



# **Fatores de Flexibilização e Produtividade na Indústria Têxtil e Vestuário (Versão final após discussão)**

**Ana Sofia Ferreira Rodrigues**

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

Orientador: Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos

**janeiro de 2021**



# **Dedicatória**

À minha bisavó que partiu quando comecei a aventura do ensino superior e hoje não pode estar do meu lado para celebrar as minhas conquistas.



# Agradecimentos

Com o concluir deste trabalho e de mais uma etapa no meu percurso académico, venho exprimir o meu agradecimento a todos os que contribuíram e me auxiliaram na realização da minha dissertação.

Inicialmente, começo por agradecer ao Professor Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos, meu orientador e professor, por toda a ajuda, por toda a informação e conhecimento que partilhou comigo e por todas as horas que perdeu para me conseguir ajudar a concluir este trabalho.

Aos meus pais e à minha irmã, por me terem proporcionado esta e outras oportunidades, por investirem no meu futuro e por nunca me terem deixado desistir, se sou o que sou hoje a eles o devo.

Aos meus amigos e companheiros de aventuras e aprendizagens (Joel, João, Joana C., Ana, Célia, Melanie, Joana A., Inês, Sara M., Jacinta, Sara P., Beatriz, Raquel), pela motivação e companheirismo.

Aos meus colegas e amigos de curso (Margarida, Andreia, Beatriz, Sandrina, Tiago, Diogo, Rui, Ricardo, Norberto, etc.) por todos estes anos lado a lado a lutar diariamente por estas conquistas.

E um obrigado enorme a todas as outras pessoas da minha família, do meu seio de amigos, e do meu seio escolar que me ensinaram também a crescer e a lutar por tudo o que acredito.



## Resumo

Face aos desafios que se têm colocado na indústria têxtil, devido à globalização dos mercados e respetiva flexibilização da produção, torna-se pertinente identificar novos modelos organizacionais e, conseqüentemente, o uso das novas tecnologias que poderão contribuir para a flexibilização de lotes e respetivo aumento de produtividade nas empresas.

A principal problemática a desenvolver é a obtenção de ferramentas que permitam que as empresas se conseguiram adaptar aos diferentes tamanhos dos lotes de produção, nomeadamente, quando as encomendas são menores, uma vez que, requer mudanças em toda a linha de produção o que dificulta o processo e se traduz em perdas de produtividade.

A metodologia utilizada trata-se de uma revisão bibliográfica e análise de alguns exemplos de aplicação das ferramentas Lean e das tecnologias da Indústria 4.0 na indústria têxtil e do vestuário.

Apresenta-se uma revisão histórica da evolução da indústria têxtil a nível mundial e nacional, uma apresentação geral do desenvolvimento tecnológico do setor, e conseqüentemente, medidas de melhoria dos processos produtivos, nomeadamente, na flexibilização de lotes de produção.

Assim, esta dissertação através da análise de exemplos práticos refere que se é possível resolver-se o problema através da introdução de ferramentas Lean, nomeadamente, ao aplicar-se a ferramenta *Just-In-Time*, *Heijunka*, *Kanban* e de tecnologias da Indústria 4.0, como os sistemas horizontais e verticais, a tecnologia *Radio Frequency Identification* e aplicações que permitam a emissão de sinais sonoros de alerta.

## Palavras-chave

Indústria Têxtil; Modelos Organizacionais; Ferramentas de Produtividade; Flexibilização da Produção



# **Abstract**

In view of the challenges that have been posed in the textile industry, due to the globalization of markets and the respective flexibility of production, it becomes relevant to identify new organizational models and, consequently the use of new technologies that contribute to the flexibility of levels and respective increase productivity in companies.

The main problem to develop is to obtain tools that allow companies to adapt to the different sizes of production batches, namely, when orders are smaller, since it requires changes in the entire production line, which makes it difficult to process and translates into productivity losses.

The methodology used is a bibliographic review and analysis of some examples of application of Lean tool and Industry 4.0 technologies in the textile and clothing industry.

A historical review of the evolution of the textile industry at a global and national level is presented, a general presentation of the technological development of the sector, and, consequently, measures to improve production processes, namely, in the flexibility of production lots.

Thus, this dissertation through the analysis of practical examples indicates that is possible to solve the problem through the introduction of Lean tools, namely, by applying the Just-In-Time, Heijunka, Kanban and Industry 4.0 technologies, such as horizontal and vertical systems, Radio Frequency Identification technology and applications that allow the emission of audible warning signals.

## **Keywords**

Textile Industry; Organizational Models; Productivity Tools; Production Flexibility



## Índice

<b>Dedicatória .....</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>v</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>ix</b>
<b>Capítulo 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Estrutura e Organização .....	3
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Indústria Têxtil .....</b>	<b>5</b>
2.1. Caracterização da Indústria Têxtil .....	5
2.2. Evolução da Indústria Têxtil .....	6
2.2.1. Evolução da Indústria Têxtil em Portugal .....	7
2.3. Caracterização do Setor em Portugal .....	8
2.4. Entidades de Apoio à Indústria Têxtil em Portugal .....	10
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Lean Production .....</b>	<b>13</b>
3.1. Origem e Evolução do Lean Production.....	13
3.2. Objetivos do Lean.....	14
3.3. Princípios Lean.....	14
3.4. Tipos de Desperdícios (Muda) .....	16
3.5. Ferramentas Lean.....	17
3.5.1. 5'S.....	17
3.5.2. PDCA.....	18
3.5.3. Kaizen.....	18
3.5.4. Heijunka.....	19

