que é a definição e a delimitação do problema do estudo. Todas as investigações se iniciam pela formulação de um problema e desenvolve-se através da procura de uma solução para esse problema (Bell, 1997).

Um dos principais problemas da indústria é o cumprimento dos prazos de entrega do produto ao cliente, o que torna a redução do tempo de setup cada vez mais importante em empresas com uma grande variedade de produtos (Méndez et al., 2015).

### **Especificação dos objetivos**

O objetivo define de modo mais claro e direto, os aspetos do problema (Dawson, 2002).

O objetivo geral desta dissertação consiste na aplicação da metodologia SMED, com vista à identificação e eliminação de desperdícios durante o processo de troca de referência.

Simultaneamente, como objetivos específicos, o projeto passa pela redução do *setup* e o aumento da flexibilidade da produção.

Os objetivos definidos para o projeto, enquadram-se no âmbito da melhoria contínua e na eliminação do desperdício, dois pontos fulcrais quando se fala em flexibilidade e competitividade.

### **Questão de investigação**

A melhor forma de começar um trabalho de pesquisa, segundo Yin (2009), é formular um trabalho a partir de uma questão inicial. Através da questão, é possível expressar com maior rigor o que se pretende.

Com o estudo deste caso pretendeu-se obter resposta para a seguinte questão de investigação: existirão vantagens resultantes da implementação da metodologia SMED na empresa em estudo?

### **Definição da metodologia da investigação**

Após a formulação dos problemas e dos objetivos, surge a necessidade de descrever o tipo de investigação, na qual são indicados os passos que serão dados e a sua sequência, contribuindo assim para a sustentação da investigação (Fathalla, 2004).

O Método científico é um conjunto de processos ou operações mentais que devemos empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa (Neves e Domingues, 2007).

O método científico aplicado foi o dedutivo, fazendo uma análise de problemas do geral para o particular, através de uma cadeia de raciocínio decrescente (Fathalla, 2004).

A pesquisa recorre a uma abordagem qualitativa, no qual o ambiente natural é a fonte direta para a recolha de dados e interpretação de fenómenos (Biggam, 2008).

A pesquisa é considerada exploratória, pois o estudo teve como objetivo dar ao investigador um maior conhecimento sobre o tema (Severino, 2000).

O método de investigação utilizado é o estudo de caso. Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade, uma instituição, um sistema, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação, procurando descobrir o que há de mais essencial e característico (Gil, 2002).

### **Recolha de dados**

A recolha de dados é a procura de informações para a elucidação do fenómeno ou facto que o investigador quer estudar (Alyrio, 2009).

O levantamento bibliográfico tem a finalidade de proporcionar uma visão mais clara do tema e o aprimoramento do problema de investigação-

Para a elaboração do enquadramento teórico foram consultados livros, artigos científicos e dissertações de mestrado.

Na recolha de dados na empresa, foi utilizado a medição de tempos, que tem como base o estudo de tempos e os movimentos para melhorar as operações numa linha de produção.

As observações diretas, permitiram à autora conhecer as situações e problemas a estudar, avaliando pessoalmente as condições, no qual ocorriam as situações em estudo.

As entrevistas não-estruturadas, o entrevistado pode falar livremente a respeito do tema pesquisado (Gerhardt e Silveira, 2009).

### **Análise de dados**

A análise de dados teve como objetivo organizar os dados de forma que fique possível o fornecimento de respostas para o problema proposto (Gil, 2002).

Na análise de dados foi empregue uma análise estatística descritiva, em que engloba a obtenção dos dados estatísticos e ainda a obtenção de informações que auxiliam na descrição do fenómeno observado (Neves e Domingues, 2007).

A Análise estatística, analisou diversas relações que existem entre as variáveis e fatores considerados, de forma a interpretar os dados e retirar conclusões. Esta análise implica processamento de dados, através da apresentação de gráficos, tabelas para a sua interpretação (Laville e Dionne, 2008).

#### **Interpretação dos resultados**

No processo de interpretação dos resultados não existe normas acerca dos cuidados que os pesquisadores devem tomar, apenas recomendações (Neves e Domingues, 2007). Porém a análise deve atender aos objetivos da investigação e comparar e confrontar relações observadas, a fim de responder às questões do estudo (Gil, 2002).

### **1.5. Estrutura**

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, onde é apresentado um enquadramento sobre a temática em estudo, as motivações, os objetivos, a metodologia e a estrutura. O segundo capítulo é constituído pelo enquadramento teórico das temáticas estudadas. No terceiro capítulo é apresentada a caracterização da empresa o seu processo produtivo e a caracterização do setor produtivo. O quarto capítulo diz respeito aplicação da metodologia SMED onde é feito o reconhecimento e a análise do processo, a separação das operações internas das externas, a reestruturação do processo de mudança de referência e finalmente são apresentadas as propostas de melhoria. No quinto capítulo é apresentada a implementação das sugestões de melhoria e são apresentados os resultados obtidos. Por fim no sexto capítulo são apresentadas as conclusões sobre o trabalho desenvolvido.



# Capítulo 2

## Enquadramento Teórico

### 2.1. Lean Production

Neste capítulo é apresentada uma abordagem à Lean Production nomeadamente, a sua origem e os principais conceitos, o pensamento Lean, o conceito de desperdícios, os princípios do Lean, os seus benefícios e por fim, são apresentadas algumas das ferramentas da Lean Production.

#### 2.1.1. Origem e Conceitos

O conceito Lean foi desenvolvido por Taiichi Ohno na Toyota Motor Company na década de 1950 como uma técnica inovadora baseada na padronização do trabalho e da linha de montagem do fordismo (Womack et al., 1990).

Conceito da filosofia Lean teve origem na necessidade dos fabricantes japoneses reduzirem os seus desperdícios, quando enfrentaram uma grande escassez de recursos materiais, financeiros e humanos após a Segunda Guerra Mundial (1939-45) (Sundar et al., 2014).

Por seu lado, as indústrias Europeia e Norte-Americana dominavam os mercados e gozavam de enormes capacidades e de recursos (Shah e Ward, 2003).

Perante tais circunstâncias os primeiros líderes industriais japoneses, como *Toyoda*, *Shigeo Shingo* e *Taiichi Ohno*, tiveram que encontrar novos métodos para reduzir custos e permanecer no mercado, criando assim um novo sistema, disciplinado e orientado para o processo, resultando no nascimento das teorias e princípios Lean.

Os princípios Lean baseavam-se numa filosofia de produção que se concentrava na racionalização do valor e na eliminação de desperdícios dentro do processo. Conceito hoje conhecido como o "Toyota Production System", que revolucionou a indústria automóvel com a filosofia de melhoria, com envolvimento e participação de todos os colaboradores, com a introdução de práticas de prevenção de erros e com o desenvolvimento de um sistema de controlo (Rewers et al., 2016).

Utilizou-se a palavra "Lean" (magro) para referir a utilização de "apenas o necessário" pela primeira vez em 1988 por Krafcik, no artigo "Triumph of the Lean Production System" e posteriormente, por Womack, Jones e Roos em 1991 no livro "The Machine That Changed the World", onde referem o termo produção Lean para descrever o sistema de produção da Toyota (Mostafa et al., 2013).

O "Toyota Production System", tornou-se a base do que é hoje o Lean (Fawaz A. Abdulmalek, 2006). Uma filosofia de produção que enfatiza a minimização da quantidade de todos os recursos utilizados nas diversas atividades, com ênfase na eliminação de todas as formas de desperdício e da simplificação da produção e dos processos (Anvari et al., 2010). O Lean de acordo com Matías e Idoipe (2013), é a aplicação sistemática e regular de um conjunto de técnicas de produção que procura alcançar a melhoria dos processos produtivos, reduzindo todos os tipos de desperdícios nos processos ou nas atividades que usam mais recursos.

Wokman e Jones (2003), definem o termo Lean como um sistema que utiliza menos, para criar os mesmos resultados que os criados por um sistema tradicional de produção em massa, fabricando apenas o que é necessário para o cliente, quando é necessário e nas quantidades encomendadas. Produzindo de forma a minimizar o tempo necessário para entregar os produtos acabados, a quantidade de mão-de-obra exigida e o espaço necessário, e é feito com a mais alta qualidade e a baixo custo.

Para Ehrlich (2002), o Lean é uma filosofia, baseada em pessoas, que define a forma de melhoria e otimização de um sistema de produção com foco na identificação e eliminação de todos os tipos de desperdícios ou atividades que usam mais recursos do que o estritamente necessário.

Já para Gupta e Jain (2013), o conceito fundamental do Lean é fornecer um produto de qualidade, garantindo também que o produto não custe demais para o cliente eliminando o desperdício através da melhoria contínua.

Conforme Alotaibi e Alotaibi (2016), o conceito Lean traduz-se em minimizar o espaço de produção, o tempo de mercado, o inventário e o esforço humano desnecessário, para se tornar mais receptivo às demandas do cliente, produzindo produtos e serviços de alta qualidade da maneira mais econômica e eficiente.

A partir das várias definições, é possível determinar que o Lean é um conceito multifacetado, podendo ser descrito como um modo, um processo, um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas, uma abordagem, um conceito, uma filosofia, uma prática, um sistema, um programa, um paradigma de fabricação ou um modelo (Bhamu e Sangwan, 2013).

## 2.1.2. Pensamento

Lean Production evoluiu para um paradigma de pensamento, cujo objetivo se centra na procura contínua da eliminação de todos os tipos de desperdícios (Womack e Jones, 1996).

Tronou-se um sistema sociotécnico de melhoria contínua, direcionado para o cliente, identificando, criando e trabalhando o valor num fluxo produtivo através da redução de todas as formas de desperdício (Gupta e Jain, 2013).

O objetivo último do pensamento Lean passa pela conceção de produtos de qualidade, no tempo certo, na quantidade certa e ao mínimo custo possível (Mahapatra e Mohanty, 2007).

E é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, de fazer cada vez mais com menos, de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo um *feedback* imediato sobre os esforços para transformar o desperdício em valor (Earley, 2016).

O pensamento Lean baseia-se em vários conceitos chave, nomeadamente:

**Valor** - É o ponto de partida essencial para o pensamento lean. O valor só pode ser definido pelo cliente final. O cliente é o ponto-chave de uma organização. Distinguir entre o valor agregado e o não agregado nos processos, operações, procedimentos, ferramentas e técnicas contribui para a satisfação dos requisitos do cliente (Melton, 2005).

**Eliminação de desperdícios** - Tudo aquilo que interrompa a satisfação dos requisitos do cliente precisa de ser eliminada. O desperdício não só interfere na satisfação dos requisitos do cliente como aumenta os custos operacionais (Kliem, 2016).

**Melhoria contínua** - O Lean depende muito do conceito de melhoria contínua, que consiste na procura da perfeição em todos os níveis de uma organização. A melhoria contínua é reconhecida como uma das formas mais eficientes de aumentar a competitividade de uma empresa (Bessant et al., 2001).

**Qualidade** - Num sistema Lean, a qualidade é fundamental para satisfazer o cliente. A melhor maneira de oferecer qualidade ao cliente é abordá-la na fonte, porque não abordar a qualidade na sua origem pode levar a retornos e insatisfação por parte do cliente (Satao et al., 2012).

**Sistema Pull** - Iniciar a produção a partir de um pedido solicitado pelo cliente final, em detrimento da produção para acumulação de *stocks* evitando assim o desperdício, como *stocks* excessivos ou sobreprodução (Dilanthi, 2015).

**Integração** - O fluxo contínuo de um ou mais processos exige que cada elemento dentro dele forneça *output* necessário para servir como *input* aos outros elementos. Através da

integração, um fluxo contínuo pode ocorrer com pouco ou nenhum desperdício. Isso, por sua vez, ajuda em grande parte a satisfazer os requisitos do cliente (Shah e Ward, 2003).

**Padronização** - A padronização tem como objetivo definir especificações técnicas de modo a uniformizar o processo. Aplica-se a processos, a operações, a procedimentos, a ferramentas e a técnicas para que o fluxo contínuo flua com consistência, reduzindo os tempos de configuração e de ciclo, proporcionando uma maior flexibilidade para atender aos requisitos do cliente. A falta de padronização geralmente resulta em desperdícios, o que pode interromper o fluxo contínuo necessário para satisfazer a procura do cliente (Sundar et al., 2014).

**Visualização do sistema** - Os gráficos têm um papel importante no sistema Lean, sendo usados para capturar e melhorar os fluxos do processo, para parar a produção quando surge um problema, para refletir o progresso em relação aos principais indicadores de desempenho e para comunicar informações a vários níveis de uma organização de modo a tratar decisões e ações de forma rápida e efetiva e para garantir o fluxo contínuo (Krafcik, 1988).

**Cultura organizacional** - É necessário envolver e comprometer os colaboradores com os desafios e com a melhoria de processo, para isso os gestores e a administração devem se apoiar e compartilhar informações com as pessoas que estão em níveis mais baixos na hierarquia organizacional (Earley, 2016).

**Educar as pessoas** - Para implementar o sistema Lean com sucesso, as pessoas devem ter a compreensão e o conhecimento necessários dos conceitos, ferramentas e técnicas Lean. Devendo-se investir na educação e na formação (Rewers et al., 2016).

**Confiança** - O sistema Lean salienta a confiança nas pessoas que fazem o trabalho, reunindo os seus talentos e conhecimentos. Para que as pessoas apresentem ideias para que permitam melhorar o desempenho do processo. Este conceito exige que a administração confie nas pessoas para fazer o que é certo, em termos da satisfação do cliente através da melhoria do processo (Vastag e Montabon, 2001).

**Tecnologia** - A tecnologia suporta e facilita a execução dos processos, das operações, dos procedimentos, das ferramentas e das técnicas. A tecnologia auxilia a organização a alcançar a excelência e serve como um meio para remover obstáculos operacionais (Kliem, 2016).

### 2.1.3. Desperdícios

O pensamento Lean tem como foco principal a eliminação de desperdícios em todas as etapas e em todos os níveis do processo produtivo (Leite e Vieira, 2015).

O desperdício, ou *Muda* em japonês, é definido como todas as atividades que consomem recursos, adicionam custos e não acrescentam valor para o cliente (Drozda e Valério, 2017).

Para eliminar o desperdício, é necessário identificá-lo. Para a identificação do desperdício é necessário classificar todas as atividades do processo de forma a distinguir aquelas que acrescentam valor ao produto das que não acrescentam (Melton, 2005).

Foram identificados na revisão bibliográfica sobre a temática do Lean, oito tipos de desperdícios, cuja minimização ou mesmo eliminação é fundamental para a boa performance de uma empresa (Miller et al., 2010).

#### **Produção em excesso**

Este desperdício ocorre quando aquilo que é produzido é superior ao que é encomendado pelo cliente. A produção em excesso é o pior dos desperdícios, já que tende a originar outros tipos de desperdícios, como os *stocks*, o consumo excessivo de recursos, de matérias e de equipamentos (Apreutesei et al., 2010).

#### **Processamento inadequado**

É considerado desperdício qualquer operação que seja desnecessária na execução de um produto e que não lhe acrescente qualquer tipo de valor (Dilanthi, 2015). Este tipo de desperdício surge na maioria das vezes, quando existe uma definição inadequada dos requisitos dos clientes, falta de formação e ausência de instruções de trabalho. Este desperdício pode ser combatido através da formação dos trabalhadores, ou aplicação de metodologias de engenharia de modo a simplificar ou reduzir o número de operações (Costa, 2013).

#### **Stock**

É o inimigo da qualidade e da produtividade. O desperdício relacionado com o *stock* é causado pelo armazenamento de produtos em quantidades superiores às realmente necessárias (Melton, 2005). Na origem deste desperdício estão frequentemente previsões de vendas incorretas, fraco planeamento e acompanhamento de inventários e fornecedores que não cumprem com os requisitos de quantidade, prazo e qualidade (Hayen, 2012).

O excesso de stock possibilita a utilização excessiva de recursos, de movimentação, ocupação extra de espaço, produtos fora de série, problemas de qualidade assim como, custos de armazenamento e capital empatado (Peter Hines e Rich, 1997).

### **Esperas**

Trata-se do período em que o material, as pessoas, o equipamento ou a informação se encontram indisponíveis. As principais causas deste tipo de desperdício passam pela falta de nivelamento dos processos, por avarias nos equipamentos, retrabalho, mudanças de referência, atrasos ou falta de materiais e de mão-de-obra, *layout* ineficiente, sequência de trabalho incorreta e gargalos de produção (Okpala, 2014). As esperas tendem a causar vários tipos de problemas, tais como recursos parados e conseqüente aumento de custos, quebra no ritmo de trabalho, subcontratação de operações e incumprimento dos prazos de entrega (Benson e Kulkarni, 2011).

### **Transporte**

O transporte excessivo resulta em tempos perdidos, em recursos consumidos, num acréscimo no custo final do produto, assim como afeta a sua qualidade. As causas para este desperdício podem ter origem num mau planeamento dos *layouts*, sendo necessário percorrer grandes distâncias e um fluxo de processo desalinhado (Al-Najem, 2014).

Para a eliminação deste desperdício, o trajeto de movimentação de matérias deve ser o mínimo possível, devendo fluir entre etapas o mais rápido possível, sem interrupções e sem armazenamento intermédio para isso deve-se ter em consideração a implementação de melhorias no *layout*, sincronização de processos, meios de transporte, arrumação e organização do posto de trabalho (Voehl et al., 2014).

### **Deslocações**

O desperdício quanto às deslocações está relacionado com os desvios realizados por parte dos operadores na execução de uma operação inerente ao processo e que não acrescenta valor ao produto final, como por exemplo a procura de ferramentas ou documentos (Pereira, 2009).