3.5.5.	Just-In-Time .....	19
3.5.6.	Kanban .....	20
3.5.7.	Takt Time .....	21
3.5.8.	Poka-Yoke .....	21
3.5.9.	Single Minute Exchange of Die .....	22
3.5.10.	One Piece-Flow .....	22
3.5.11.	Value Stream Mapping.....	23
3.6.	O Lean Aplicado na Indústria Têxtil .....	23
<b>Capítulo 4</b> .....		<b>27</b>
<b>4. Indústria 4.0</b> .....		<b>27</b>
4.1.	Tecnologias da Indústria 4.0 .....	28
4.1.1.	Big Data and Data Analytics .....	28
4.1.2.	Autonomous Robots.....	29
4.1.3.	Simulation.....	29
4.1.4.	Horizontal and vertical system integration .....	29
4.1.5.	Internet of Things .....	30
4.1.6.	The Cloud .....	30
4.1.7.	Cybersecurity.....	30
4.1.8.	Additive Manufacturing .....	31
4.1.9.	Augmented reality .....	31
4.2.	Entraves à aplicação da Indústria 4.0 .....	31
4.3.	Benefícios à implementação da Indústria 4.0 .....	33
4.4.	Indústria 4.0 Aplicada na Indústria Têxtil.....	34
<b>Capítulo 5</b> .....		<b>37</b>
<b>5. Flexibilização de Lotes na indústria têxtil</b> .....		<b>37</b>
5.1.	Flexibilização de Lotes Através da Filosofia <i>Lean</i> na Indústria Têxtil.....	37
5.2.	Flexibilização de Lotes Através da Indústria 4.0 na Indústria Têxtil .....	38
<b>Capítulo 6</b> .....		<b>41</b>
<b>6. Conclusão</b> .....		<b>41</b>

<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>43</b>
--	-----------



# Lista de Figuras

Figura 1- Evolução dos principais indicadores da ITV .....	8
Figura 2- Distribuição regional das empresas.....	9
Figura 3- Evolução do volume de negócios em % .....	9
Figura 4- Comparação das exportações e importações de bens.....	10
Figura 5- O papel do Lean Thinking na eliminação do desperdício e criação de valor .....	16
Figura 6- Kanban de produção vs Kanban de movimentação .....	21
Figura 7- Exemplo da ferramenta VSM.....	23
Figura 8- As 9 tecnologias que transformam a Indústria 4.0 .....	28



# Lista de Acrónimos

ANIL	Associação Nacional dos Industriais de Lanifícios
ANIVEC	Associação Nacional das Indústrias de Vestuário e Confeção
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
ASM	Associação Seletiva da Moda
ATP	Associação Têxtil e de Vestuário de Portugal
CENIT	Centro Associativo de Inteligência Têxtil
CITEVE	Centro Tecnológico das Indústrias Têxteis e do Vestuário
CPS	<i>Cyber-physic system</i>
GATT	Acordo Geral sobre Pautas Aduaneiras e Comércio
IoT	<i>Internet of Things</i>
ITV	Indústria Têxtil e do Vestuário
JIT	<i>Just-In-Time</i>
LP	<i>Lean Production</i>
MODATEX	Centro de Formação Profissional da Indústria Têxtil, Vestuário, Confeção e Lanifícios
M2M	<i>Machine to Machine</i>
OMC	Organização Mundial de Comércio
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
RFID	<i>Radio Frequency IDentification</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>



# Capítulo 1

## 1. Introdução

No presente capítulo é apresentado um enquadramento face ao estudo a realizar na dissertação, bem como a apresentação dos objetivos, metodologia e estrutura e organização.

### 1.1. Enquadramento

Face aos desafios que se têm colocado na indústria têxtil, com a globalização dos mercados e flexibilização da produção, é pertinente a identificação de novos modelos organizacionais e, conseqüentemente o uso das novas tecnologias que poderão contribuir para o aumento da produtividade das empresas, ou seja, com o crescimento dos mercados competitivos as empresas terão de se adaptar e adotar medidas que as sobrevalorizem perante a sua concorrência, e em conformidade com isto, a criação de valor para o cliente. Será necessário também a sua adaptação aos vários tipos de lotes de produção, uma vez que as empresas estão a ultrapassar tempos críticos e dificilmente terão grandes lotes de produção.

As empresas para se conseguirem destacar nos mercados têm de produzir no menor tempo possível os seus produtos, conjugando-o com os custos e os diferentes setores da cadeia produtiva (Melo et al., 2007).

O baixo desempenho de uma empresa, deve-se maioritariamente à quantidade de desperdícios que são gerados ao longo do processo de produção. Assim, as organizações devem implementar medidas que visem a redução dos desperdícios, e conseqüentemente, a melhoria do desempenho (Lindberg et al., 2015).

O setor têxtil em Portugal, é um dos que contribui maioritariamente para o desenvolvimento da economia portuguesa, e como tal requer uma aposta tecnológica que o torne mais eficiente e de fácil e rápido acesso para o cliente. Ferreira et al. (2014) defende que o setor da indústria têxtil tem cada vez mais a preocupação de gerar produtos com mais valor, de modo a conciliar o desenvolvimento das empresas têxteis no mundo, uma vez que são muitas e onde só sobrevivem as que tiverem melhores

condições face ao atual desempenho económico mundial. Cada vez mais se torna necessário encontrar mecanismos que permitam às empresas o seu melhor desenvolvimento e que, conjuntamente, não obrigue a um aumento de gastos com mão de obra, materiais e linhas de montagem, mas consiga reunir todas as exigências que o cliente impõe.

A filosofia *Lean* e a Indústria 4.0, têm grande importância no desenvolvimento dos produtos com um padrão de qualidade de excelência em todos os meios industriais. Para além da qualidade que se consegue alcançar, outro dos objetivos que se pretende obter é diminuir os custos de implementação e de execução dos produtos, ao mesmo tempo em que os produtos chegam ao cliente dentro do tempo estipulado. Estes dois conceitos quando aplicados seja individualmente como mutuamente permitem que a empresa reduza/elimine os desperdícios gerados, reduzindo produtos defeituosos e melhorando as condições processuais e de armazenagem (Teófilo, 2018).

Grandes quantidades produzidas para stock, podem constituir grandes perdas, uma vez que se traduz em grandes quantidades em armazém, originando encargos e utilização de espaço desnecessários. Com a otimização da produção, através da implementação de tecnologias da Indústria 4.0, nomeadamente, otimização dos equipamentos de trabalho e otimização das quantidades, essas perdas podem ser ultrapassadas e o produto pode constituir ainda mais valor para o cliente, pois torna-se mais fácil a sua personalização e customização consoante o que o cliente realmente quer ou deseja.

Para uma boa implementação da filosofia *Lean*, da Indústria 4.0 e de todas as suas envolventes torna-se necessário que os colaboradores tenham qualificações necessárias para conseguir acompanhar o desenvolvimento industrial, porém, a maior parte dos empregados das empresas não tem as qualificações necessárias, e como tal, torna-se necessário que as empresas consigam instruir, dando formação, aos seus empregados, tornando-os mais especializados (Jayatilake & Withanaarachchi, 2016).

## **1.2. Objetivos**

A realização deste trabalho tem como objetivo principal a caracterização e identificação de ferramentas de produtividade, levando ao aperfeiçoamento do desempenho das organizações através da redução/ eliminação de desperdícios e da flexibilização dos tamanhos de lotes de produção, ou seja, a principal problemática é a obtenção de ferramentas que permitam que as empresas se conseguiram adaptar aos diferentes tamanhos dos lotes de produção, nomeadamente, quando as encomendas são menores,

uma vez que, requer mudanças em toda a linha de produção o que dificulta o processo e se traduz em perdas de produtividade.

Através de uma revisão bibliográfica, identificar os fatores e as ferramentas de produtividade existentes, e que se poderão aplicar, de modo a apresentar possíveis soluções para o problema identificado.

### **1.3. Metodologia**

Para um estudo mais completo e de compreensão mais facilitada decidiu-se seguir a seguinte ordem de trabalho, ou seja, a seguinte metodologia de investigação.

Numa fase inicial, elaborou-se uma pesquisa e identificação de todos os fatores de produtividade. Seguidamente, uma pesquisa mais aprofundada e rigorosa sobre a flexibilidade dos tamanhos dos lotes utilizados, e por fim, uma abordagem teórica e prática sobre a minimização dos tamanhos de lotes e respetiva redução de obstáculos, dando grande foco ao desenvolvimento da indústria.

Então, conclui-se que a metodologia utilizada para realizar o presente estudo, foi uma revisão bibliográfica sobre os conceitos indústria têxtil, filosofia Lean e indústria 4.0, seguido de uma análise de casos práticos realizados onde foram retiradas algumas conclusões.

### **1.4. Estrutura e Organização**

O estudo realizado divide-se em 6 capítulos. O capítulo 1 (Introdução), conta com uma pequena introdução aos aspetos referidos no corpo do trabalho e, onde é feita também uma apresentação à sua estrutura, no respetivo subcapítulo. O segundo, terceiro e quarto capítulos trata-se de uma revisão bibliográfica, onde são abordadas as várias ferramentas existentes que permitem resolver a grande problemática do tema, nomeadamente, a Filosofia *Lean* e a indústria 4.0, como fim para a resolução do problema flexibilização de lotes na envolvente do setor da indústria têxtil e do vestuário. O quinto capítulo apresenta todos os meios e ferramentas que possam ser consideradas para a resolução do problema, objetivando com casos reais.

Por fim, no sexto capítulo, será avaliada a metodologia estudada, onde serão apresentadas todas as conclusões retiradas e, a sua avaliação de modo a verificar se os objetivos inicialmente apresentados foram ou não alcançados.



## Capítulo 2

### 2. Indústria Têxtil

No presente capítulo é apresentada a caracterização do setor têxtil, um pouco da sua evolução ao longo dos anos a nível mundial e nacional, uma análise do setor em Portugal, as entidades que apoiam a indústria, e por fim, os processos produtivos utilizados.

#### 2.1. Caracterização da Indústria Têxtil

Uma vez que os mercados são cada vez mais exigentes consoante a qualidade pretendida e as especificações dos clientes são também mais exigentes, Ferreira et al. (2014) defende que o setor da indústria têxtil tem cada vez mais a preocupação de gerar produtos com mais valor, de modo a conciliar o desenvolvimento das empresas têxteis no mundo, uma vez que são muitas e onde só sobrevivem as que tiverem melhores condições face ao atual desempenho económico mundial. Atualmente, é imprescindível o desenvolvimento tecnológico na criação dos tecidos e na sua transformação, de maneira a tornar a indústria mais inteligente e os produtos com maior qualidade.

De acordo com o Portal Empresarial (2006), a inovação tecnológica gerou um progresso e um aumento da concorrência no meio industrial, nomeadamente, no setor dos têxteis, levando à criação de várias empresas, contrastando com o passado onde a produção têxtil era uma produção artesanal e de pouca comercialização, sendo próprias de meios mais reduzidos, como os rurais.

A Indústria Têxtil e do Vestuário (ITV), desenvolve-se com a transformação dos materiais fibrosos naturais ou sintéticos, através de fios ou tecidos e com a produção de uma vária gama de produtos através da transformação de todos esse materiais (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018).

A Indústria 4.0, assenta no desenvolvimento tecnológico, desenvolvendo tecnologicamente ainda mais o setor da indústria têxtil e do vestuário, uma vez que esta tem vindo a revolucionar o sistema produtivo das empresas tornando-as mais desenvolvidas, rápidas e eficazes.

O sistema produtivo da ITV é constituído por várias fases, Rech (2008), afirma que fazem parte dessas fases, a receção de matérias primas, a fição (produção dos fios das peças),

a tecelagem, o corte, a confecção, e por fim, o processo de venda até que este chegue ao consumidor final.

## **2.2. Evolução da Indústria Têxtil**

A produção dos têxteis, surge ligada à indústria primeiramente, aquando da Revolução Industrial (finais do século XVIII), em Inglaterra, alargando-se por toda a Europa. Esta Revolução Industrial é marcada, pela passagem da produção manual para a produção mecânica, esta era surge com o desenvolvimento da maquinaria e da máquina a vapor criada por James Watt, onde deixa de ser utilizada a capacidade humana e o artesanato passando a utilizar-se então as máquinas industriais (Portal Empresarial, 2006).