Este desperdício deve-se principalmente à falta de organização dos postos de trabalho, à incorreta disposição dos equipamentos e ferramentas e à utilização de métodos de trabalho incorretos. Todas as deslocações sem valor acrescentado deveriam ser eliminadas, uma vez que constituem uma perda de tempo e de energia, e não acrescentam valor ao produto (Okpala, 2014).

### **Defeitos**

O desperdício resultante de produtos defeituosos é provocado pelo processamento de produtos de forma indevida, e que não cumprem as especificações e necessidades dos clientes, o que origina retrabalho, acarretando elevados custos e desperdícios para a organização (Rodrigues, 2014).

Os defeitos surgem como resultado de problemas internos da qualidade. Para eliminar este tipo de desperdício, deve ser desenvolvido um sistema que permita a identificação dos defeitos e das condições que os podem originar, de modo a ser possível serem tomadas ações corretivas imediatas (Peter Hines e Rich, 1997)

De acordo com Liker e Meier (2006), a oitava forma de desperdício é o subaproveitamento de ideias e competências, que consiste na falta de partilha e comunicação de ideias entre todos os colaboradores, perdendo-se a oportunidade de possíveis contribuições para a melhoria contínua da performance e dos processos.

Também Womack e Jones (1996), acrescentam como oitavo desperdício, o design de produtos e serviços que não vão de encontro às necessidades do cliente.

Com a eliminação dos desperdícios, pretende-se aumentar a eficiência, reduzir custos, incrementar a qualidade e a rentabilidade, bem como reduzir o tempo de resposta ao consumidor final, melhorando a imagem da empresa perante o mercado (Bhasin, 2015).

#### **2.1.4. Princípios**

Segundo Womack e Jones (1996), a filosofia Lean assenta em cinco princípios: 1. Valor; 2. Cadeia de valor; 3. Fluxo; 4. Sistema Pull; 5. Perfeição. Os cinco princípios pretendem definir o valor para o cliente, alinhar ações que criem valor na melhor sequência e sem interrupção, quando são necessárias e mais eficientes, permitindo à organização tornar os seus processos produtivos mais eficazes, como tal, tornar-se mais competitiva.

A aplicação destes princípios tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios e consequentemente selecionar as etapas que realmente acrescentam valor ao produto (Picchi e Granja, 2004). Os cinco princípios, que de seguida se enumeram, representam um ciclo contínuo:

##### **Valor**

É o primeiro princípio Lean e consiste na definição das especificações e características do produto ou serviço que interessam efetivamente ao cliente. O cliente é quem define o que representa valor e aquilo que não agrega valor a um produto (Myerson, 2012) Deve-se portanto satisfazer as necessidades dos clientes e realizar a entrega do produto ou serviço no tempo certo, nas quantidades certas, com a qualidade pretendida e a um preço que eles estejam dispostos a pagar. É necessário saber quais são os objetivos de cada um dos clientes e conhecer em detalhe o que cada um valoriza. Só desta forma a organização poderá identificar o que é valor e o que é desperdício (Staats et al., 2011).

##### **Cadeia de valor**

A cadeia de valor é composta por todas as etapas e ações necessárias ao atendimento pleno do valor do cliente (Benson e Kulkarni, 2011), por englobar todo o percurso do produto desde a sua criação até à sua comercialização (Joosten et al., 2009). No decurso da cadeia de valor, são levadas a cabo inúmeras atividades, todas essas atividades devem ser identificadas em

três tipos de atividades: as que acrescentam valor (que fazem com que o consumidor esteja disposto a pagar pelas mesmas), atividades que não acrescentam valor diretamente, mas são necessárias para o desenvolvimento do processo (devendo estas ser simplificadas de modo a reduzirem os tempos e os recursos envolvidos) e depois temos as atividades que, do ponto de vista do cliente, não acrescentam valor (são consideradas desperdícios devendo estas ser eliminadas) (Engelund et al., 2009).

### **Fluxo**

Este princípio assenta na criação de um fluxo de produção contínuo, sem interrupções, sem esperas e sem *stocks* (Hicks, 2007).

O mapeamento do fluxo permite uma visualização e controlo completo de todo o processo, abrangendo e explicitando todas as etapas do processo quanto às ações, aos materiais utilizados, às informações disponíveis e às pessoas envolvidas, ajudando a identificar e a eliminar desperdícios, bem como a proporcionar uma maior harmonia entre todas as etapas (Rodrigues, 2014). O fluxo da cadeia de valor é ainda o grande responsável pela definição, delimitação e gestão dos *stocks* em pequenos lotes em todo o processo produtivo (Lian e Landeghem, 2002).

### **Sistema pull**

Tem como objetivo produzir quantidades pelas quais o cliente já emitiu uma ordem de compra, garantindo o escoamento dos artigos e a inexistência de stock de produtos acabados, nivelando toda a cadeia e gerando um fluxo contínuo, eficaz e com pequenos lotes (Andrés-López et al., 2015). Para que isso seja sempre possível, é necessário efetuar um planeamento que englobe todo o sistema produtivo, nivelando os pedidos dos clientes com a capacidade produtiva (Picchi e Granja, 2004).

Este sistema é desenvolvido com o objetivo de alcançar a máxima qualidade possível e reduzir o custo dos produtos para satisfazer o cliente (Koskela, 2004).

### **Perfeição**

O quinto e último princípio é a perfeição, sendo esta um objetivo constante e presente em todos os fluxos de valor, de toda a organização. Este princípio visa a perfeição através da melhoria contínua, procurando constantemente a eliminação dos desperdícios, a eficiência, a inovação e a criação de valor para o cliente. Desta forma, só as atividades que acrescentam valor devem estar presentes no processo (Prakash e Kumar, 2011).

Este princípio é transversal a todos os princípios anteriores, que visam, como um todo, explorar melhores formas de criar valor e de melhorar o sistema. (Womack & Jones, 2004).

Estes princípios caracterizam-se sobretudo pela sua simplicidade, pela sua transversalidade ao longo do tempo e por terem o seu grande foco nos requisitos do cliente (Myerson, 2012).

### **2.1.5. Benefícios**

O sistema Lean é, de entre os modelos conhecidos, um dos mais eficientes na eliminação de desperdícios e na flexibilização da produção (Melton, 2005).

Permite às empresas aumentarem a produtividade, aumentarem o desempenho dos seus negócios e assegurarem uma vantagem estratégica (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

Segundo Prakash e Prasad (2014), os benefícios resultantes da produção Lean, são a diminuição dos erros, a diminuição dos desperdícios, a diminuição dos níveis de *stock*, a diminuição da necessidade de retrabalho, a redução do *lead time*, o aumento da produtividade, o aumento da qualidade, o aumento da satisfação dos clientes, o aumento da motivação dos trabalhadores, a redução dos custos operacionais e o crescimento da empresa.

### **2.1.5. Ferramentas**

A filosofia Lean contempla um vasto leque de ferramentas, técnicas e métodos de modo a diminuir os custos produtivos e aumentar a flexibilidade de produção das empresas (Gonçalves, 2013). No entanto, neste trabalho somente são apresentadas as ferramentas que foram estudadas numa primeira fase onde se analisou a adequabilidade e viabilidade da sua aplicação no contexto real estudado.

Segundo (Bamber e Dale, 2000), a excelência na produção está relacionada com a escolha adequada das técnicas a aplicar.

#### **Just-in-Time**

A técnica Just-In-Time (JIT) foi desenvolvida em 1937, por Kiichiro Toyoda, e conduzida para um patamar superior por Taiichi Ohno, na Toyota Motor Company. Consiste sobretudo em produzir no exato momento em que é necessário (Fateha et al., 2012).

A aplicação do sistema JIT permite obter uma resposta, no momento e na quantidade que o cliente deseja, utilizando o mínimo de recursos na produção (Kootanaee et al., 2013). A produção JIT baseia-se num sistema pull, ou seja, é o cliente que puxa a produção (Betts e Johnston, 2005). O Just-In-Time proporciona diversos benefícios, onde se incluem a redução nos custos de produção, produtos de qualidade superior, redução nos custos de *stocks* e prazos de entrega inferiores (Ali et al., 2012).

#### **Jidoka**

O conceito Jidoka surgiu em 1902 por Sakichi Toyoda, quando este inventou um tear que automaticamente parava quando um fio se partia (Baird, 2014).

Jidoka é uma palavra japonesa que significa a autonomia que o operador ou a máquina têm para parar o processo quando é detetada alguma anomalia (Obara e Wilburn, 2012).

O Jidoka destaca as causas dos problemas porque o trabalho para imediatamente quando ocorre um problema, isto resulta em melhorias nos processos que criam qualidade, eliminando as causas na raiz dos defeitos. Para além das melhorias do processo, o Jidoka

permite a separação entre o homem e a máquina, pois as máquinas possuem a habilidade de parar não havendo necessidade de existir um operador sempre a controlar a máquina. (Lean Enterprise Institute, 2008).

### **Heijunka**

O Heijunka foi aperfeiçoado pela Toyota em meados do século XX, caracterizando-se por ser um método de produção que vai alternando a produção de vários produtos (Gershenson e Pavnaskar, 2003).

Isto permite que a produção satisfaça eficientemente as demandas dos clientes, evitando o processamento por lotes e resultando em *stocks* mínimos, custos de capital, mão-de-obra e tempo de execução da produção através de todo o fluxo de valor (Sundar et al., 2014).

O Heijunka é um método que estabelece o volume de produção mais adequado, quais os produtos a produzir, qual a ordem de produção, sendo estabelecido um tempo de produção para cada produto (İşler e Güner, 2014).

### **Kaizen**

Kaizen é uma metodologia criada por Imai em 1997, e é uma palavra de origem japonesa em que “Kai” significa Mudança e “Zen” significa Bom (para melhor), ou seja, a metodologia consiste na melhoria contínua (Gupta e Jain, 2013).

O Kaizen é uma filosofia e um conjunto de ferramentas cujo principal objetivo é a contínua eliminação dos desperdícios e de todas as operações que não acrescentam valor ao produto (Bhoi et al., 2014).

A arrumação, a padronização e a eliminação de resíduos são os três pilares em que se baseia a abordagem Kaizen, com o objetivo final de ganhar vantagens competitivas, reduzir os custos e melhorar a qualidade do serviço (Jakubiec e Brodnicka, 2016).

### **Kanban**

Kanban significa cartão ou sinal, é uma ferramenta de controlo de fluxo de materiais. Esta ferramenta nasceu da observação do modo de funcionamento dos supermercados (Sabaghi et al., 2015).

O sistema Kanban puxa o processo de produção, de modo a que o processo subsequente retirará as partes do processo precedente. A linha de produção recebe o programa de produção e, à medida que ela vai consumindo as quantidades necessárias, vai autorizando aos postos de trabalho precedentes o fabrico de um novo lote. Esta autorização para o fabrico de novo lote é realizada através de um cartão Kanban (Kumar e Panneerselvam, 2007).

O Kanban permite sincronizar e nivelar a produção, exercendo um controlo no processo produtivo que permite reduzir o *stock* ao longo de todo o chão de fábrica (Mukhopadhyay e Shanker, 2005).

## **Value Stream Mapping**

O Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta gráfica que retrata as tarefas necessárias para produzir um produto (McManus, 2009). Este fornece uma visão clara do fluxo atual do produto e do fluxo de informações no ambiente de produção. Esta visão é usada na melhoria de um ambiente de fabricação existente (Hines e Rich, 1997).

Para a construção do mapa de fluxo são usados ícones padrão para representar os elementos do processo, os quais identificam as fontes de desperdício, as oportunidades de melhoria, e as ferramentas Lean a utilizar (Stamm, 2008).

Para a elaboração de um VSM procede-se à recolha de informação sobre o fluxo de material seguindo o sentido de trás para a frente, ou seja, começando pela zona de expedição até ao início do processo produtivo (Briciu e Ofileanu, 2015).

## **5S**

O 5S é uma ferramenta Lean que se concentra na criação de um ambiente de trabalho organizado para que um bom trabalho seja realizado (Jackson, 2009).

É um sistema onde os resíduos são reduzidos e a produtividade e a qualidade são otimizadas através da observação de uma área de trabalho ordenada (Young, 2014).

Um dos principais objetivos do 5S é maximizar o nível de saúde e segurança no local de trabalho em conjunto com o aumento da produtividade, prevenção de defeitos e a eliminação do tempo desperdiçado na procura de ferramentas e documentos (Patel e Thakkar, 2014).

A utilidade da ferramenta 5S surgiu no Japão por volta de 1950, após a Segunda Guerra Mundial para eliminar obstáculos e tornar a produção mais eficiente (Srinivasan et al., 2016).

O termo 5S provém de cinco palavras japonesas, iniciadas pela letra “S”: Seiri (utilização), Seiton (ordenação), Seiso (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (disciplina) (Hirano, 2009). De seguida explica-se sucintamente cada um dos “S”:

### **Seiri - Utilização**

O primeiro S, Seiri, consiste em deixar na área de trabalho somente o que é extremamente necessário (Ghodrati e Zulkifli, 2012). Sendo necessário identificar e separar os materiais, os equipamentos e as ferramentas que são úteis dos inúteis, devendo-se deixar permanecer no local de trabalho apenas os objetos necessários para a realização das tarefas (Willis, 2016). Deve-se também eliminar não só os desperdícios de materiais, como também as tarefas desnecessárias, analisando o trabalho, e evitando assim esforços desnecessários (Campos et al., 2005).

### **Seiton - Ordenação**

Depois da utilização, é necessário ordenar os objetos, sendo necessário definir o local mais apropriado para cada item, que deve estar igualmente identificado (Patel e Thakkar, 2014). Os objetos devem ser colocados em locais de fácil acesso e de uma forma que seja fácil de detetar quando estão fora do lugar (Gapp et al., 2008).

A ordenação concentra-se em métodos eficazes de armazenamento e de organização, com o objetivo final de desenvolver um ambiente que resista à confusão, à constante procura de objetos e facilite o fluxo (Sharma e Singh, 2015).

### **Seiso - Limpeza**

O terceiro S, refere-se à limpeza do local de trabalho. A limpeza deve-se tornar uma atividade diária. O local de trabalho deve ser limpo em intervalos regulares (Hamilton, 1982). Para tal, cada posto deve ser equipado com todo o material de limpeza necessário e conter normas de limpeza (Gapp et al., 2008). Com isso, consegue-se identificar e resolver os problemas atempadamente, aumentando a fiabilidade dos equipamentos e os níveis de qualidade do trabalho (Calliari e Fabris, 2011).

### **Seiketsu - Padronização**

Os sistemas de limpeza e organização implementados sem padrões estabelecidos tendem a perder eficácia com o tempo, sendo necessário estabelecer normas e padrões que obedeçam a determinados parâmetros (Campos et al., 2005). Deste modo, os postos de trabalho devem ter procedimentos e instruções que permitam entender as melhores práticas. Devendo estes ser muito claros e fáceis de entender (Hirano, 2009).

### **Shitsuke - Disciplina**

O último “S” serve para garantir a sustentabilidade de todos os 5S, sendo por isso o passo mais difícil de alcançar, porque as pessoas tendem a resistir à mudança (Willis, 2016). É por isso necessário explicar e treinar os funcionários continuamente para as práticas do sistema 5S (Young, 2014). É importante executar as inspeções de rotina de uso da regra 5S (Filip e Marascu-Klein, 2015). A cooperação ativa dos funcionários é o principal fator para uma implementação bem-sucedida do 5S (Srinivasan et al., 2016).

### **Standardized Work**

O trabalho padronizado é uma ferramenta Lean centrada nos movimentos de trabalho do operador, visando a eliminação de desperdícios (Hall, 1998).

O Standard Work (SW) pode ser definido como um conjunto de procedimentos de trabalho que visam estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador (Misiurek, 2016). Tem como objetivo a normalização do modo como o trabalho é executado, de forma a melhorar os processos e as operações (Mariz et al., 2012).

O SW define o processo de trabalho do operador, incluindo as etapas do processo, as sequências de trabalho, o tempo de ciclo, o processo de trabalho e o controlo do processo (Sundar et al., 2014).

Uniformizar, normalizar, significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas (Martin e Bell, 2011).

O objetivo desta ferramenta é o aumento da produtividade, ter o mesmo tempo de ciclo para todos os operadores e ter uma quantidade padronizada de material em processo, por meio de atividades padronizadas (Obara e Wilburn, 2012).

O Standard Work é ainda uma garantia e um facilitador da qualidade dos produtos ou serviços (Misiurek, 2016).

### **Visual Management**

Visual Management (VS) é uma ferramenta que permite aceder a informações sobre os processos produtivos, as instruções de trabalho ou as atividades básicas num formato visual (Bell e Davison, 2013).

Segundo Liker e Morgan (2006), o Visual Management permite rapidamente indicar como o trabalho deve ser feito e ser facilmente perceptível.

O VS é um método simples e tremendamente eficaz, que visa aumentar a eficiência e eficácia de um processo e que permite obter enormes melhorias no desempenho (Cardoza, 2005).

O uso do VS traz grandes vantagens, tornando os processos simples e intuitivos, ajudando as pessoas a gerir e a controlar melhor o processo produtivo, evitando assim erros e desperdício de tempo (Wojakowski, 2013).

De acordo com Tezel et al. (1987), o Visual Management proporciona às empresas as seguintes funções:

- Transparência (ter a capacidade de esclarecer um processo produtivo com as pessoas intervenientes);
- Disciplina (garantir que os procedimentos são realizados corretamente); Melhoria Contínua (permite melhor o processo);
- Facilitação do trabalho (ajudar as pessoas, reduzindo os esforços, oferecendo vários recursos visuais que facilitem o trabalho);
- Formação (facilita a aprendizagem ou integração de novos trabalhadores);
- Simplificação (ajudar a controlar, processar, visualizar e distribuir informação de todo o sistema).