A Direção Geral das Atividades Económicas (2018), afirma que apesar da modernização ter começado no fim do século XVIII, o desenvolvimento só acontece a meio do século seguinte (séc. XIX), com a criação de setores de produção imprescindíveis nomeadamente, fiação, tecelagem, tinturaria, entre outros.

O desenvolvimento de máquinas industriais aumentou significativamente os níveis de produção, de modo a fazer face às necessidades do ser humano. Com o aparecimento da máquina a vapor, notou-se uma expansão do algodão, que impulsionou o desenvolvimento da indústria têxtil. Esta revolução tecnológica contribuiu para um aumento da qualidade de vida da população em geral, com a criação de medidas de higiene.

Em 1750, Paul Lewis criou a primeira máquina de cardar, esta máquina tem como principal objetivo o desembaraçar e limpar as fibras, porém afirma-se que foi James Hargreaves, tecedor de algodão que deu impulso à criação desta máquina. O surgimento desta ideia nasce de um acidente, isto é, uma roca caiu e continuou a girar o que o inspirou na criação da máquina de fiar, o que mais tarde deu origem à *Spinning Jenny*, o seu funcionamento era manual, porém aumentava significativamente a produção. Mais tarde, aparece a *Waterframe*, a primeira fiadeira a trabalhar de forma contínua. A tecnologia atua então em outros países da Europa. *Cartwright*, em 1784, inventa o tear mecânico contribuindo para a produção em massa. Desde esta altura, o progresso das máquinas foi lento, porém, a partir de 1940, lançam-se novos equipamentos que promovem a eficiência, a eficácia e a rapidez. Atualmente, o processo de produção é todo ele automático (Portal Empresarial, 2006).

A comercialização de produtos têxteis, esteve regulado, durante 30 anos por vários regimes especiais, nomeadamente, pelo Acordo de Curto Prazo relativo ao comércio Internacional de Têxteis de Algodão, Acordo de Longo Prazo relativo ao Comércio Internacional de Têxteis de Algodão e pelo acordo multifibras, que se manteve aplicável de 1974 até 1994, em que tinham como principal preocupação a proteção dos países mais desenvolvidos contra o desenvolvimento das exportações dos países menos desenvolvidos, criando-se o Acordo Geral sobre Pautas Aduaneiras e do Comércio (GATT). Em 1995, existe uma transformação do GATT em Organização Mundial de Comércio (OMC), em que o seu objetivo principal seria alargar o comércio pelo mundo (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018).

### **2.2.1. Evolução da Indústria Têxtil em Portugal**

A ITV, instala-se em Portugal por volta de 1836, porém inicialmente toda a produção era realizada manualmente e artesanalmente, devido à resiliência de muitas empresas portuguesas à inovação e à implementação das novas maquinarias (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018; Portal Empresarial, 2006).

Com a Revolução Industrial Inglesa, existe um aumento de produtos a exportar e uma redução nos preços de custo. Este desenvolvimento dos processos levou ao encerramento de determinadas indústrias portuguesas, uma vez que não se conseguiram adaptar às mudanças que surgiram. Em Portugal, a adaptação terá levado 50 anos e foi a principal causa da destruição da estrutura industrial nacional, tornando a economia portuguesa dependente do estrangeiro. Mais tarde, dá-se uma expansão do setor algodoeiro, no Norte do país, desenvolvendo uma atividade comercial com as colónias levando ao consumo de matérias primas e à exportação do produto final (Portal Empresarial, 2006).

Ao longo das décadas de 70 e 80 a indústria portuguesa e a sua exportação para outros países da Europa tem um acréscimo significativo, isto deve-se aos custos de mão de obra menores, à proximidade geográfica e à afinidade cultural (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018).

A ITV sofreu várias fases de queda e de ascensão, não possuindo uma evolução linear ao longo dos anos, porém, em 2001, com a entrada da China para a OMC, a Europa e Portugal assistiram a um decréscimo considerável do seu volume de negócios. As empresas nacionais viram-se obrigadas a reagir e a mudar de direção apostando em novas aplicações do setor, o que refletiu em 2008 um aumento notável das exportações, assim como podemos observar na figura 1. Nos anos seguintes, verificou-se uma

recuperação do setor industrial através da implementação de novos conceitos, entre os quais a inovação tecnológica, a qualidade e a rapidez de exequibilidade dos produtos. Atualmente, em território nacional, assiste-se ao desenvolver da indústria com rigorosos patamares de sustentabilidade quer social, quer ambiental e acordos entre empresas e universidades de maneira a que estas estejam constantemente atualizadas e que consigam acompanhar o desenvolvimento tecnológico, porém estas têm também incorporadas no seu seio empresarial departamentos especializados que promovem a inovação (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018).

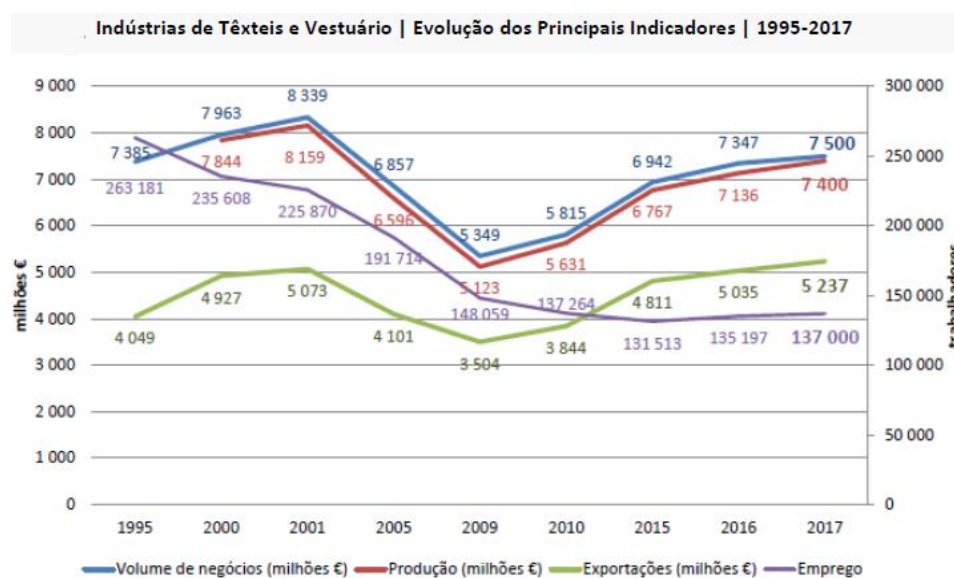


Figura 1- Evolução dos principais indicadores da ITV (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018)

### 2.3. Caracterização do Setor em Portugal

Segundo a Direção Geral das Atividades Económicas (2018), o setor têxtil e do vestuário, em 2016, representava 18.3% de toda a indústria transformadora, onde 3517 empresas constituíam o subsetor têxtil e 8710 do vestuário. Em Portugal, este tipo de indústria é constituído, maioritariamente, por microempresas e Pequenas e Médias Empresas (PME's), formando 99.6% das empresas envolvidas neste setor. Relativamente às suas localizações, verifica-se que a maior parte das indústrias têxteis se situa a norte do país, seguindo-se o centro e a área metropolitana de Lisboa, como se verifica na figura 2.

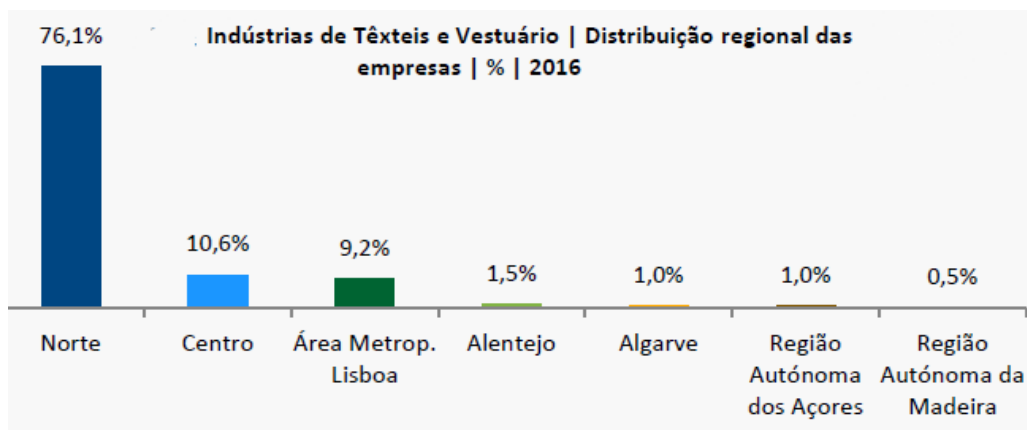


Figura 2- Distribuição regional das empresas (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018)

Em 2016, a ITV representava 4% do PIB português (figura 3), constituindo um dos setores que mais contribui para a riqueza do país e para a criação de emprego (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018).

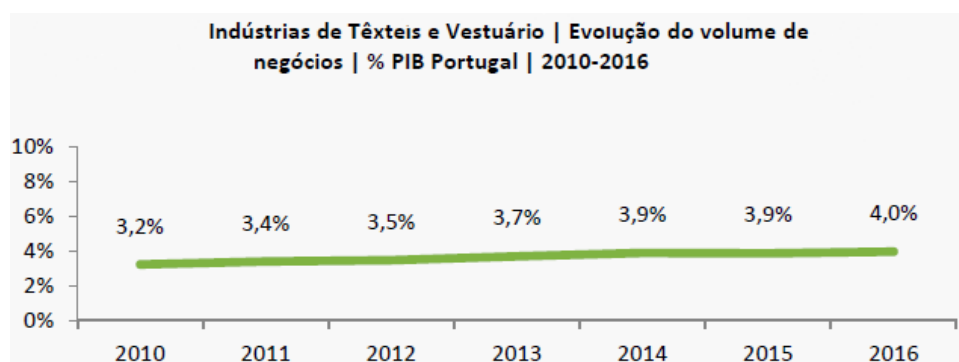


Figura 3- Evolução do volume de negócios em % (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018)

Com base na Direção Geral das Atividades Económicas (2018), relativamente ao comércio externo, o setor da ITV, em 2017, representava 8.9% (5.231.241, de acordo com a figura 4) de todas as exportações. Em Portugal, nos últimos anos assiste-se a uma evolução favorável relacionando a produção e as exportações, porém também se denota um crescimento nas importações. Atualmente, 80% do que é produzido em território nacional é exportado para 189 países dos 5 continentes. É notório que o principal destino das exportações portuguesas, o continente europeu, devido a fatores culturais, de proximidade e prazos de entrega mais curtos, porém destaca-se também os Estados Unidos da América como o principal destino fora da União Europeia.