É uma ferramenta que traz vários benefícios, nomeadamente o acesso a informações claras e de fácil interpretação, redução de erros e melhorias de processos (Steenkamp et al., 2017).

Após a análise de todas estas ferramentas e tendo em consideração os objetivos definidos pela empresa, decidiu-se aplicar as seguintes:

- 5S, a fim de eliminar o desperdício resultante de uma área de trabalho desorganizada, de maneira a criar um espaço organizado e arrumado, com objetivo final de desenvolver um ambiente que resista à confusão, à procura constante de objetos e facilite as atividades produtivas;
- Visual management, com a finalidade de tornar os processos simples e intuitivos, evitando-se assim os erros e os desperdícios;
- Standardized work, para estabelecer procedimentos precisos para as operações, no sentido de todos fazerem do mesmo modo e de maneira mais eficaz;
- SMED, de forma a reduzir os tempos de *setup*, possibilitando que os equipamentos se tornem mais flexíveis, aumentando assim a capacidade de produção.

## 2.2. SMED

Será dado maior enfoque a metodologia SMED, por ser a base teórica do presente estudo de caso.

### 2.2.1. Processo de Setup

O *setup* representa o processo completo de mudança entre a produção de um produto para a produção de um produto diferente (Gest et al., 1995). De acordo com Shibuya e Exchange (2010), o *setup* é todo o processo realizado para colocar o equipamento em condições de produzir uma nova peça com qualidade.

O processo constituído pelo *setup* abrange todas as atividades necessárias para a produção de um novo item, incluindo as trocas de ferramentas, a limpeza do equipamento, a preparação das matérias-primas, a inspeção do novo lote e os ajustes dos parâmetros (Del e Bacci, 2005).

Os procedimentos de troca de ferramenta são muito variados, dependendo de alguns fatores, nomeadamente, do tipo de operação e do equipamento utilizado.

Shingo (1985), ao analisar os processos de troca de ferramenta verificou que as operações de *setup* englobam uma sequência de etapas comuns aos procedimentos, nomeadamente: a preparação, o ajuste após o processo e a verificação de materiais e ferramentas; a montagem e remoção de ferramentas e de peças; as medições, ajustes e calibrações; os ensaios e os ajustes. Portanto, quanto maior for a eficiência na realização destas operações mais rápido e eficaz se tornaria o *setup* final.

Segundo Van Goubergen e Van Landeghem (2002), a eficácia de um *setup* é determinada por três elementos chave: método usado, organização do trabalho e aspetos técnicos dos equipamentos e ferramentas. Estes três elementos deverão ser otimizados, permitindo a redução dos tempos de *setup*.

A necessidade de redução do tempo de setup tornou-se cada vez mais importante em linhas de produção com uma grande variedade de produtos (Almomani et al., 2013).

Deste modo, reduzir o *setup* é reduzir os custos e ganhar a possibilidade de produzir em menores quantidades. Um benefício importante que advém da redução do tempo de *setup* é a maximização da capacidade de produção, resultando num aumento do tempo útil de produção e redução de custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças. Bem como a redução de lotes, a melhoria da qualidade, a redução de retrabalho, a redução de inventário, o aumento da flexibilidade do sistema, a capacidade de resposta ao cliente e a redução de custos (Esa et al., 2015).

Por conseguinte, as técnicas de mudança rápida de ferramenta têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas na generalidade das organizações industriais para dar resposta às pressões do mercado. A redução dos tempos de *setups* está associada a uma ferramenta Lean, o SMED, que permite reduzir o tempo de configuração da máquina e aumentar a sua disponibilidade (Kuřar et al., 2010).

### **2.2.2. Definição de SMED**

O Single Minute Exchange of Die (SMED) é uma das diversas ferramentas da produção Lean, cujo objetivo é reduzir desperdícios de produção (Isme e Assaf, 2009).

Desai (2015), refere o SMED como um método que visa reduzir os tempos de paragem das máquinas entre produções, através da melhoria dos processos de troca de ferramenta.

### **2.2.3. Contexto Histórico do SMED**

O conceito SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo durante 19 anos, através de experiências realizadas em três empresas distintas:

A primeira experiência decorreu em 1950 na fábrica da Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima.

A segunda experiência em 1957 foi desenvolvida num estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries, em Hiroshima.

E a terceira, que conduziu ao conceito final do SMED, ocorreu em 1969 na Toyota Motor Company, na qual Shigeo Shingo tinha como objetivo melhorar o tempo de *setup* de uma prensa, que era de quatro horas, para conseguir operar a máquina em menos tempo que a concorrência. Ao alterar o modo de trabalho, Shingo obteve um tempo total de 90 minutos e posteriormente, ao distinguir os tempos de *setup* interno e externo, conseguiu executar a operação em menos de 3 minutos (Shingo, 1985).

O desenvolvimento do conceito SMED foi baseado em teorias e anos de experiências, constituindo uma aproximação científica à redução do tempo de troca de ferramentas e que pode ser aplicado em qualquer fábrica e máquina (Leconte, 2008).

#### 2.2.4. Descrição da Metodologia SMED

A metodologia SMED, é caracterizada como um processo de redução do tempo necessário para realizar um *setup*, no momento em que a última peça do lote anterior é produzida até à produção de uma peça conforme do novo lote (Ulutas, 2011).

A aplicação da metodologia SMED exige uma análise de todo o processo de *setup* que se pretende melhorar, com o objetivo de conhecer detalhadamente cada operação (Boran e Ekincioglu, 2017).

O fator central da metodologia SMED é a distinção das operações internas das externas. As operações internas são aquelas que só podem ser realizadas enquanto a máquina se encontra parada. Já as operações externas são aquelas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (Braglia et al., 2017).

De acordo com Shingo (1985), a metodologia SMED é constituída por quatro fases:

##### **Fase preliminar: não há distinção entre atividades internas e externas**

O primeiro passo da metodologia SMED consiste em analisar detalhadamente a situação atual e todas as atividades que compõe o *setup*. É essencial observar e analisar o processo de forma pormenorizada, recorrendo ao uso de um cronómetro, entrevistas com os operadores e principalmente filmagens (Sugai et al., 2007).

##### **Fase 1: separação das atividades internas e externas**

Esta fase é considerada a mais importante, consiste na classificação das atividades de acordo com o tipo de atividade correspondente, interna ou externa e organizam-se as atividades externas para que sejam realizadas antes ou após a paragem da máquina. Este fase permite alcançar reduções entre 30 a 50% no tempo de mudança de referência (Costa et al., 2013).

Nesta fase são empregues técnicas de apoio tais como, uma lista de verificação das condições de funcionamento e melhoria no transporte de matrizes e outros componentes (Cakmakci e Karasu, 2007).

##### **Fase 2: conversão de operações internas em externas**

Na Fase 2 é necessário reexaminar todas as operações do *setup* para perceber e verificar se alguma operação foi inadequadamente assumida como interna e, de seguida obter soluções para descobrir formas de converter estas operações em *setup* externo (Braglia et al., 2017)

Nesta fase também é feita a preparação antecipada das condições operacionais do *setup*, bem como a padronização de funções. A implementação desta fase deve permitir obter uma melhoria de 10% a 30% no tempo total (Simões e Tenera, 2010).

### **Fase 3: melhoria sistemática de cada operação de *setup***

Por fim, a última fase visa a melhoria sistemática de todas as operações de *setup*, tanto internas como externas (Braglia et al., 2017). Nesta fase procura desenvolver e implementar soluções que permitam realizar as diferentes operações de um modo mais fácil, rápido e seguro. As melhorias nas operações internas permitem obter poupanças no esforço de trabalho e reduções no tempo de paragem da máquina. As melhorias nas operações externas não contribuem diretamente para a redução do tempo de paragem da máquina, mas permitem a libertação dos operadores para a realização de outras atividades, como as de armazenamento e transporte de materiais e ferramentas (Trovinger e Bohn, 2009). Para este fim, devem ser elaboradas normalizações de trabalho que definam exatamente como, quando e onde cada operação deve ser realizada. O potencial da terceira etapa do SMED ainda permite uma redução de 10% no tempo de *setup* (Pawłyszyn et al., 2014).

O fator crítico de sucesso na implementação da metodologia SMED é a correta identificação das operações internas e externas. Deste modo, para garantir a correta implementação, o procedimento a seguir deverá ser o seguinte (Desai, 2015):

1. Observar o procedimento atualmente utilizado;
2. Identificar e separar as operações internas das externas;
3. Converter atividades internas em externas;
4. Propor soluções que permitam otimizar e, conseqüente reduzir o tempo, das restantes operações internas;
5. Otimizar, igualmente, as operações externas;
6. Otimizar operações eliminando a necessidade de ajustes;
7. Adotar operações paralelas;
8. Mecanizar as operações.

#### **2.2.5. Benefícios do SMED**

Segundo Shingo (1985), a implementação da metodologia SMED pode trazer benefícios diretos e indiretos.

Nos benefícios diretos temos a redução do tempo de *setup*, a redução ou eliminação de afinações, a diminuição de erros durante o processo de *setup*, o aumento da segurança no *setup* e menores custos.

Nos indiretos, temos a redução de *stock*, o aumento da flexibilidade produtiva, a racionalização das ferramentas, a melhoria na qualidade do produto, um melhor nivelamento das linhas de produção e a redução de estrangulamentos na produção (Shingo, 1985).

Para além dos benefícios já mencionados, a metodologia SMED proporciona também trocas mais simples e rápidas. O trabalho diário da produção torna-se menos desgastante, uma vez que a simplicidade das trocas torna-as mais seguras, implicando menos esforço e reduz o risco de acidentes (Ulutas, 2011).



# Capítulo 3

## Caracterização do Estudo de Caso

Neste capítulo é apresentado o Grupo Aquinos e a empresa Novaqui, onde foi realizado este estudo. É apresentado o processo produtivo que foi analisado, e por fim é contextualizada a empresa através de uma breve caracterização do sector económico de atuação.

### 3.1. O Grupo

O grupo multinacional Aquinos foi fundado em 9 de Dezembro de 1986 em Sinde, concelho de Tábua e dedica-se à produção de sofás e colchões.

A fábrica operava numa pequena unidade industrial de carácter familiar, com seis trabalhadores, mas com um rápido crescimento logo passaram a 100 empregados o que originou à construção do primeiro edifício industrial.

Devido a um crescimento contínuo, os Aquinos, Lda. tornou-se em 2008 a empresa Aquinos S.A. Hoje o grupo Aquinos é constituído pela fábrica de produção de sofás, pela Eurotábua responsável pela produção de cascos para sofás, pela Clibed responsável pelo fabrico de fibras e molas, pela Novaqui que produz colchões e pela Gof Foam que se dedica à produção de espuma.

O Grupo, que, desde a sua criação, sempre demonstrou a sua capacidade de se adaptar às mudanças do mercado, é atualmente um dos principais fornecedores do Ikea, Conforama, do El Corte Inglés, da Alinea, da Maisons du Monde, da Estrutu-Tube, entre outros.

A Espanha foi o primeiro mercado a explorar, rapidamente, mais uma vez, diversos outros mercados abriram as suas portas como França, Bélgica, Itália, Suíça, Irlanda, Canadá, Brasil, Chile, Indonésia e Angola sendo estes apenas alguns dos exemplos de uma dinâmica onde a exportação tem um peso de 92% no volume de negócios da empresa. O grupo é também responsável por 15% das exportações Lusas no sector onde está inserido.

Com um volume de negócios de 176 milhões de euros em 2016 e emprega 2.500 pessoas nas sete fábricas que possui em Tábua, na unidade industrial de Nelas, Carregal do Sal e na fábrica de Auxerre (França). É um dos grupos empresariais mais dinâmicos e com enorme notoriedade a nível nacional.

#### Missão

O grupo Aquinos tem como missão, poder tornar-se cada vez maior. Fazendo mais e melhor no sentido de assegurar aos seus parceiros as melhores oportunidades de negócios no futuro. O

grupo Aquinos preocupa-se em dar aos parceiros uma oferta atrativa. Proporcionado aos seus parceiros as melhores oportunidades possíveis.

#### Valores

A expansão faz parte do ADN do Grupo Aquinos. Os procedimentos mais eficazes e eficientes geram a satisfação do colaborador, sendo um dos elementos-chave da estratégia de crescimento.

Os seus ativos resumem-se em cinco ideais (formação, inovação, foco, coesão e comunicação), que norteiam e envolvem para poder continuar a oferecer o melhor aos clientes.

O presente estudo de caso foi realizado na Novaqui, S.A, uma das fábricas do grupo Aquinos, fundada em julho de 1969, a qual se dedica à produção de colchões.

A Novaqui,S.A conta com 48 anos de produção de colchões, com um volume de negócios de 31.706.994.19 milhões de euros, empregando mais de 250 trabalhadores. A sua capacidade produtiva é de 1.000.000 colchões por ano e com uma extensa variedade de modelos com diversas especificações. A unidade tem ainda capacidade de *stock* para 150.000 colchões.

Alguns dos principais clientes são o Ikea, a Conforama, o El Corte Inglés, a Alinea, a Maisons du Monde e a Estrutu-Tube.

### 3.2. Processo Produtivo

Os colchões têm três componentes principais, a estrutura, o tampo e a faixa. A estrutura ou chamado bloco é composta pela parte interior do colchão e pode ser de mola ou de espuma. A mola pode ser bicónica ou helicoidal e a espuma utilizada também é variada, sendo a mais comum a visco elástica, o latex ou misturadas dando origem a blocos mistos. Dependendo do tipo de estrutura se de mola ou de espuma o colchão poderá ser mais firme ou mais suave, respirara melhor ou pior.

O tampo ou o acolchoado forma a parte exterior do colchão é feito numa acolchoadora composto por quatro bobines podendo conter espuma, fibra, TNT e tecido. A espuma, a fibra e o TNT são unidas ao tecido que pode ser de várias qualidades. O tecido beneficia de vários tratamentos nomeadamente, antialérgicos, antiácidos, antifungos, antibacterianos, sendo estes os tratamentos mais comuns no tecido, mas também podem variar nos outros componentes. O tecido é bordado na mesma máquina, formando o acolchoado. O bordado não tem apenas uma função estética, ele é importante na definição do nível de firmeza, quanto mais fechado o bordado maior será a firmeza. Posteriormente o tampo é cortado à medida. Seguidamente são inspecionados todos os tampos produzidos, com o objetivo de detetar defeitos de costura, tais como: ponto corrido, costura torta, linha partida, irregularidade do padrão e sobreposição de componentes.

Além da estrutura e do tampo o colchão também tem uma faixa. As matérias-primas são cortadas e transportadas para as máquinas de bordado das faixas laterais, onde a máquina junta o tecido a fibra e o TNT. As faixas são inspecionadas à saída da produção. São colocadas as pegas consoante os modelos. Algumas faixas levam respiro, cápsulas perfuradas, as quais deixam o ar entrar e sair para uma melhor respiração do colchão. Seguidamente é costurado o tampo com as faixas nas coberturas removíveis ou então é direcionado para a montagem, onde é colada a estrutura. Se o colchão for de molas o bloco é primeiro coberto com um feltro, o qual é agrafado à estrutura e só depois são inseridos os tampos e a faixa, se não for de molas é colada a estrutura de espuma.

Assim que esta tarefa termina, os colchões são inspecionados e seguem para a parte da costura que une o colchão à faixa. Depois da montagem, o colchão entra numa máquina de embalagem. O produto está pronto e poderá ser armazenado.

### **3.3. Caracterização do Setor**

A empresa em estudo, a Novaqui,S.A. insere-se no âmbito da indústria transformadora, de fabricação de colchoaria, e a sua atividade económica é identificada pelo CAE 3103.

O setor de fabrico de colchões em 2014, era composto por 65 empresas, sendo este um valor inferior face os anos anteriores (-7%). No entanto, no que se refere aos postos de trabalho verificou-se um aumento de 4%, empregando em 2014, 1.381 trabalhadores (DSPE, 2016).

Trata-se de um setor composto por pequenas e médias empresas, destacando-se o facto de 86,7% serem microempresas. As empresas permanecem fortemente concentradas na região Norte do país, reunindo 64% do total de empresas do setor, seguindo-se a região Centro com 20% (DSPE, 2016).

Em 2014, o volume de negócios fixou-se em 124.061 Milhões de euros e o VAB perpez 29.314 Milhões de euros, valores que traduzem acréscimos de 6% e de 9% respetivamente ao ano anterior. O setor exhibe 7% de VAB por CAE e 2% face aos 97% da indústria transformadora (DSPE, 2016).



# Capítulo 4

## Aplicação do SMED

Neste capítulo é apresentada e analisada a situação produtiva presente no início do estudo, da qual resultou um diagnóstico inicial. É exposta uma listagem das operações internas e externas, da reestruturação dos setups e finalmente as propostas de melhoria.

### 4.1. Reconhecimento e Análise do Processo Atual

O estudo de caso incidiu sobre a secção de corte e acolchoamento de tampos. O processo consiste na junção de matérias-primas (espuma, fibra, TNT e tecido) na máquina acolchoadora, rebobinando e unindo cada uma através de um bordado executado por várias agulhas colocadas numa posição específica para desenhar os vários tipos de padrões. As agulhas cozem na parte superior do tampo e os crochês cozem na parte inferior. Cada tipo de bordado varia consoante cada modelo a ser produzido.

Seguidamente o tampo é rebobinado até à máquina, onde é aparado no comprimento e na largura, de acordo com a medida estabelecida, posteriormente o tampo desce e é colocado um a um numa paleta automaticamente.

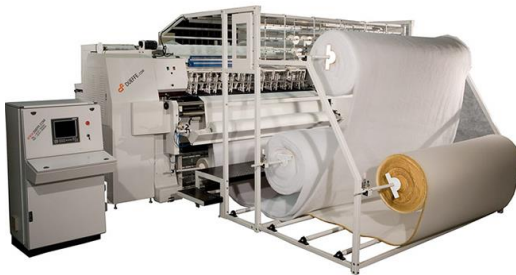


Figura 1: Acolchoadora



Figura 2: Máquina de corte

#### 4.1.1. Descrição do Processo de Setup

O processo de *setup* é constituído pelas seguintes operações. Troca de matérias-primas (fibra, espuma, TNT, tecido), alteração do programa, alteração do bordado, sendo necessário alterar a posição das agulhas e passagem da linha até ao enfileiramento de novas posições das mesmas. Alteração dos crochês e passagem da linha até aos crochês. Remoção das sobras do modelo anterior, seguindo-se pela afinação das novas medidas no comprimento e na largura da máquina de corte, remoção da paleta com os tampos da produção do modelo anterior e controlo das medidas de corte através de medição.

#### 4.1.2. Levantamento e Classificação das Operações Realizadas

Inicialmente foi feito um levantamento de todas as operações realizadas ao longo do *setup*, com a finalidade de criar uma folha de registo de forma a poder registar as tarefas realizadas e a sua sequência, assim como os seus respetivos tempos e identificar quais as tarefas em que a máquina se encontra parada e em funcionamento, de modo a poder distinguir as operações internas das externas. De referir que certas operações estão identificadas como sendo internas e externas, devido ao método de trabalho de cada operador, sequência de operações realizadas e o tipo de modelo a ser produzido.

Tabela 1: Atividades ocorridas no setup.

Operações	Operações internas	Operações externas
Indicação ao abastecedor das matérias-primas necessárias	Interna	Externa
Recolha da matéria-prima do modelo anterior	Interna	
Colocação de novas matérias-primas	Interna	
Seleção do programa na máquina	Interna	
Rebobinar as matérias-primas		Externa
Deslocação das agulhas e dos sensores de linha, passagem da linha em vários orifícios e enfileiramento das linhas nas agulhas	Interna	
Troa das linhas e sensores para os crochês correspondentes	Interna	
Verificação do bordado		Externa
Remoção das sobras do modelo anterior		Externa
Medição do corte/costura longitudinal e corte do tecido	Interna	
Inserir os parâmetros na máquina	Interna	Externa
Controlo da máquina		Externa
Medição das dimensões do tampo	Interna	Externa
Deslocação para procurar um porta paletes e remover a paleta	Interna	Externa
Deslocação para procurar uma nova paleta e colocar no local adequado	Interna	
Registo	Interna	Externa
Afinações	Interna	Externa
Deslocações	Interna	Externa
Esperas	Interna	

### 4.1.3. Diagnóstico Inicial

Foram acompanhados e cronometrados vinte e dois *setups*, treze na acolchoadora 2 e nove na acolchoadora 3.

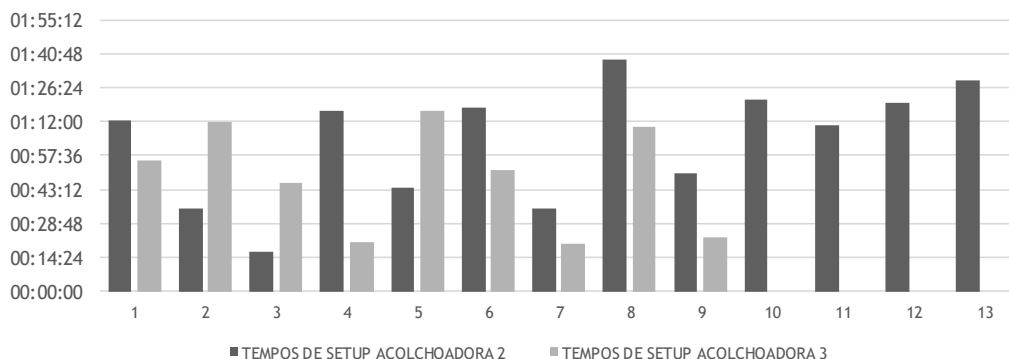


Gráfico 1: Tempo total dos *setups* registados.

Através da análise do gráfico 1, é possível observar que os dados apresentam uma grande variabilidade nos tempos de *setup*, podendo variar 39% na acolchoadora 2, registando um tempo mínimo de 16 minutos e máximo de 1 hora e 38 minutos. Já na acolchoadora 3, a variação é maior, de 47%, tendo uma duração mínima de 19 minutos e máxima de 1 hora e 16 minutos.

A grande variação de tempos deve-se a várias razões nomeadamente, o tipo de bordado, se for necessário fazer um grande número de alterações de agulhas e de crochês, modificações de tempo superior para inferior, alterações de medidas, troca de componentes e a experiência do operador.

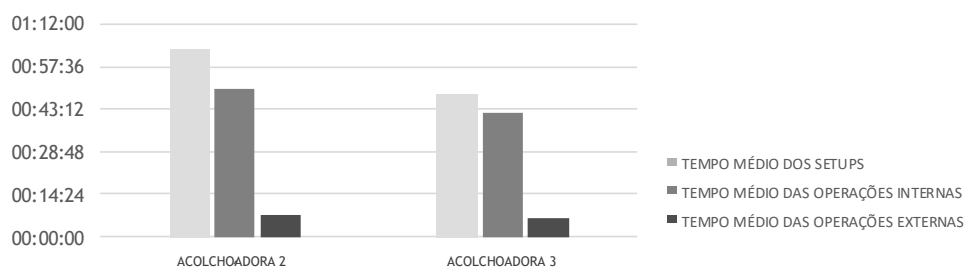
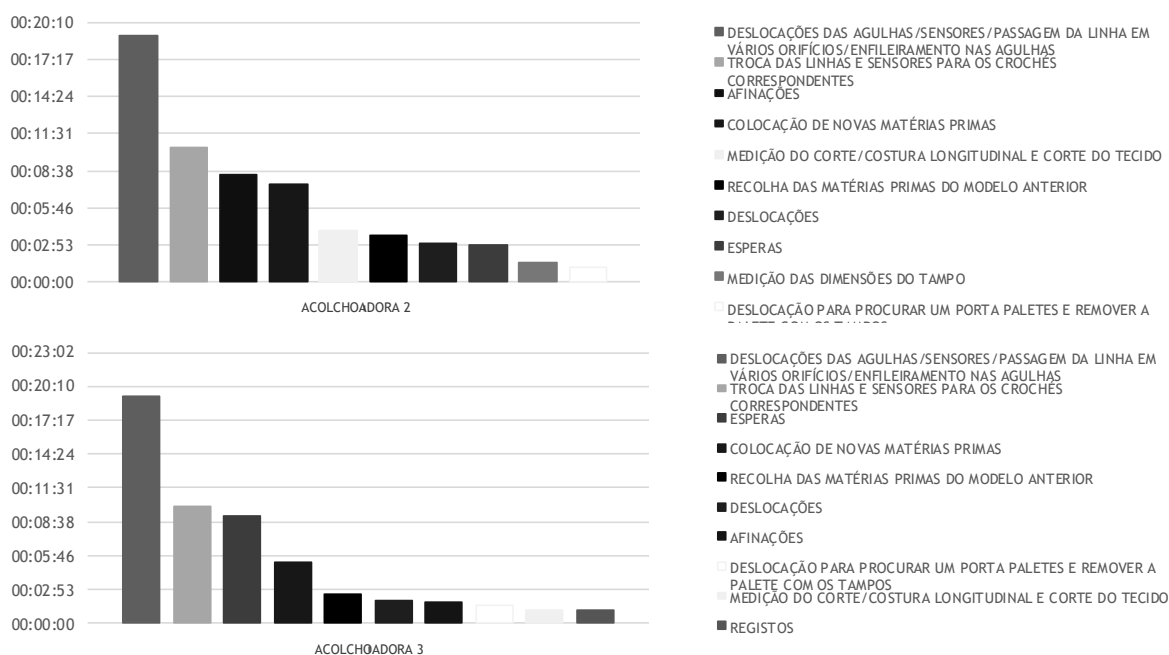


Gráfico 2: Tempo médio despendido dos *setups* e das operações internas e externas.

No gráfico 2 é possível observar o tempo médio dos *setups* para cada acolchoadora, e destacar que na acolchoadora 3 estes são relativamente inferiores, demorando em média 48 minutos, enquanto que na acolchoadora 2 é de 1 hora e 3 minutos. A razão do tempo médio ser inferior na acolchoadora 3 deve-se ao facto de produzir menos modelos, em contrapartida a acolchoadora 2 é mais versátil.

No que diz respeito ao tempo médio das operações internas, a acolchoadora 3 demora menos tempo face à acolchoadora 2, demorando 41 minutos, representado 83% do tempo total. Enquanto, na acolchoadora 2 foi de 50 minutos, ocupando 86% do tempo total do *setup*.

No que diz respeito ao tempo médio das operações externas a acolchoadora 2 foi a que permaneceu mais tempo com a máquina operacional, com uma duração média de 7 minutos, já acolchoadora 3, permaneceu 6 minutos.



**Gráfico 3:** Operações internas que consomem mais tempo de *setup*.

Em conformidade com o gráfico 3, a operação que consome mais tempo em ambas as acolchoadoras é a deslocação das agulhas. O tempo de realização desta operação foi similar em ambas as acolchoadoras, ou seja, na acolchoadora 2 foi de 19 minutos e 9 segundos e na acolchoadora 3 realizou-se em 19 minutos e 17 segundos.

A segunda operação que consome mais tempo trata-se da troca das linhas e sensores para os crochês correspondentes, demorando cerca de 10 minutos e 24 segundos na acolchoadora 2 e de 9 minutos e 58 segundos na acolchoadora 3.

A terceira operação são as afinações, na acolchoadora 2 esta operação demorou em média 8 minutos e 19 segundos, e na acolchoadora 3 a operação correspondeu a esperas com um tempo médio de 9 minutos e 8 segundos.

A quarta operação coincidiu em ambas acolchoadoras, a colocação de novas matérias-primas, demorando na acolchoadora 2, 7 minutos e 37 segundos e na acolchoadora 3, 5 minutos e 9 segundos.

A quinta operação foi a medição do corte na acolchoadora 2, com um tempo médio de 4 minutos e 1 segundo e na acolchoadora 3 repete-se a operação de recolha das matérias-primas do modelo anterior, realizando-se em média em 2 minutos e 27 segundos.

A sexta operação referente à acolchoadora 2 corresponde à recolha das matérias-primas do modelo anterior demorando 3 minutos e 36 segundos, na acolchoadora 3 a sexta operação foi as deslocações feitas pelos operadores ao longo do *setup* demorando em média 1 minutos e 53 segundos.

Na acolchoadora 2, as deslocações foram a sétima operação que consome mais tempo, que demorou em média 2 minutos e 50 segundos, no que se refere à acolchoadora 3 a sétima operação diz respeito às afinações, realizando-se em média num 1 minutos e 51 segundos.

A oitava operação realizada pela acolchoadora 2 são as esperas, demorando em média 2 minutos e 50 segundos, quanto à acolchoadora 3 esta operação corresponde à deslocação para procurar um porta-paletes e remover a palete com os tampos, ocorrendo em média num 1 minutos e 35 segundos.

A nona operação exercida pela acolchoadora 2 refere-se à medição das dimensões do tampo realizada em média num 1 minuto e 26 segundos, já a acolchoadora 3 trata-se da medição do corte com uma duração de 1 minuto e 9 segundos.

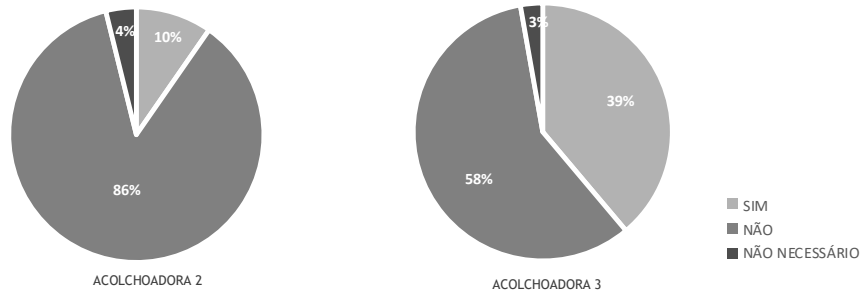
Por fim, a décima operação na acolchoadora 2 diz respeito à deslocação para procurar um porta-paletes e remover a palete com os tampos, realizada em média num 1 minutos e 5 segundos, já na acolchoadora 3 a décima operação trata-se dos registos, demorando 1 minuto e 4 segundos.

**Tabela 2:** Tipos de esperas realizadas na acolchoadora 2 e 3.

Tipo de esperas	Acolchoadora 2				Acolchoadora 3			
	Nº de vezes	%	Tempo médio	Tempo máximo	Nº de vezes	%	Tempo médio	Tempo máximo
Material	6	67%	00:02:14	00:04:42	1	33%	00:00:37	00:05:30
Informações técnicas	2	22%	00:02:53	00:03:23	0	0%	00:00:00	00:00:00
Informações de produção	0	0%	00:00:00	00:00:00	2	67%	00:01:25	00:10:07
Mecânico	1	11%	00:03:26	00:03:26	0	0%	00:00:00	00:00:00

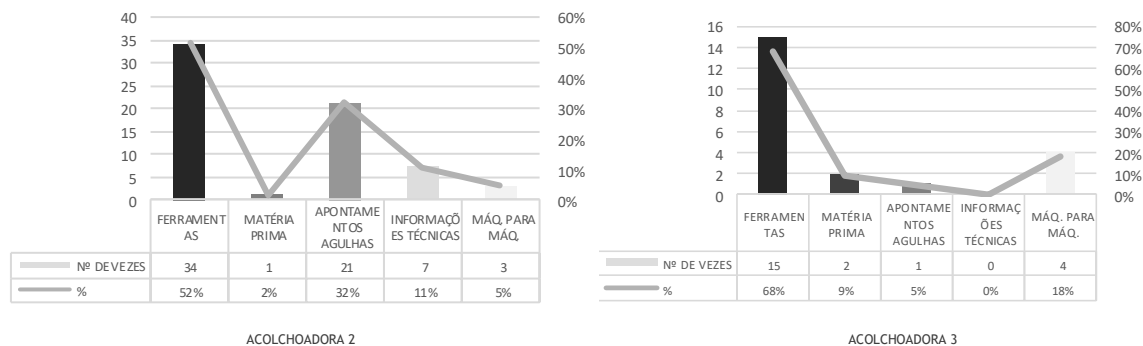
De acordo com os dados apresentados na tabela 3, na acolchoadora 2 ocorreram 9 esperas num total de 13 *setups*, sendo 67 % à falta de material necessário para efetuar o *setup*, 22% diz respeito à visualização de informações técnicas e 11% em intervenções por parte de um mecânico.

Na acolchoadora 3, sucederam-se 3 esperas num total de 9 *setups*, sendo 67% referentes à espera originada pela necessidade de informações referentes à produção e 33% pela ausência do material necessário.



**Gráfico 4:** Percentagem da pré-preparação do *setup*.

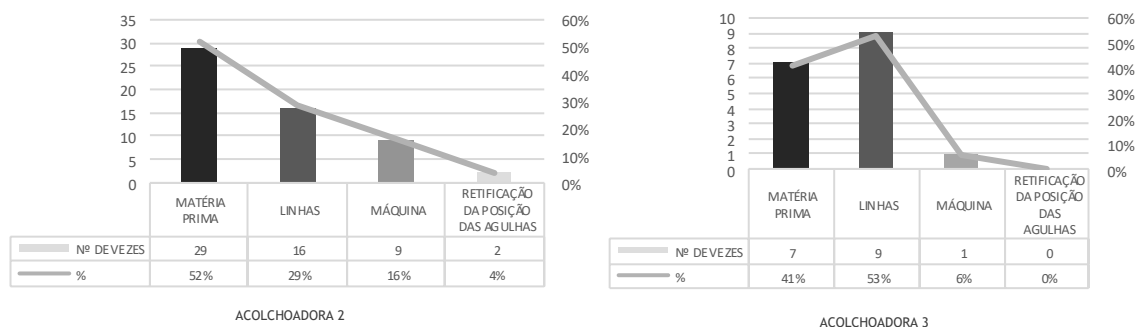
Como se pode constatar no gráfico 4, na maior parte dos *setups* não existiu uma pré-preparação do que era necessário para a sua realização, na acolchoadora 2 corresponde a uma falta de pré-preparação de 86% e na acolchoadora 3 de 58%. Na acolchoadora 2, apenas 10% ocorreu uma pré-preparação de *setup*, já na acolchoadora 3 sucedeu-se mais vezes, 39%.



**Gráfico 5:** Descrição das deslocações efetuadas nos *setups*.

Ao nível de deslocações concretizadas, o gráfico 5 indica-nos que a acolchoadora 2 foi a que realizou um número maior de deslocações, 66 vezes. O fator que gerou mais deslocações foi a recolha de ferramentas, ocorrendo 34 vezes, perdendo-se em média 1 minuto e 10 segundos em cada deslocação. Seguidamente, foram as deslocações para pegar apontamentos referentes à posição das agulhas, que se efetuaram 21 vezes, desperdiçando em média 1 minuto e 4 segundos cada vez que isso sucedia. Posteriormente, as deslocações para consultar informações técnicas, aconteceram 7 vezes, com um desperdício médio de 20 segundos em cada visualização.