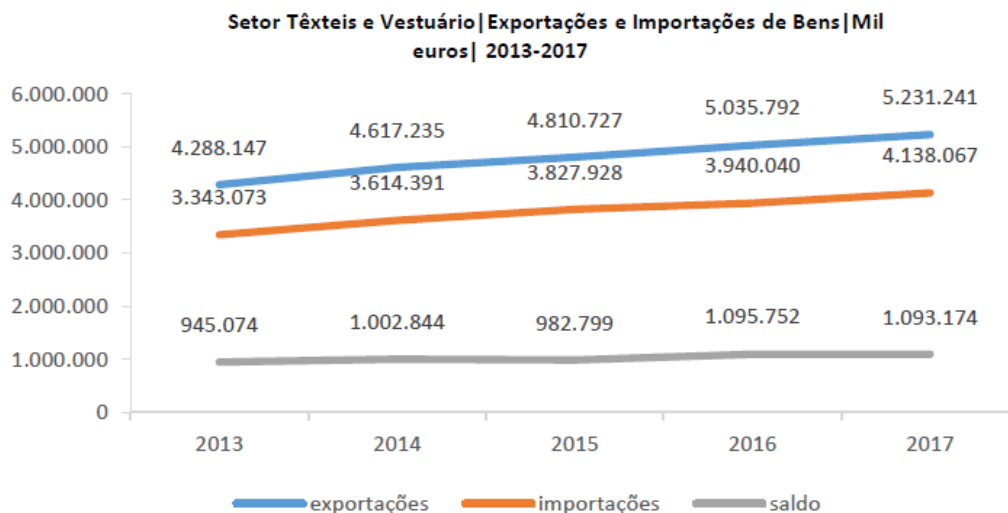


Figura 4- Comparação das exportações e importações de bens (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018)

## 2.4. Entidades de Apoio à Indústria Têxtil em Portugal

Em Portugal, existem várias entidades que se destinam ao apoio às empresas e à divulgação das ofertas e da moda que é criada, sendo estas (Direção Geral das Atividades Económicas, 2018):

- ATP: Associação criada para dar apoio a todo o setor em várias áreas, constituída por 500 organizações, sendo a maior organização de apoio ao setor;
- ANIVEC: Visa a representação do setor, em comunidade nacional e internacional;
- ANIL: Garante o desenvolvimento e promove as empresas pertencentes ao setor dos lanifícios;
- CENIT: Promove ações competitividade, projetos, através da criação e elaboração de sessões de informação, formação e sensibilização;
- CITEVE: Apoia o desenvolvimento das capacidades técnicas e tecnológicas, melhorando a qualidade dos produtos através da inovação e desenvolve políticas para o setor;
- ASM: O seu principal objetivo é o desenvolvimento das marcas portuguesas no território internacional, através da elaboração de feiras e missões comerciais,
- MODATEX: Que visa a formação e qualificação de recursos humanos para o desenvolvimento setorial e competitivo.
- APCER: Tem como objetivo a prestação de serviços, no que envolve a certificação de sistemas de gestão e avaliação dos sistemas.

- Home From Portugal: Associação de apoio a PME's e microempresas de têxteis-  
lar, levando as mesmas para fora do território nacional demonstrando a  
qualidade dos produtos.



# Capítulo 3

## 3. *Lean Production*

Segundo Scherrer-Rathje et al. (2009), a *Lean Production* (LP) é uma filosofia que se rege pela identificação e eliminação/minimização de desperdícios em todos os postos de trabalho de uma organização, incluindo a relação com o cliente, a inovação e desenvolvimento dos produtos, a relação gerada com os fornecedores, a manutenção e o requisito de garantia de qualidade de todos os produtos.

De acordo com Soliman & Saurin (2017), a filosofia *Lean* tem como principal iniciativa a redução/ eliminação dos desperdícios e a criação de valor para o consumidor/cliente, melhorando o desempenho do sistema de produção das empresas.

Liker (2004), defendeu que para a obtenção dos objetivos de qualidade, a redução e eliminação de desperdícios (redução de custos, dos tempos de produção, motivação e segurança dos trabalhadores no local de trabalho) a filosofia *Lean* requer que se adotem uma série de princípios/ ferramentas, nomeadamente, o *Just-In-Time* (JIT), o *Jidoka*, o trabalho em equipa, a redução de resíduos e por fim a melhoria contínua.

De acordo com Knechtges & Decker (2014), os princípios *Lean*, são normalmente facilmente implementados e compreendidos por toda a organização, pois não requerem grandes conhecimentos científicos.

### 3.1. Origem e Evolução do *Lean Production*

O LP, anteriormente designado por *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido por Taiichi Ohno da *Toyota Motor Company* (empresa dedicada à indústria automóvel) em que o principal objetivo era a remoção de todos os desperdícios e das fragilidades encontradas ao longo do fluxo produtivo. Para melhor responder aos seus objetivos o TPS dividiu-se em dois princípios o JIT e o *Jidoka*. O JIT assenta na produção certa no momento exato, evitando a existência de *stocks* através da sobre produção, por outro lado temos o *Jidoka* que assenta na melhoria contínua da qualidade dos produtos (Jastia & Kodali, 2015). O conceito *Lean* torna-se conhecido após a publicação do livro “*The Machine That Changed the World*”, escrito por James Womack, conjuntamente com Daniel Jones (Pinto, 2014), porém esse conceito já tinha sido criado anteriormente por Krafcik (Jastia & Kodali, 2015).

Em 1924, Sakichi e Kiichiro Toyoda, criam o primeiro tear automatizado, que permitia que as trocas se realizassem automaticamente e caso houvesse algum problema com o cabo a produção fosse logo interrompida. Durante uma viagem pelo Japão, onde era pretendido o licenciamento dos teares automáticos, Kiichiro ganhou um certo gosto pela indústria automóvel e em 1933 decide lançar-se nesse setor e procedeu então a criação de uma linha automobilística, sendo que após 3 anos é lançado para o mercado o primeiro modelo dos automóveis Toyoda. Em 1937, a marca é alterada e deixou de se denominar de Toyoda para Toyota *Motor Co* e elabora-se então um dos pilares do TPS, o *Just-In-Time*. Mais tarde, em 1953, com a contratação de Shigeo Shingo é introduzida a ferramenta *Kanban* no processo de produção. Durante a segunda guerra mundial, após a derrota do Japão, são definidos 7 desperdícios e a eliminação de estes torna-se o objetivo fulcral da filosofia *Lean* (R. Vargas, 2015).

### **3.2. Objetivos do Lean**

Segundo Smith & Hawkins (2004), os principais objetivos pretendidos com a implementação da filosofia *Lean* são a redução de desperdícios, o foco no cliente, a qualidade e a melhoria contínua e a resolução de problemas, isto é, produzir eficientemente e com qualidade, de modo a que o produto final obtido chegue ao cliente com o valor exigido, porém sem causar perdas ou desperdícios.