No que concerne à acolchoadora 3, foram executadas 22 deslocações, um número inferior comparativamente à acolchoadora 2. A recolha de ferramentas foi uma vez mais a causa da maioria das deslocações realizadas, sucedendo-se 15 vezes, perdendo-se em média 41 segundos em cada deslocação. Seguindo-se da deslocação de máquina para máquina, que se realizou 4 vezes, desperdiçando 8 segundos em cada desvio, subseqüentemente 2 deslocações para recolher matérias-primas desperdiçando em médio 37 segundos em cada deslocação.



**Gráfico 6:** Descrição das afinações realizadas.

Pela observação do gráfico 6, pode-se constatar que na acolchoadora 2, 52% das afinações realizadas foram referentes ao alinhamento da posição das matérias primas, 29% à colocação da linha que partiu, 16% em afinações da máquina e por fim com 4% devido à retificação da posição das agulhas.

Em relação a acolchoadora 3, 53% das afinações diz respeito à colocação da linha que partiu, 41% ao alinhamento da posição das matérias-primas e a 6% em afinações da máquina.

## 4.2. Separação das Operações Externas das Internas

Na tabela 3 apresentam-se as operações do processo de mudança de referência da situação inicial separadas por internas e externas. Como se pode constatar as operações internas são compostas por quinze operações e as externas em 4 operações.

Tabela 3: Divisão das operações internas das externas.

Operações internas		Operações externas	
1	Indicação ao abastecedor das matérias-primas necessárias	1	Rebobinar as matérias-primas
2	Recolha da matéria-prima do modelo anterior	2	Verificação do bordado
3	Colocação de novas matérias-primas	3	Remoção das sobras do modelo anterior
4	Seleção do programa na máquina	4	Controlo da máquina
5	Deslocação das agulhas e dos sensores de linha, passagem da linha em vários orifícios e enfileiramento das linhas nas agulhas		
6	Troa das linhas e sensores para os crochês correspondentes		
7	Medição do corte/costura longitudinal e corte do tecido		
8	Inserir os parâmetros na máquina		
9	Medição das dimensões do tampo		
10	Deslocação para procurar um porta-paletes e remover a palete		
11	Deslocação para procurar uma nova palete e colocar no sítio		
12	Registo		
13	Afinações		
14	Deslocações		
15	Esperas		

### 4.3. Reestruturação do Setup

Na tabela 4 é apresentada as operações e a melhor sequência a serem realizadas com o objetivo da otimização dos *setups*.

Tabela 4: Nova sequência de operações a ser realizada durante o *setup*.

Nº	Operação	Interna / Externa
1	Pré-preparação: <ul style="list-style-type: none"><li>- Efetuar o registo de abertura do novo modelo a ser produzido;</li><li>- Visualizar as informações técnicas;</li><li>- Solicitar antecipadamente as matérias-primas que compõem o novo modelo;</li><li>- Recolha das ferramentas necessárias para a realização do <i>setup</i>;</li><li>- Colocar as matérias-primas para o próximo modelo num local próximo;</li><li>- Retirar a proteção das matérias-primas;</li></ul>	Externa
2	Remoção das matérias-primas do modelo anterior: <ul style="list-style-type: none"><li>- Selar as embalagens com fita-cola;</li><li>- Identificar cada matéria-prima com a etiqueta correspondente;</li></ul>	Interna
3	Colocação das novas matérias-primas: <ul style="list-style-type: none"><li>- Posicionar cada matéria-prima nas posições sinalizadas no suporte;</li><li>- Desenrolar e inserir as matérias-primas na zona de costura;</li></ul>	Interna
4	Selecionar o programa na máquina: <ul style="list-style-type: none"><li>- Visualizar o programa na folha e inserir os dados;</li><li>- Inserir os RPM (Rotações por Minuto) indicados ao modelo a ser produzido;</li></ul>	Interna
5	Recolher as ferramentas: <ul style="list-style-type: none"><li>- Pegar no <i>kit</i> de ferramentas já pré-preparado;</li></ul>	Interna
6	Alteração do bordado (agulhas): <ul style="list-style-type: none"><li>- Deslocação das agulhas para a posição correspondente do modelo a ser produzido;</li><li>- Verificação da posição das agulhas;</li><li>- Passagem da linha em vários orifícios;</li><li>- Enfileiramento da linha nas agulhas;</li><li>- Inserir os sensores de linha na posição correspondente das agulhas;</li></ul>	Interna
7	Alteração do bordado (crochês): <ul style="list-style-type: none"><li>- Limpeza da zona dos crochês;</li><li>- Passagem da linha em vários orifícios;</li><li>- Enfileiramento da linha nos crochês onde se situa a agulha;</li><li>- Inserir os sensores de linha na posição correspondente dos crochês;</li></ul>	Interna
8	Colocação da máquina em funcionamento: <ul style="list-style-type: none"><li>- Verificação das costuras do bordado;</li></ul>	Externa
9	Remoção das sobras do modelo anterior: <ul style="list-style-type: none"><li>- Arrumação do <i>kit</i> de ferramentas;</li><li>- Deslocação para procurar um porta-paletes e colocar junto da paleta a ser removida;</li><li>- Registo de identificação de paleta;</li></ul>	Externa

10	Remoção da palete com os tampos do modelo anterior: - Inserir a identificação da palete; - Retirar a palete com os tampos e transportar até à zona de inspeção; - Recolher uma nova palete adequada as dimensões do novo modelo a ser produzido; - Colocar a palete na zona delimitada;	Interna
11	Alteração das medidas do comprimento: - Medição da medida correspondente ao modelo a ser produzido na cabeça de corte 2/3; - Corte do excedente das laterais;	Interna
12	Alteração das medidas da largura: - Inserir na máquina as medidas correspondentes ao modelo a ser produzido relativas à cabeça de corte 1; - Inserir as velocidades referentes à cabeça de corte 1 e 2/3;	Externa
13	Controlo da máquina: - Acompanhar a saída dos primeiros tampos da nova produção; - Visualizar a folha das dimensões do modelo e as suas tolerâncias;	Externa
14	Controlo das dimensões do modelo em produção: - Medição do tamanho do tampo;	Interna
15	Arranque da produção	Externa

#### 4.4. Propostas de Melhorias

Neste subcapítulo serão expostas na tabela 5 as propostas de melhorias para a otimização de cada operação realizada no *setup*.

Cada melhoria foi estudada para poder simplificar e evitar erros na sua realização e ajudar os operadores.

Tabela 5: Proposta de melhorias segundo a operação.

Operação	Melhoria	Descrição
Pré-preparação	Definir as instruções de trabalho para a realização do <i>setup</i>	As instruções de trabalho contêm o modo correto de se executar as tarefas contribuindo para a melhoria e padronização do processo.
Pré-preparação Visualizar as informações técnicas	Incluir um caderno com informações técnicas para cada máquina	Cada acolchoadora passa a deter um caderno com informações técnicas. Cada caderno inclui informações sobre os componentes, dimensões, tolerâncias, medidas de corte do comprimento e da largura, parâmetros das velocidades de corte e RPM.

<b>Operação</b>	<b>Melhoria</b>	<b>Descrição</b>
<b>Pré-preparação</b> Abastecimento de matérias-primas	Estudar o tempo de consumo de cada rolo de matéria-prima e corresponder a quantidade de tampos de colchões que se obteve	Através deste controlo faz com que o abastecedor tenha a noção da quantidade de matéria-prima que tem de abastecer para realizar a produção estabelecida e a frequência a que têm de repor os materiais, evitando as esperas por falta de material.
<b>Pré-preparação</b> Colocar as matérias-primas do próximo modelo num local próximo	Integrar carros com rodas no abastecimento e armazenamento das matérias-primas na zona de produção	Utilização de carros com rodas para auxiliar o abastecimento de matérias-primas pesadas, proporcionando melhorias ao nível da ergonomia do trabalho, evitando-se assim lesões futuras. Contribui para a organização dos diferentes materiais na zona de produção. Facilita a troca de matérias-primas nos <i>setups</i> , sendo apenas necessário trocar os carros.
	Delinear e identificar zonas para depositar cada matéria-prima na zona de produção	Delimitar as zonas ao lado de cada acolhoadora para cada matéria-prima (tecido, TNT, fibra, espuma) e identificação de cada espaço para que estas se encontrem sempre ordenados.
<b>Remoção das matérias-primas do modelo anterior</b>	Reorganização da disposição das ferramentas	Colocar as ferramentas necessárias para remover as matérias-primas mais perto do local a serem usadas, introduzindo recipientes identificados para cada ferramenta, de forma a facilitar a sua utilização bem como o seu armazenamento. Proporcionando também a organização do espaço.
<b>Remoção das matérias-primas do modelo anterior</b>	Mudar os apertos dos suportes das matérias-primas para apertos rápidos	Aplicação de apertos rápidos vai permitir mudar as matérias-primas mais rápido, deixando de ser necessário o uso de chaves.
<b>Colocação das novas matérias-primas</b>	Demarcar limites no suporte de cada matéria-prima	Marcação do suporte de ferro com tiras de cores para as diferentes larguras das matérias-primas de modo a evitar constantes afinações da posição destas.
<b>Selecionar o programa na máquina</b>	Atualização dos dados	A falta de programas em determinadas máquinas, obriga de forma recorrente à deslocação a outras máquinas para a visualização do programa. Atualizar os programas para os novos modelos a serem produzidos. Aumento do tipo de letra dos dados expostos para uma melhor visualização.

Operação	Melhoria	Descrição
<b>Selecionar o programa na máquina</b>	Criação de uma lista com os dados relativos ao RPM para cada modelo	As rotações por minuto variam na produção de cada modelo, no entanto cada acolchoadora tem limites de RPM diferentes, sendo por isso necessário a criação de dados relativos ao RPM para cada modelo, para uma maior otimização.
<b>Recolher as ferramentas</b>	Agrupamento das ferramentas necessárias numa mala de ferramentas	Utilização de uma mala de ferramentas para reunir as ferramentas de modo a facilitar a pré-preparação das ferramentas para cada <i>setup</i> e evitar deslocações.
<b>Alteração do bordado agulhas</b>	Numeração das ranhuras das agulhas e identificação de cada barra	A numeração das ranhuras onde se inserem as agulhas auxiliaria a colocação da sequência correspondente de cada modelo evitando erros na disposição das mesmas. Identificação de cada barra recorrendo a letras do abecedário para a distinção de cada uma.
	Colocação de um código de cores na barra das agulhas	Colar círculos de cores correspondente a cada modelo ao longo da barra na devida sequência, proporcionara a colocação das agulhas de maneira mais rápida e precisa.
	Numeração dos tensores e orifícios da passagem de linha	A numeração dos tensores e dos orifícios proporciona um guia orientador, tornando a operação mais sistemática.
	Normalização da posição dos cones de linha	Com a fixação da posição dos cones de linha torna-se desnecessário fazer alterações de modelo para modelo, tornando-se assim universal. Eliminando a operação de se mover e de se acrescentar cones de linha.
	Eliminação das operações: Passagem da linha nos tensores, em vários orifícios	Com a normalização dos cones de linha a passagem da linha em vários orifícios poderá ser eliminada. Esta eliminação pode ser obtida através do tensionamento de linha permanente em tensores alternados sendo apenas necessário alterar a posição das agulhas e modificar os sensores.
	Aplicação de uma fita magnética na zona de fixação das agulhas	Na alteração das agulhas é necessário inserir cada agulha numa marcação existente na barra para que cozam corretamente. No entanto, o alinhamento da agulha na marcação não é uma operação simples nem direta, de modo a facilitar esta operação recomenda-se a aplicação de uma fita magnética na zona de marcação. Isto tornará a operação mais rápida e evitará a má colocação das agulhas e também evitará que se deixem cair as agulhas, sendo atraídas pelo íman.

<b>Operação</b>	<b>Melhoria</b>	<b>Descrição</b>
<b>Alteração do bordado crochês</b>	Implementar as mesmas propostas de melhorias descritas para a alteração do bordado na parte das agulhas	O processo é idêntico ao descrito para a alteração das agulhas, diferindo apenas na linha que pode ser passada sem ser tensionada em tensores alternados, sendo possível colocar em todos os tensores.
<b>Procurar um porta-paletes</b>	Utilizar carro com rodas para substituir as paletes	A substituição do uso de paletes por um carro com rodas eliminará o tempo da procura de um porta-paletes para remover a paleta com os tampos, reduzindo operações e tempo.
	Definir zona de circulação	É de extrema importância limitar as zonas de circulação de maneira a que as zonas se encontrem sempre desimpedidas, facilitando a passagem dos diversos materiais.
<b>Recolher uma nova paleta</b>	Limitar o espaço de acondicionamento dos carros com rodas	Limitar o espaço da zona de armazenamento dos carros, para que se encontrem sempre organizados e permaneçam no local indicado.
<b>Colocar a paleta na zona delimitada</b>	Substituir o limite demarcado no chão por um batente	Criar um batente para ser mais rápida a operação de colocar o carro na zona indicada sem necessitar de visualizar a demarcação e o alinhamento com o mesmo.
<b>Alteração das medidas do comprimento</b>	Colocar uma fita métrica na zona de afinação de corte	Aplicação de uma fita métrica de alfaiate na zona de afinação da máquina de corte 1 e 2, de forma a facilitar a medição e tornar a operação mais precisa, deixando de ser necessário o recurso de uma fita métrica e as deslocações feitas à procura da mesma.
	Afixar uma folha com as medidas de cada modelo ao lado da zona de medição	A fixação das medidas de corte ao lado da máquina facilitará a precisão da medição, evitando a ocorrência de enganos por má leitura ou memorização.
<b>Alteração das medidas da largura</b>	Reformular a lista das medidas da máquina de corte	Retificar e atualizar os valores e melhorar a visualização dos diferentes valores para cada modelo.
	Criar uma lista com os dados relativos às velocidades das máquinas de corte	A ausência de valores relativos à velocidade das máquinas de corte, implica que seja necessário otimizar esta operação através da criação de uma lista com os valores normalizados para cada modelo.
<b>Controlo das dimensões do modelo em produção</b>	Fixar uma fita métrica a zona de medição	Ou instalar batentes e afixar uma fita métrica ao longo da mesa, para apenas situar o tampo nos batentes e ver a medida, evitando erros na medição das dimensões.



# Capítulo 5

## Implementação das Propostas de Melhoria

Neste capítulo apresenta-se a implementação das propostas de melhoria e os respectivos resultados obtidos.

### 5.1. Implementações

Foram implementados metade das propostas de melhorias, devendo-se esta decisão ao custo de investimento de várias melhorias- Por isso somente foram implementadas as seguintes melhorias na acolchoadora 2, para se poder testar e validar as melhorias.

1. Criação de instruções de trabalho para a realização do *setup*

A normalização das operações e sequência de trabalho, permitiu controlar o processo de maneira a que seja sempre executado da forma mais eficiente, assegurando a qualidade e a produtividade.

No Anexo A são apresentadas as instruções de trabalho realizadas através da análise de vários *setups*, reestruturando a sequência das operações de modo a tornar mais eficaz a realização do mesmo.

2. Criação de um caderno com informações técnicas

O caderno reuniu informações técnicas importantes para o processo de *setup*, nomeadamente informações relativas ao posicionamento das agulhas, componentes, dimensões, tolerâncias, medidas de corte do comprimento e da largura, parâmetros das velocidades de corte e RPM.

No Anexo B, são apresentadas as primeiras páginas do caderno. Este foi elaborado com o intuito de facilitar a colocação das agulhas, evitar erros na colocação das agulhas, e reunir informações pertinentes para o processo de alteração de modelo.

3. Incutir o processo de pré-preparação

Foi trabalhado junto com os operadores a ideia de realizar determinadas operações antes do *setup*, como: efetuar o registo de abertura do novo modelo a ser produzido; visualizar as informações técnicas; solicitar as matérias-primas composta pelo novo modelo antecipadamente; recolher as ferramentas necessárias para a realização do *setup*; colocar as matérias-primas para o próximo modelo num local próximo; retirar a proteção das matérias-primas; antes de iniciar o *setup*.

#### 4. Organização das ferramentas

A organização das ferramentas necessárias, contribuindo para a organização do espaço de trabalho e facilitando o processo de aplicação e recolha de matérias-primas, permitiu que as ferramentas estivessem sempre perto quando são necessárias e permite eliminar o desperdício da procura das mesmas.

No Anexo C apresenta-se a disposição das ferramentas antes e depois da aplicação da melhoria 5S.

#### 5. Demarcar limites no suporte de cada matéria-prima

A marcação do suporte de ferro com tiras de cores para as diferentes larguras das matérias-primas, permite evitar constantes afinações da posição destas no decorrer do *setup*.

#### 6. Melhoria na seleção do programa na máquina

A atualização do programa da máquina, deixando assim de ser necessário deslocar a outras máquinas para a visualização do programa. Melhoria da visualização da lista dos programas, tornando-o mais direto e preciso. No Anexo D, é apresentado a melhoria realizada a folha de programas.

#### 7. Agrupamento das ferramentas necessárias numa mala de ferramentas

A junção das ferramentas necessárias para a realização do *setup* numa mala de ferramentas, permitiu eliminar várias deslocarções na procura das mesmas.

No Anexo E, é apresentado o *display* da mala de ferramentas.

#### 8. Numeração das ranhuras das agulhas e identificação de cada barra

A numeração das ranhuras onde se inserem as agulhas auxilia a colocação da sequência correspondente de cada modelo evitando erros na disposição das mesmas.

No Anexo F, é possível ver a evolução na numeração da posição de cada agulha, começando com uma numeração provisória para poder fazer um levantamento da posição das agulhas para os vários tipos de modelo e seguidamente, foi incluída uma numeração permanente onde se abrangeu a sequência das agulhas mais utilizadas na máquina, tornando o processo ainda mais direto.

#### 9. Numeração de orifícios de passagem de linha

A numeração dos orifícios da passagem da linha proporciona um guia-orientador, tornando a operação mais fácil e sistemática, evitando erros de má colocação da linha. No anexo G apresenta-se a numeração efetuada na máquina.

#### 10. Normalização da posição dos cones de linha e eliminação da passagem da linha nos tensores e em vários orifícios

Foi feito um estudo para normalizar os cones de linha e chegou-se à conclusão que a melhor solução abrangia o tensionamento das linhas permanentes em tensores alternados, para abranger todos os modelos produzidos na máquina, não sendo necessário ter que alterar a posição dos cones, nem a passagem da linha nos orifícios até a agulha, sendo neste momento necessário por a linha nas agulhas consoante o modelo a ser produzido. No anexo H, é apresentado o estudo efetuado e o conceito aplicado na máquina.

11. Alteração do bordado crochês

Foi aplicado o mesmo conceito que foi aplicado para as agulhas. No anexo I, é possível visualizar o que foi realizado.

12. Colocar uma fita métrica na zona de afinação de corte

Foi aplicada uma fita métrica de alfaiate na zona de afinação da máquina de corte 1 e 2, de forma a facilitar a medição e tornar a operação mais precisa, evitando erros de má posicionamento da fita métrica e de ser necessário o recurso a uma fita métrica e as deslocações feitas à procura da mesma. No anexo J, mostra-se o conceito aplicado na máquina.

13. Afixar uma folha com as medidas de cada modelo ao lado da zona de medição

Realizou-se um processo de recolha de dados relativos às medidas.

A afixação das medidas de corte ao lado da máquina tem como objetivo facilitar a precisão da medição, evitando-se a ocorrência de erros resultantes de uma leitura incorreta ou uma má memorização. No Anexo J, é apresentada a aplicação desta medida.

## 5.2. Resultados Obtidos

Os resultados obtidos, relativos à redução de tempo das operações, derivam da realização das implementações de melhorias descritas no capítulo anterior.

Foram acompanhados 4 *setups* com a mesma alteração de modelo já anteriormente cronometrados para os dados poderem ser comparáveis.

De acordo com a visualização do gráfico 7 podemos constatar que as melhorias implementadas reduziram o tempo de *setup* na ordem dos 50% a 60%, ou seja menos de metade do tempo anterior.

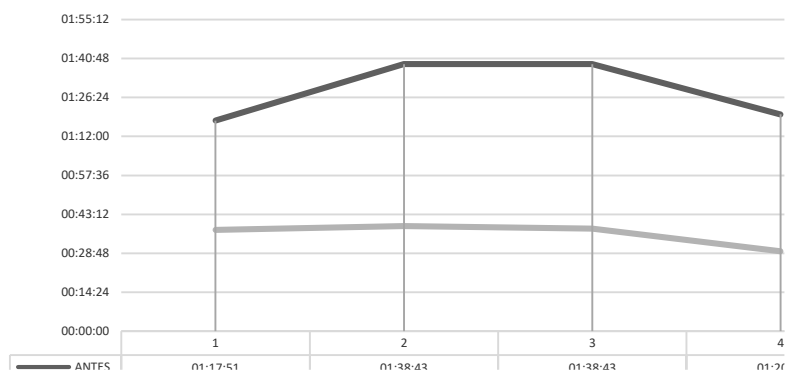


Gráfico 7: Tempos totais de *setup* antes e depois das implementações

Os *setups* cronometrados inicialmente tiveram um tempo médio 1 hora e 28 segundos após a implementação das melhorias estes reduziram para 35 minutos e 57 segundos, sendo a diferença entre o antes e o depois de 52 minutos e 54 segundos, como podemos constatar no gráfico 8.

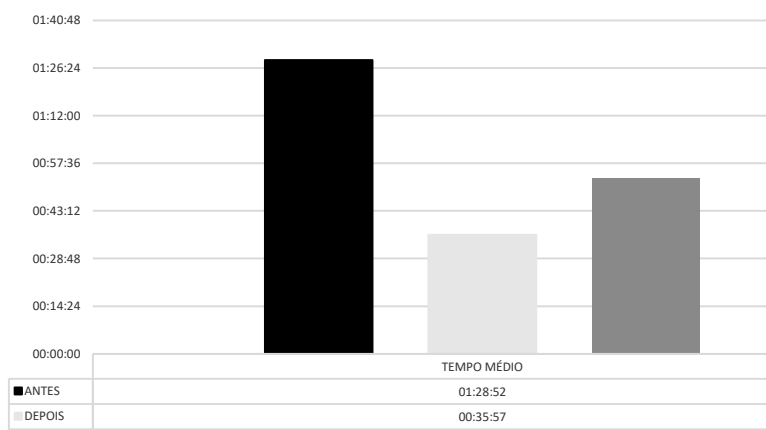


Gráfico 8: Tempo médio dos *setup* antes e depois bem como a sua diferença.

Tabela 6: Tempos médios das operações do *setup* antes e depois.

Operações	Média	
	Antes	Depois
Recolha das matérias-primas do modelo anterior	00:03:18	00:01:55
Colocação de novas matérias-primas	00:08:18	00:03:59
Rebobinar matérias-primas	00:00:19	00:00:19
Deslocações das agulhas/sensores/passagem da linha em vários orifícios/enfileiramento nas agulhas	00:21:51	00:10:30
Seleção do programa na máquina	00:00:28	00:00:23
Troca das linhas e sensores para os crochês correspondentes	00:17:55	00:09:19
Arranque da máquina + verificação das costuras	00:01:33	00:00:18
Remoção das sobras do modelo anterior	00:03:13	00:02:54
Medição do corte/costura longitudinal e corte do tecido	00:03:40	00:00:44

Deslocação para procurar um porta-paletes e remover a palete com os tampos	00:01:12	00:01:20
Deslocação para procurar uma nova palete e colocar no sítio	00:00:42	00:00:36
Inserir os dados na máquina	00:00:45	00:00:44
Controlo da máquina	00:01:23	00:01:02
Medição das dimensões do tampo	00:00:47	00:00:47
Registos	00:00:40	00:00:35
Esperas	00:00:35	00:00:00
Deslocações	00:04:38	00:00:00
Afinações	00:17:35	00:00:32
<b>Total</b>	<b>01:28:52</b>	<b>00:35:57</b>

Como podemos constatar na tabela 6 as melhorias implementadas, tiveram um impacto mais notável nas operações mais críticas do processo, que era o que se pretendia nas operações de deslocação das agulhas e crochês, o que podemos concluir é que a normalização da posição dos cones de linha e a eliminação da passagem da linha, mais a numeração das agulhas e orifícios contribuiu para reduzir para metade o tempo gasto na realização destas operações, passando na troca de agulhas de 21 minutos e 51 segundos para 10 minutos e 30 segundos e dos crochês de 17 minutos e 55 segundos para 9 minutos e 19 segundos.

O tempo da colocação das novas matérias-primas também foi reduzido através da implementação de pré-preparação do *setup*, antes esta operação demorava 8 minutos e 18 segundos, com a pré-preparação passou demorar 3 minutos e 59 segundos.

Outra melhoria significativa que ajudou na redução de tempos foi a criação e fixação de uma listas com os parâmetros do corte lateral e a aplicação de uma fita métrica na zona de medição, esta melhoria reduziu o tempo de 3 minutos e 40 segundos para 44 segundos.

Ouve uma eliminação das deslocações, devido à implementação da mala de ferramentas, da organização das ferramentas no posto de trabalho e da padronização da sequência de operações a ser seguida.

As afinações foram reduzidas significativamente devido ao estudo da posição das matérias-primas no suporte de ferro.



# Capítulo 6

## Conclusões

Este estudo enquadrou-se na política de melhoria contínua da empresa e na preocupação da necessidade de eliminar desperdícios, identificar oportunidades de melhoria, propor soluções e implementá-las.

O objetivo principal do estudo de caso consistiu na aplicação de uma das ferramentas Lean, a metodologia SMED, bem como o 5S, Standardized Work, Visual Management na seção de acolchoamento de tampos de colchões, com vista à identificação e eliminação de desperdícios durante o processo de troca de referência.

Deste modo, o objetivo foi alcançado, mostrando que a utilização da metodologia SMED se traduziu em ganhos consideráveis.

De acordo com os objetivos específicos definidos para o projeto que consistiram na redução do *setup* e aumento da flexibilidade da produção, também foram cumpridos, onde foi possível reduzir o tempo de *setup* na ordem dos 50% a 60%, ou seja menos de metade do tempo, proporcionando um aumento da produção.

Em conformidade com a questão de investigação: existirão vantagens resultantes da implementação da metodologia SMED na empresa em estudo? Podemos constatar a partir dos resultados obtidos, que a implementação da metodologia SMED e outras ferramentas Lean, proporcionaram melhorias significativas no processo.

Por último, o estudo de caso permitiu um primeiro contato com o mundo empresarial, o que se revelou ser bastante enriquecedor para a minha vida profissional futura.

No que diz respeito a trabalhos futuros, existe um potencial de desenvolvimento de oportunidades de melhoria a serem implementadas. Quanto aos *setups*, seria vantajoso aplicar as melhorias que não foram implementadas e alargar as implementações às restantes máquinas compostas pela seção do acolchoamento. Também poderia ser mais benéfico o melhoramento do layout da zona em questão, para que o processo flua com mais organização e sem obstruções.

Deverão ser mantidos os esforços em eliminar os desperdícios de tempo devendo ser mantido e reforçado o trabalho disciplinado e ordenado, cumprindo as instruções de trabalho.



## Referências Bibliográficas

- Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J., 2007. Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study. *Int. J. Prod. Econ.* 107, 223-236. doi:10.1016/j.ijpe.2006.09.009.
- Al-Najem, M., 2014. Investigating The Factors Affecting Readiness For Lean System Adoption Within Kuwaiti Small and Medium - Sized Manufacturing Industries. University of Portsmouth.
- Ali, A., Tewari, P.C., Javed, M., 2012. Analysis of JIT elements: A case study. *Int. J. Appl. Eng. Res.* 7, 2095-2100.
- Almomani, M.A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., Mumani, A., 2013a. A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Comput. Ind. Eng.* 66, 461-469. doi:10.1016/j.cie.2013.07.011.
- Almomani, M.A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., Mumani, A., 2013b. A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Comput. Ind. Eng.* doi:10.1016/j.cie.2013.07.011.
- Alotaibi, A.S.M., Alotaibi, J.G., 2016. An Analytical assessment of Lean Manufacturing Strategies and Methodologies Applied to Kuwait Oil Company (KOC). *GSTF J. Eng. Technol.*
- Alyrio, R.D., 2009. Métodos e técnicas de pesquisa em Administração. doi:10.1590/S1517-97022003000100005.
- Andrés-López, E., González-Requena, I., Sanz-Lobera, A., 2015. Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. *Procedia Eng.* 132, 23-30. doi:10.1016/j.proeng.2015.12.463.
- Anvari, a. R., Norzima, Z., Rosnay, M.Y., Hojjati, M.S.H., Ismail, Y., 2010. A Comparative Study on Journey of Lean Manufacturing Implementation. *Aijstpme.* doi:10.1080/00207543.2013.765072.
- Apreutesei, M., Suci, E., Arvinte, I.R., 2010. Lean Manufacturing - A Powerfull Tool for Reducing Waste During the Processes. *Management* 23-34.

- Baird, R., 2014. The Four Components of a Fast- Paced Organization - Going Beyond Lean Sigma Tools.
- Bamber, L., Dale, B.G., 2000. Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. *Prod. Plan. Control* 11, 291-298. doi:10.1080/095372800232252.
- Bell, E., Davison, J., 2013. Visual management studies: Empirical and theoretical approaches. *Int. J. Manag. Rev.* 15, 167-184. doi:10.1111/j.1468-2370.2012.00342.
- Bell, J., 1997. Como Realizar um Projecto de Investigação. doi:316 905/2010.
- Benson, R., Kulkarni, N.S., 2011. Understanding operational waste from a lean biopharmaceutical perspective. *Pharm. Eng. - Off. Mag. ISPE* 31, 1-7.
- Bessant, J., Caffyn, S., Gallagher, M., 2001. An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation* 21, 67-77. doi:10.1016/S0166-4972(00)00023-7.
- Betts, J.M., Johnston, R.B., 2005. Just-in-time component replenishment decisions for assemble-to-order manufacturing under capital constraint and stochastic demand. *Int. J. Prod. Econ.* 95, 51-70. doi:10.1016/j.ijpe.2003.10.020.
- Bhamu, J., Sangwan, K.S., 2013. Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues. *Int. J. Oper. Prod. Manag.* 34, 876-940. doi:10.1108/IJOPM-08-2012-0315.
- Bhasin, S., 2015. Lean Management Beyond Manufacturing - A Holistic Approach. doi:10.1029/1999GL900518.C.
- Bhoi, J.A., Desai, D.A., Patel, R.M., 2014. The Concept & Methodology of Kaizen. *Int. J. Eng. Dev. Res.* 2, 2321-9939.
- Biggam, J., 2008. Succeeding With Your Masters Dissertation.
- Boran, S., Ekincioğlu, C., 2017. A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* doi:10.1007/s00170-017-0424-9.
- Braglia, M., Frosolini, M., Gallo, M., 2017. SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-up/production programs: the SWAN approach. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 90, 1845-1855. doi:10.1007/s00170-016-9477-4.

- Briciu, S., Ofileanu, D., 2015. Value Stream Mapping in the Romanian Footwear Industry. SEA - Pract. Appl. Sci. III, 121-128.
- Cakmakci, M., Karasu, M.K., 2007. Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 33, 334-344. doi:10.1007/s00170-006-0466-x.
- Calliari, E.P., Fabris, I., 2011. A importancia dos 5S's na Organizacao 14.
- Campos, R., Oliveira, L.C.Q. de, Silvestre, B. dos S., Ferreira, A. da S., 2005. A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total. XII Simpep - Simpósio Eng. Produção 1-12.
- Cardoza, E., 2005. the Benefits That the Visual Management Can Bring for the Companies 2-6.
- Costa, E., Bragança, S., Sousa, R., Alves, A., 2013a. Benefits from a SMED Application in a Punching Machine. World Acad. Sci. Eng. Technol.
- Costa, E., Bragança, S., Sousa, R., Alves, A., 2013b. Benefits from a SMED Application in a Punching Machine. World Acad. Sci. Eng. Technol. 7, 379-385.
- Costa, J.P.P. da, 2013. Lean Manufacturing Aplicada à Otimização de Implantações.
- Dawson, C., 2002. Practical Research Methods: A User-Friendly Guide to Mastering Research, em: Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, p. 169. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Del, M., Bacci, N., 2005. Proposta de modelo de tomada de decisão para aplicação da metodologia SMED.
- Desai, M., 2015. Set Up Change Time Optimization Using Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology 2.
- Dilanthi, M.G.S., 2015. Conceptual Evolution of Lean Manufacturing a Review of Literature. Int. J. Econ. Commer. Manag. United Kingdom III, 574-585.
- Drozda, F.O., Valério, D.O., 2017. Uses of Lean Manufacturing Tools to Improve The Efficiency of Production Flow in a Can Factory. J. Lean Syst. 2, 87-106.

- DSPE, 2016. Ficha Tecido Empresarial - Indústria do Mobiliário.
- Earley, J.A.A., 2016. The Lean Book of Lean.
- Ehrlich, B.H., 2002. Transactional Six Sigma and Lean Servicing.
- Engelund, E.H., Breum, G., Friis, A., 2009. Optimisation of large-scale food production using Lean Manufacturing principles. *J. Foodserv.* 20, 4-14. doi:10.1111/j.1748-0159.2008.00109.
- Esa, M.M., Rahman, N.A.A., Jamaludin, M., 2015. Reducing High Setup Time in Assembly Line: A Case Study of Automotive Manufacturing Company in Malaysia. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 211, 215-220. doi:10.1016/j.sbspro.2015.11.086.
- Fateha, A.A.N., Nafrizuan, M.Y., Razlan, Y.A., 2012. Review on Elements of JIT Implementation. *Int. Conf. Automotive, Mech. Mater. Eng. Penang* 118-124.
- Fathalla, M.F., 2004. A Practical Guide For Health Researches. *World Health* 235.
- Filip, F.C., Marascu-Klein, V., 2015. The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 95, 12127. doi:10.1088/1757-899X/95/1/012127.
- Gapp, R., Fisher, R., Kobayashi, K., 2008. Implementing 5S within a japanese context: An integrated management system. *Manag. Decis.* 46, 565-579. doi:10.1108/00251740810865067.
- Gerhardt, T.E., Silveira, D.T., 2009. Métodos de Pesquisa, Métodos de pesquisa. doi:10.1590/S1677-54492006000400001.
- Gershenson, J.K., Pavnaskar, S.J., 2003. Eight Basic Lean Product Development Tools. *Int. Conf. Eng. Des.*
- Gest, G., Culley, S.J., McIntosh, R.I., Mileham, A.R., Owen, G.W., 1995. Review of fast tool change systems. *Comput. Integr. Manuf. Syst.* doi:10.1016/0951-5240(95)00011-H.
- Ghodrati, A., Zulkifli, N., 2012. A Review on 5S Implementation in Industrial and Business Organizations. *Iosrjournals.Org* 5, 11-13.