### **3.3. Princípios Lean**

Para conseguir atingir os objetivos propostos pelo LP, existem 5 princípios fundamentais que permitem a redução/ minimização dos desperdícios e que visam a criação de valor sendo estes (Womack & Jones, 1996):

- Criar Valor: O valor dum produto é atribuído pelo cliente final. Womack & Jones (1996), afirmam que o valor de um produto só é significativo quando cumpre as necessidades do cliente, nomeadamente, quando ao seu aspeto e cumprindo os requisitos de qualidade desejados e as funções indicadas a um preço específico e num determinado período de produção. Glover (2005), afirma que temos de analisar tudo o que cria valor, ou não, para o cliente e não responder às exigências das empresas.
- Identificar a cadeia de valor: Porter (1986), define cadeia de valor como um modelo que ajuda a analisar atividades que criam valor e vantagens competitivas.

A identificação da cadeia de valor expõe todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de um produto, se este não se realizar poderá, na maioria das vezes, desenvolver quantidades de desperdício, nomeadamente, operações repetitivas (Womack & Jones, 1996). Segundo Glover (2005), esta consiste na identificação de todas as etapas necessárias, bem como as quantidades exigidas durante a produção, destacando o que não acrescenta valor, o que se denomina por desperdício.

- Otimizar o fluxo: Executar as tarefas pelos departamentos de produção necessários, eliminando postos de produção desnecessários, nomeadamente, etapas que se utilizam grandes lotes de produção de tarefa única (Womack & Jones, 1996); Glover, 2005).
- Sistema pull: O sistema pull baseia-se na produção real, produzir somente o que os clientes necessitam, ou seja, o cliente pede a empresa faz (Womack & Jones, 1996).
- Procura pela perfeição: Acredita na melhoria contínua, acreditando, que existirá sempre redução dos desperdícios, quer a nível processual, como pessoal ou económico (Womack & Jones, 1996).

Porém Pinto (2014), afirma que não se podem considerar apenas 5 princípios, pois se se considerar apenas estes 5 cometem-se algumas lacunas, o que nos leva à criação de mais dois que completam os já existentes e que colmata essas faltas ao considerar os *stakeholders*.

- Conhecer os *stakeholders*: Conhecer os *stakeholders* é extremamente necessário, pois é necessário ter em vista as necessidades de todos para conseguir atingir o objetivo principal que é servir o cliente atendendo sempre à qualidade dos produtos. Se a empresa não conseguir comprar os produtos ou serviços esta a comprometer o atendimento ao cliente (Pinto, 2014).
- Inovar sempre: É super importante o fator inovação para o sucesso de uma empresa, a criação de novos produtos / serviços, bem como, novos processos gera a criação de valor.

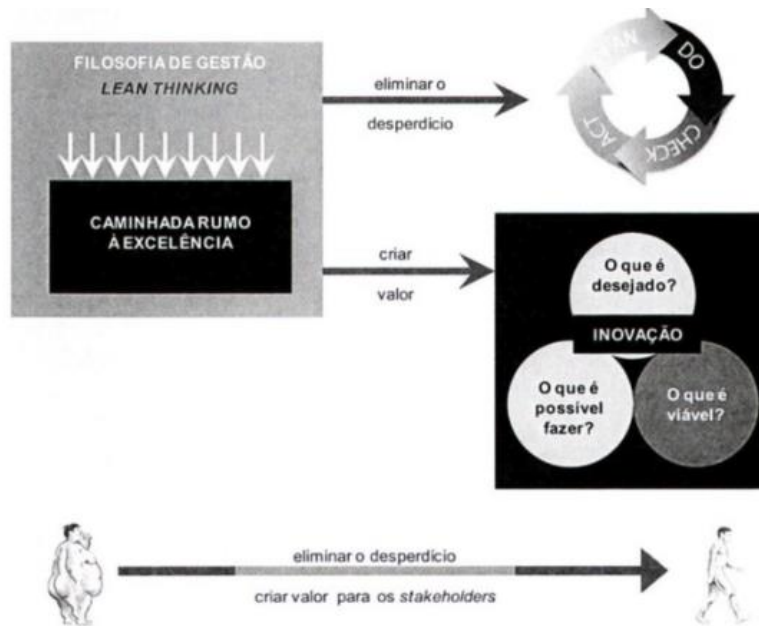


Figura 5- O papel do Lean Thinking na eliminação do desperdício e criação de valor (Pinto, 2014)

### 3.4. Tipos de Desperdícios (Muda)

É necessário identificar todos os tipos de desperdícios e consequentemente classificá-los (Pavnaskar et al., 2003), Taichii Ohno identificou ao longo do seu desenvolvimento da filosofia *Lean* 7 tipos de desperdícios muda, sendo estes (Womack & Jones, 1996):

- **Excesso de Produção:** Produzir quantidades de produtos desnecessárias, gerando *stocks*, originando gastos desnecessários durante todo processo de produção.
- **Espera:** As esperas ocorrentes durante o processo produtivo decorrente de atrasos. Estes atrasos podem decorrer de fornecedores de mercadorias bem como dos colaboradores, ou seja, quando o processo seguinte tem de parar e esperar que a etapa anterior termine.
- **Transporte:** O transporte dos produtos ou das peças necessárias à sua montagem. O transporte destes por vezes origina danos, o que pode comprometer a sua qualidade e poderá originar gastos de manutenção e na compra de material de transporte.
- **Sobre processamento:** Operações desnecessárias para a criação do produto ou a compra de máquinas de valor superior que poderiam ser substituídas por máquinas de valor reduzido que também conseguiriam obter o produto.
- **Stocks:** Produtos resultantes do excesso de produção, que estão guardados em armazém à espera de serem terminados ou colocados à venda. Este desperdício gera ocupação de espaço desnecessário.