- Gil, A.C., 2002. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 4ª Edição. ed, Como Elaborar Projetos de Pesquisa. doi:10.1111/j.1438-8677.1994.tb00406.
- Gonçalves, E.A., 2013. Implementação de Técnicas e Princípios da Produção Lean numa Empresa de Plásticos.
- Gungor, Z.E., Evans, S., 2015. Eco-effective changeovers; changing a burden into a manufacturing capability. *Procedia CIRP* 26, 527-532. doi:10.1016/j.procir.2014.07.183.
- Gupta, S., Jain, S.K., 2013. A Literature Review of Lean Manufacturing. *Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag.* 8, 241-249. doi:10.1080/17509653.2013.825074.
- Hall, R.W., 1998. *Standard Work: Holding The Gains.*
- Hamilton, B., 1982. *5S Made Easy.*
- Hayen, A., 2012. *Application Of Lean Manufacturing Tools In Garments Production.* Unicersity Daffodil Internacional.
- Hicks, B.J., 2007. Lean information management: Understanding and eliminating waste. *Int. J. Inf. Manage.* 27, 233-249. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001.
- Hines, P., Rich, N., 1997. Mapping Tools. *Int. J. Oper. Prod. Manag.* 17, 46-64. doi:10.1108/01443579710157989.
- Hines, P., Rich, N.L., 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools. *Int. J. Oper. & Production Manag.* 17, 46-64. doi:10.1108/01443579710157989.
- Hirano, H., 2009. *Jit Implementation Manual - Volume 2.*
- İşler, M., Güner, M., 2014. Heijunka Techique from Lean Production Tools and Its Apparel Applications. *Int. Izmir Text. Appar. Symp.* 353-356.
- Isme, M.E., Assaf, R., 2009. The 1 st International Conference on Industrial , Systems Performance Improvement Using the Single Minute Exchange of Die ( SMED ) Methodology in an Aluminum Profiles Extrusion Production System 2012.
- Jackson, T.L., 2009. *5S for Healthcare.* New Work.

- Jakubiec, M., Brodnicka, E., 2016. Kaizen Concept in the Process of a Quality Improvement in the Company. *Co. Today's Economy - Theory Pract.* 89-101. doi:10.19253/rem.2016.01.008.
- Johnson, D.J.D.J., 2003. A framework for reducing manufacturing throughput time. *J. Manuf. Syst.* 22, 283-298. doi:10.1016/S0278-6125(03)80009-2.
- Joosten, T., Bongers, I., Janssen, R., 2009. Application of lean thinking to health care: issues and observations. *Int. J. Qual. Health Care* 21, 341-347. doi:10.1093/intqhc/mzp036 [doi].
- Kliem, R., 2016. *Managing Lean Projects*, Taylor & Francis Group.
- Kootanaee, A.J., Babu, K.N., Talari, H.F., 2013. Just-In-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement. *SSRN Electron. J.* 1, 7-25. doi:10.2139/ssrn.2253243.
- Koskela, L., 2004. Moving on - beyond lean thinking. *Lean Constr. J.* 1, 24-37.
- Krafcik, J.F., 1988. Triumph of The Lean Production System. *Sloan Manage. Rev.* doi:10.1108/01443570911005992.
- Kumar, C.S., Panneerselvam, R., 2007. Literature review of JIT-KANBAN system. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 32, 393-408. doi:10.1007/s00170-005-0340-2.
- Kušar, J., Berlec, T., Žefran, F., Starbek, M., 2010. Reduction of machine setup time. *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.* 56, 833-845.
- Laville, C., Dionne, J., 2008. *A construção do saber: Manual de Metodologia da Pesquisa em Ciências Humanas*, Editora Atlas S. A. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Lean Enterprise Institute, I., 2008. *Lean Lexicon - A graphical Glossary For Lean Thinkers*, 4<sup>a</sup> Edition. ed.
- Leconte, T., 2008. *La pratique du SMED - Obtenir Des Gains Importants Avec Le Changement D'outillage Rapide*.
- Leite, H. dos R., Vieira, G.E., 2015. Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. *Production* 25, 529-541. doi:10.1590/0103-6513.079012.

- Lian, Y.-H., Landeghem, H. Van, 2002. An Application of Simulation and Value Stream Mapping in Lean Manufacturing. Proc. 14th Eur. Simul. Symp. 300-307.
- Liker, J.K., Meier, D., 2006. The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps. doi:10.1036/0071448934.
- Liker, J.K., Morgan, J.M., 2006. The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. Acad. Manag. Perspect. 20, 5-20. doi:10.5465/AMP.2006.20591002.
- Mahapatra, S.S., Mohanty, S.R., 2007. Lean Manufacturing in Continuous Process Industry: An Empirical Study. J. Sci. Ind. Res. 66, 19-27.
- Mariz, R.N., Picchi, F.A., Granja, A.D., Melo, R.S.S. de, 2012. A review of the standardized work application in construction. IGLC 2012 - 20th Conf. Int. Gr. Lean Constr.
- Martin, T., Bell, J., 2011. New Horizons in Standardized Work. doi:10.1201/b10507.
- Matías, J.C.H., Idoipe, A.V., 2013. Lean Manufacturing - Conceptos, Técnicas e Implantación.
- McManus, H., 2009. Product Development Value Stream Mapping Manual.
- Melton, T., 2005. The Benefits of Lean Manufacturing. Chem. Eng. Res. Des. 83, 662-673. doi:10.1205/cherd.04351.
- Méndez, R.R., Partida, D.S., Flores, J.L.M., Barrón, E.A., 2015. A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant. IFAC-PapersOnLine 28, 1399-1404. doi:10.1016/j.ifacol.2015.06.282.
- Miller, G., Pawloski, J., Standridge, C., 2010. A case study of lean, sustainable manufacturing. J. Ind. Eng. Manag. 3, 11-32. doi:10.3926/jiem.2010.v3n1.p11-32.
- Misiurek, B., 2016. Standardized Work with TWI: Eliminating Human Errors in Production and Service Processes.
- Mukhopadhyay, S.K., Shanker, S., 2005. Kanban implementation at a tyre manufacturing plant: a case study. Prod. Plan. Control 16, 488-499. doi:10.1080/09537280500121778.
- Myerson, P., 2012. Lean Supply Chain and Logistics Management. Mc Graw Hill 292.

- Neves, E.B., Domingues, C.A., 2007. Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. Rio de Janeiro.
- Nicholas, W., 2011. Research Methods: The Basics, Routledge. doi:doi:10.4324/9780203836071.
- Obara, S., Wilburn, D., 2012. Toyota By Toyota - Reflections From The Inside Leaders on the Rechniques That.
- Okpala, D.C.C., 2014. Tackling muda - the inherent wastes in manufacturing processes. Int. J. Adv. Eng. Technol. V, 0976-3945.
- Patel, V.C., Thakkar, D.H., 2014. Review on Implementation of 5S in Various Organization. J. Eng. Res. Appl. 4, 774-779.
- Pawłyszyn, I., Stachowiak, A., Hadaś, Ł., 2014a. Application of Smed Methodology in a Printing-House. Res. Logisb.
- Pawłyszyn, I., Stachowiak, A., Hadaś, Ł., 2014b. Application of Smed Methodology in a Printing-House. Res. Logisb 4, 357-368.
- Pereira, R., 2009. The Seven Wastes. iSixSigma Mag. 5.
- Picchi, F.A., Granja, A.D., 2004. Construction Sites: using lean principles to seek broader implementations. 12 th Conf. Int. Gr. Lean Constr. 1-12. doi:10.1016/S0141-0296(97)00065-5.
- Prakash, D., Kumar, C., 2011. Implementation of Lean Manufacturing Principles in Auto Industry. Ind. Eng. Lett. 1, 56-61. doi:www.ximb.ac.in/start/conference2007.php.
- Prakash, N., Prasad, C.H.V.V.S.N. V, 2014. Lean Practices in Small and Medium Manufacturing Enterprises - A Structured Literature Review. J. Basic Appl. Eng. Res. 1, 78-84.
- Rahul, R., Joshi, Naik, G.R., 2012. Application of SMED Methodology-A Case Study in Small Scale Industry. Int. J. Sci. Res. Publ. 2, 2250-3153.
- Rewers, P., Trojanowska, J., Chabowski, P., 2016. Tools and Methods of Lean Manufacturing - A Literature Review. 7th Int. Tech. Conf. Technol. FORUM 2016 0-6.

- Rodrigues, M.V., 2014. Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo o Sistema de Produção Lean Manufacturing. doi:Prateleira Parede.
- Sabaghi, M., Rostamzadeh, R., Mascle, C., 2015. Kanban and value stream mapping analysis in lean manufacturing philosophy via simulation: A plastic fabrication (case study). *Int. J. Serv. Oper. Manag.* 20, 118-140. doi:10.1504/IJSOM.2015.065977.
- Satao, S.M., Thampi, D.G.T., Dalvi, S. d., Srinivas, B., Patil, B.T., 2012. Enhancing Waste Reduction Through Lean Manufacturing Tools and Techniques , a Methodical Step in the Territory of Green Manufacturing. *IRACST - Int. J. Res. Manag. Technol.* 2, 253-257.
- Severino, A.J., 2000. Metodologia do Trabalho Científico.
- Shah, R., Ward, P.T., 2003. Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance. *J. Oper. Manag.* 21, 129-149. doi:10.1016/S0272-6963(02)00108-0.
- Sharma, R., Singh, J., 2015. Impact of implementing japanese 5S practices on total productive maintenance. *Int. J. Curr. Eng. Technol.* 55, 2277-4106.
- Shibuya, M., Exchange, S.M., 2010. a Aplicação Do Smed Em Plásticos Abs. Encontro Nac. Eng. Produção.
- Shingo, S., 1985. A Revolution in Manufacturing: The SMED System.
- Simões, A., Tenera, A., 2010. Improving setup time in a press line - Application of the SMED methodology, IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). IFAC. doi:10.3182/20100908-3-PT-3007.00065.
- Srinivasan, S., Ikuma, L.H., Shakouri, M., Harvey, I.N. and C., 2016. 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *J. Manuf. Technol. Manag.* 27, 494-519. doi:10.1108/JFM-03-2013-0017.
- Staats, B.R., Brunner, D.J., Upton, D.M., 2011. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *J. Oper. Manag.* 29, 376-390. doi:10.1016/j.jom.2010.11.005.
- Stamm, M.L., 2008. Value Stream Mapping ( Vsm ) in a Manufacture-To-Order Small and Medium Enterprise. 3rd World Conf. Prod. Oper. Manag. Tokyo, Japan 1-15.

- Steenkamp, L.P., Hagedorn-Hansen, D., Oosthuizen, G.A., 2017. Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manuf.* 8, 455-462. doi:10.1016/j.promfg.2017.02.058.
- Sugai, M., McIntosh, R.I., Novaski, O., 2007. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção* 14, 323-335. doi:10.1590/S0104-530X2007000200010.
- Sundar, R., Balaji, A.N., Satheesh Kumar, R.M., 2014a. A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Eng.* 97, 1875-1885. doi:10.1016/j.proeng.2014.12.341.
- Sundar, R., Balaji, A.N., Satheesh Kumar, R.M., 2014b. A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Eng.* doi:10.1016/j.proeng.2014.12.341.
- Tezel, B., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., 1987. Visual management - A general overview. *Iowa Med. J. Iowa Med. Soc.* 77, 220-221.
- Trovinger, S.C., Bohn, R.E., 2009. Setup time reduction for electronics assembly: Combining simple (SMED) and IT-based methods. *Prod. Oper. Manag.* 14, 205-217. doi:10.1111/j.1937-5956.2005.tb00019.
- Ulutas, B., 2011. An application of SMED Methodology. *World Acad. Sci. Eng. Technol.* 5, 100-103.
- Van Goubergen, D., Van Landeghem, H., 2002. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robot. Comput. Integr. Manuf.* 18, 205-214. doi:10.1016/S0736-5845(02)00011-X.
- Vastag, G., Montabon, F., 2001. Linkages Among Manufacturing Concepts, Inventories, Delivery Service and Competitiveness. *Int. J. Prod. Econ.* 71, 195-204. doi:10.1016/S0925-5273(00)00118-3.
- Voehl, F., Harrington, H.J., Charron, R., 2014. *The Lean Six Sigma Black Belt Handbook - Tool and Methods for Process Acceleration.*
- Willis, D., 2016. *Process Implementation Through 5S.*
- Wojakowski, P., 2013. Some Aspects of Visual Management Systems Applied in Modern Industrial Plant Kontrolu Wizualnej W Nowoczesnych.





- Wokman, J.P., Jones, D.T., 2003. Lean Thinking. doi:10.1080/14767330701233988.
- Womack, J.P., Jones, D.T., 1996. Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. Harv. Bus. Rev. 74, 140-158. doi:Article.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D., 1990. The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. doi:10.1016/0024-6301(92)90400-V.
- Yin, R.K., 2009. Case Study Research: Design and Methods, 4<sup>a</sup> Edição. ed, Applied social research methods series ; doi:10.1097/FCH.0b013e31822dda9e.
- Young, F.Y.F., 2014. The Use of 5S in Healthcare Services: a Literature Review. Int. J. Bus. Soc. Sci. 5, 240-248.



# Anexos

## Anexo A

### Criação de instruções de trabalho para a realização do *setup*

<p><b>1</b></p>  <p><b>PRÉ-PREPARAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Efetuar o registo de abertura do novo modelo a ser produzido;</li><li>• Visualizar as informações técnicas;</li><li>• Solicitar as matérias primas composta pelo novo modelo antecipadamente;</li><li>• Recolha da mala de ferramentas para a realização do <i>setup</i>;</li><li>• Retirar a proteção das matérias primas;</li></ul>	<p><b>2</b></p>  <p><b>REMOÇÃO E COLOCAÇÃO DE MATÉRIAS PRIMAS + PROGRAMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selar e identificar com a etiqueta cada matéria prima com fita cola;</li><li>• Inserir novas matéria prima nas posições sinalizadas no suporte;</li><li>• Desenrolar e inserir as matérias primas na zona de costura;</li><li>• Inserir o programa e os RPM na máquina;</li></ul>	<p><b>3</b></p>  <p><b>ALTERAÇÃO DO BORDADO (AGULHAS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pegar a mala de ferramentas;</li><li>• Deslocação das agulhas para a posição correspondente do modelo a ser produzido;</li><li>• Verificação da posição das agulhas;</li><li>• Enfileiramento da linha nas agulhas;</li><li>• Inserir os sensores de linha na posição correspondente das agulhas;</li></ul>	<p><b>4</b></p>  <p><b>ALTERAÇÃO DO BORDADO (CROCHÊS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpeza da zona dos crochês;</li><li>• Enfileiramento da linha nos crochês onde se situa a agulha;</li><li>• Inserir os sensores de linha na posição correspondente dos crochês;</li><li>• Por a máquina em funcionamento;</li><li>• Verificação das costuras do bordado;</li></ul>	<p><b>5</b></p>  <p><b>REMOÇÃO DAS SOBRAS DO MODELO ANTERIOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Arrumação do kit de ferramentas;</li><li>• Verificar a posição das matérias primas;</li><li>• Deslocação para procurar um porta paletes e colocar junto da paleta a ser removida;</li><li>• Registo de identificação de paleta;</li></ul>	<p><b>6</b></p>  <p><b>REMOÇÃO DA PALETE COMO OS TAMPOS DO MODELO ANTERIOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inserir a identificação da paleta;</li><li>• Retirar a paleta com os tampos e transportar até à zona de inspeção;</li><li>• Recolher uma nova paleta adequada as dimensões do novo modelo a ser produzido;</li><li>• Colocar a paleta na zona delimitada;</li></ul>	<p><b>7</b></p>  <p><b>ALTERAÇÃO DAS MEDIDAS DO COMPRIMENTO E LARGURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Medição da medida do modelo a ser produzido na cabeça de corte 2/3;</li><li>• Corte do excedente das laterais;</li><li>• Inserir na máquina as medidas ao modelo a ser produzido relativas à cabeça de corte 1;</li><li>• Inserir as velocidades referentes a cabeça de corte 1 e 2/3;</li></ul>	<p><b>8</b></p>  <p><b>CONTROLO DAS DIMENSÕES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Acompanhar a saída dos primeiros tampos;</li><li>• Visualizar a folha das dimensões do modelo e as suas tolerâncias;</li><li>• Controlo das dimensões do tempo;</li><li>• Medição do tamanho do tempo;</li><li>• Arranque da produção se as medidas do tempo estiverem de acordo com os parâmetros tabelados;</li></ul>
--	---	---	--	--	--	---	---

# Anexo B

## Criação de um caderno com informações técnicas



### INFORMAÇÕES TÉCNICAS SECÇÃO DE CORTE E ACOLCHOAMENTO

#### DUEFFE 2



#### ÍNDICE

4	SUENO	18	TUDDAL 200	32	WHAT	46	SOUL	60	SLEEP
6	TALGJE 190	20	NOVA	34	SIESTA	48	SELECT	62	ORTOPEX
8	TALGJE 200	22	SONGE	36	LOVAS	50	BLOOM/EFFY	64	GALAXI
10	FEELING	24	HAMARVIK	38	GERESTA	52	ROLLING	66	MEMORY
12	MOSHULT	26	ASTON	40	GIBGSTAD	54	MASTERRELAX	68	HOSTEL
14	MALFORS	28	HAFSLO	42	HOVAG	56	MASTER	72	INFO.CROCHÉS
16	TUDDAL 190	30	MALVIK	44	GERESTA	58	EKTORP		

1



#### SUENO

SUENO	190	200
190	200	

NÚMERO TOTAL DE AGULHAS - SUENO 190 28

NÚMERO TOTAL DE AGULHAS - SUENO 200 27

2



#### SUENO

MATERIAIS	DIMENSÕES	MEDIDAS DO CORTE/COSTURA DO COMPRIMENTO	AJUSTE DA LARGURA	AJUSTES DE VELOCIDADES / RPM
<p><b>TAMPO SUPINF 190</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TICIDO: JACQUARD/ALBY TACTIL 0 210 CM</li> <li>FIBRA: PAPER-18</li> <li>ESPUMA: 10</li> <li>FIN: 170 0210 CM</li> <li>ELIMINA: AGULHAS: BERAFIL 80 - BRANCA</li> <li>MOBILIZ: TECTURAN 102</li> <li>CAR. MÁQ. 100</li> <li>TOPFLA 40</li> </ul> <p><b>TAMPO SUPINF 200</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TICIDO: JACQUARD/ALBY TACTIL 0 210 CM</li> <li>FIBRA: PAPER-18</li> <li>ESPUMA: 10</li> <li>FIN: 170 0210 CM</li> <li>ELIMINA: AGULHAS: BERAFIL 80 - BRANCA</li> <li>MOBILIZ: TECTURAN 102</li> <li>CAR. MÁQ. 100</li> <li>TOPFLA 40</li> </ul> <p><b>DISPOSIÇÃO DOS MATERIAIS</b></p>	<p><b>TAMPO SUPERIOR</b></p> <p>medida real   comprimento   medida real   comprimento</p> <p>190 x 190 80 x 190 0 1 80 x 190 0 1 190 x 200 80 x 200 0 1 80 x 200 0 1</p> <p><b>TAMPO INFERIOR</b></p> <p>medida real   comprimento   medida real   comprimento</p> <p>190 x 190 80 x 190 0 1 80 x 190 0 1 190 x 200 80 x 200 0 1 80 x 200 0 1</p>	<p><b>medida real</b></p> <p>medida real   comprimento</p> <p>190 x 190 80 x 190 190 x 200 80 x 200</p>	<p><b>medida real</b></p> <p>medida real   comprimento</p> <p>190 x 190 80 x 190 190 x 200 80 x 200</p>	<p><b>medida real</b></p> <p>medida real   comprimento</p> <p>190 x 190 80 x 190 190 x 200 80 x 200</p>

3

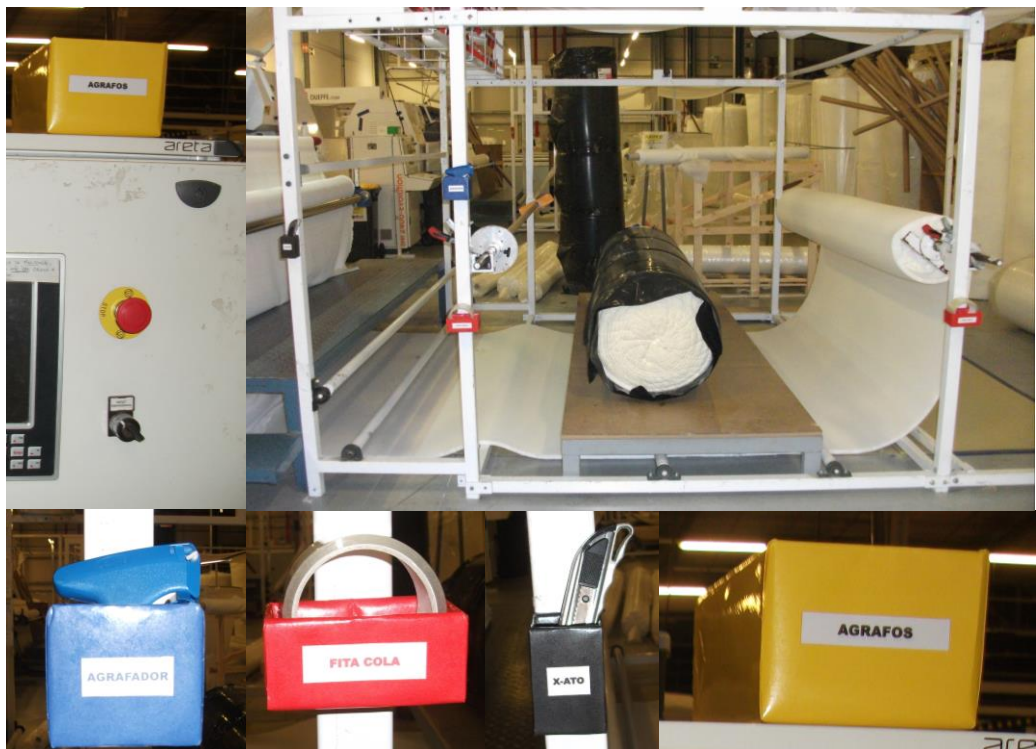
## Anexo C

### Organização das ferramentas

ANTES



DEPOIS



## Anexo D

Melhoria na seleção do programa na máquina

ANTES

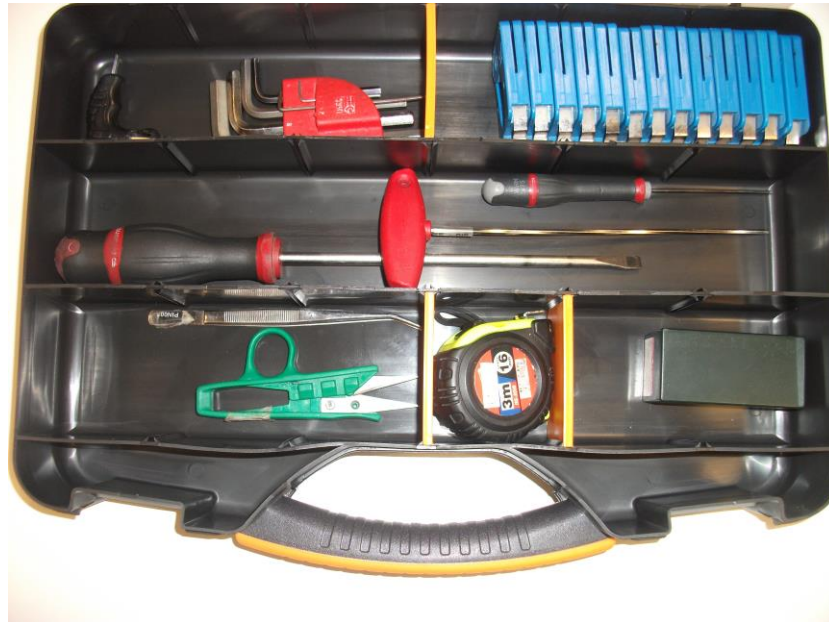


DEPOIS



## Anexo E

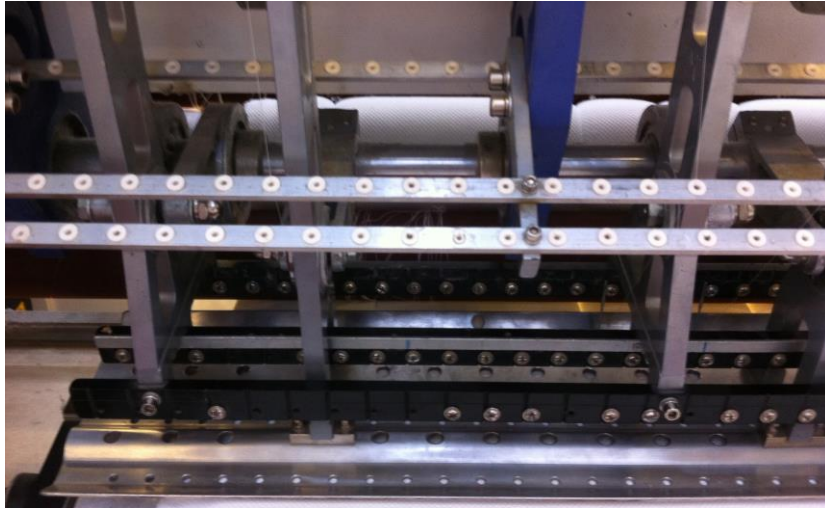
Agrupamento das ferramentas necessárias numa mala de ferramentas



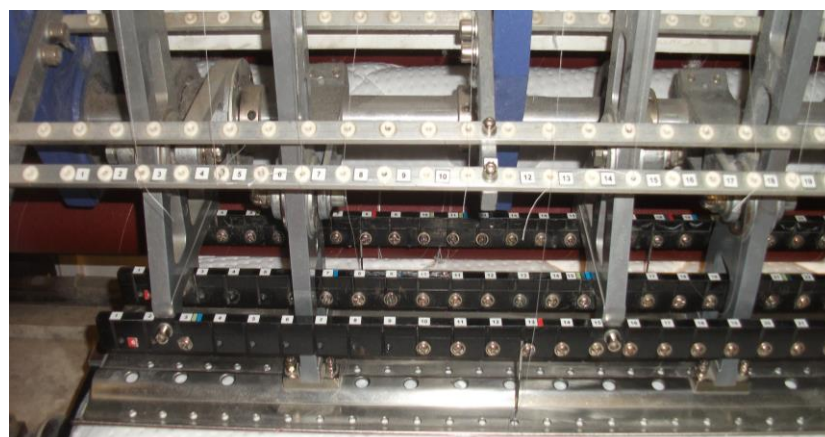
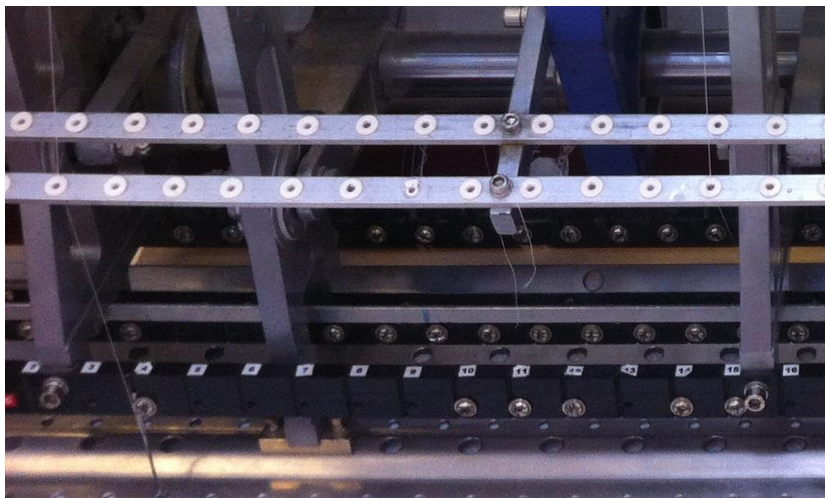
## Anexo F

Numeração das ranhuras das agulhas e identificação de cada barra

ANTES



DEPOIS



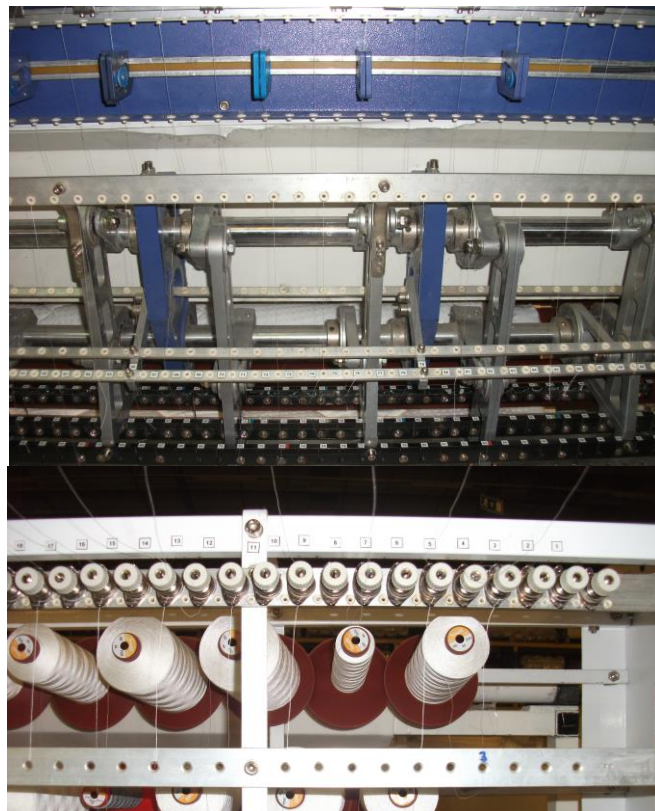
## Anexo G

### Numeração de orifícios de passagem de linha

ANTES



DEPOIS



## Anexo H

### Normalização da posição dos cones

ANTES



DEPOIS

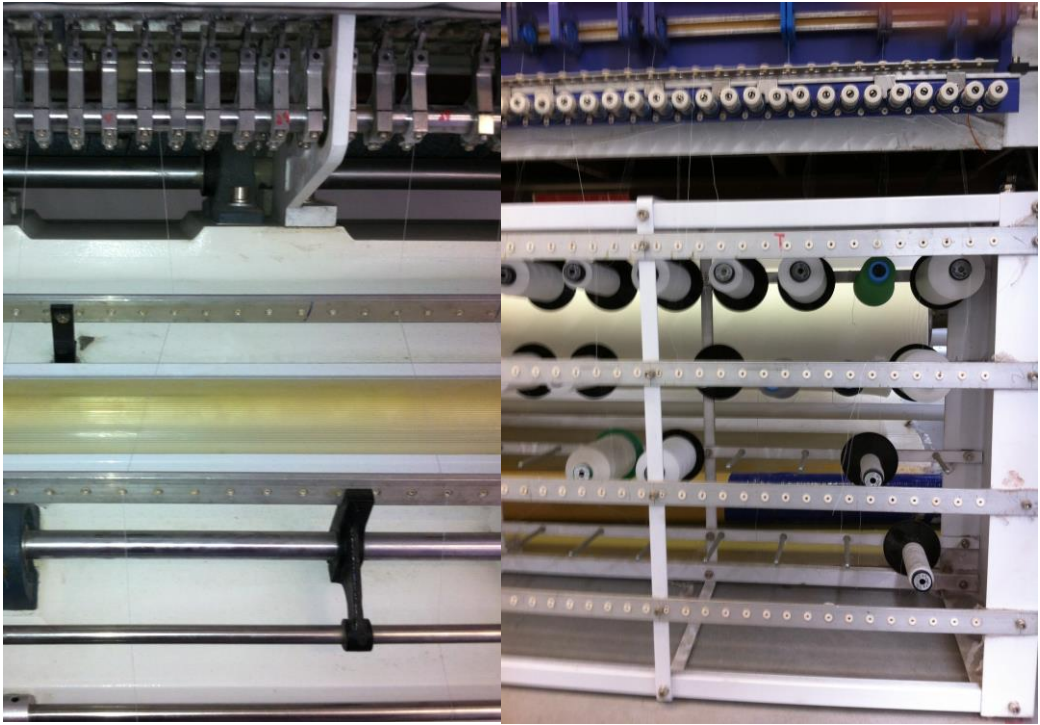




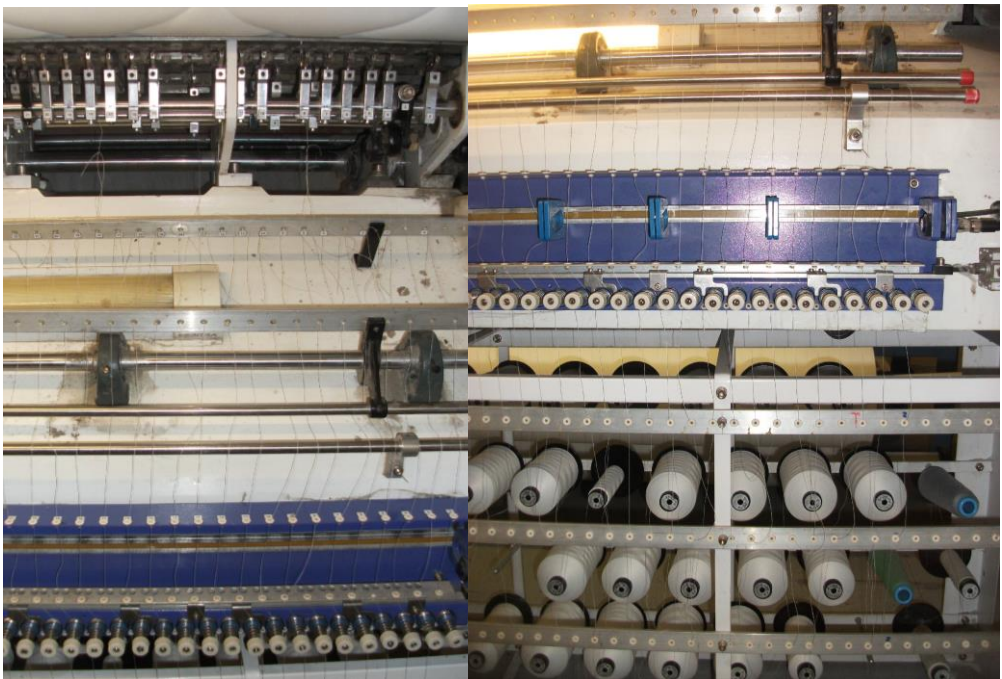
# Anexo I

## Alteração do bordado crochés

### ANTES



### DEPOIS



## Anexo J

Colocar uma fita métrica na zona de afinação de corte

Afixação de uma folha com as medidas de cada modelo ao lado da zona de medição

ANTES



DEPOIS