- Defeitos: Os defeitos comprometem a qualidade dos produtos, o que origina custos na sua reparação ou situações piores como a perda de clientes caso sejam estes a detetar os defeitos, pois poderá comprometer a relação cliente empresa.
- Movimentos: Movimentação dos trabalhadores ou dos produtos desnecessariamente. Este movimento, bem como o transporte, poderá originar danos e assim comprometer a qualidade dos produtos.

De acordo com Pavnaskar et al. (2003), apesar de ser importante a identificação e a classificação dos vários tipos de desperdício, esses poderão também ser desnecessários caso não se consiga proceder à sua eliminação. Perante isto, torna-se necessário o uso de ferramentas *Lean* que se enquadrem corretamente e que consigam obter a sua eliminação.

### **3.5. Ferramentas Lean**

A filosofia *Lean*, tendo como principal objetivo a criação de valor resultante da redução de desperdícios, desenvolveu ao longo dos anos ferramentas, as chamadas “ferramentas *Lean*”, que permitem que os seus objetivos consigam ser alcançados. Deste modo é necessário proceder a uma organização e classificação de cada ferramenta de modo a que se torne mais prático e útil a sua utilização, ou seja, deve proceder-se à organização das ferramentas *Lean* consoante os recursos a que se aplicam (Pavnaskar et al., 2003).

#### **3.5.1. 5’S**

De acordo com Warwood & Knowles, (2004), a ferramenta 5’S faz a distinção exata do que é ou não necessário e o que possa ser eliminado. O 5’S surge pelos conceitos por si designados:

- *SEIRI* (separar): Visa separar, classificar o que é ou não necessário, eliminando tudo o que seja desperdício e não gere valor para o processo ou produto.
- *SEITON* (arrumação): Define como se deve organizar o espaço de trabalho, onde se deve colocar todos os materiais, para que quando estes forem necessários, sejam de fácil acesso.
- *SEISO* (limpeza): Rege-se pela eliminação de sujidades e monitorização da limpeza diária, de modo a tornar o local de trabalho limpo.
- *SEIKETSU* (saúde e higiene): Padronização das condições de trabalho, de modo a não comprometer a saúde dos colaboradores.

- *SHITSUKE* (autodisciplina): Tornar as práticas anteriores costumes e habituais para os colaboradores, para que seja sempre bem implementado e se consigam atingir os resultados pretendidos.

Pinto (2014), afirma que atualmente, já existe mais um princípio, a segurança, pois esta torna-se fundamental para a proteção dos colaboradores, reduzindo os acidentes de trabalho.

### **3.5.2. PDCA**

O ciclo PDCA, foi desenvolvido por Edward Demings em 1950, e visa a execução das tarefas focando a melhoria contínua de processos (Song & Fischer, 2020).

De acordo com Feehery et al. (2003), na etapa *Plan* tem de se reunir o máximo de dados que permitam planificar a melhoria, de seguida na etapa *Do* é necessário realizar uma análise dos dados, mais tarde é necessário verificar se os dados são exequíveis na etapa *Check*, e por fim, na etapa *Act* é necessário agir para que o processo de melhoria continue.

### **3.5.3. Kaizen**

O *Kaizen*, tal como o nome indica, rege-se pelo processo de melhoria contínua que envolve toda a organização (Kessler, 2013), ou seja, é um conjunto de práticas em que o objetivo é a melhoria contínua da qualidade dos produtos ou serviços (Knechtges & Decker, 2014).

Segundo Knechtges & Decker (2014), o *Kaizen* quando aplicado corretamente contribui para a redução/eliminação do trabalho desnecessário, e permite também que os colaboradores identifiquem os desperdícios gerados durante o processo, diminuindo a resistência à melhoria contínua do fator qualidade.

Uma vez que o *Kaizen* pretende atingir a melhoria contínua envolvendo todos os níveis da organização, é necessário associarmos o conceito *Gemba* a esta ferramenta. O *Gemba* refere o local de trabalho onde o processo produtivo acontece, ou seja, onde se irá verificar a melhoria (Palácio, 2018).

De acordo com Palácio (2018), esta ferramenta, de modo a conseguir atingir os seus objetivos, segue um conjunto de ideais, tais como, a realização prática do processo, a eliminação do desperdício gerado, o processo de melhoria deve estar interiorizado e a ser desenvolvido por todos os trabalhadores da organização, evitar grandes custos de

investimento para atingir o aumento de produtividade, pode ser implementado em qualquer ramo de atividade, devido ao uso da gestão visual, consegue demonstrar facilmente as falhas e avarias, o processo de melhoria deve ser implementado principalmente onde ocorre a criação do produto.

A sua implementação necessita da utilização de outras ferramentas nomeadamente, o ciclo PDCA, o *kanban*, o JIT, o *Poka-Yoke*, entre outras (Palácio, 2018) para ser executável atingindo o máximo de qualidade, com o menor custo e no menor tempo possível de entrega ao consumidor (Moore, 2007).

#### **3.5.4. Heijunka**

O *Heijunka* tem como principal utilização o controlo da variação da produção, permitindo originar um fluxo contínuo dos materiais necessários e das informações fornecidas durante o processo (Sundar et al., 2014), deste modo, permite um maior controlo dos produtos em armazém, produzindo em quantidades ponderadas (Pinto et al., 2018). De acordo com Hüttmeir et al. (2009), esta ferramenta permite também estabilizar a produção dos diferentes tipos de produtos, evitando que haja paragens/interrupções ou picos durante o processo produtivo.

Segundo Pinto (2008), a ferramenta *Heijunka* pretende nivelar o respetivo tamanho dos lotes a produzir, os vários tipos de produtos, e num determinado tempo, ou seja, atingindo estas metas é possível realizar a produção por peças no respetivo tempo predefinido e nas quantidades solicitadas, originando uma produção eficaz, realizando as quantidades necessárias para a satisfação dos clientes e ao mesmo tempo entregar-lhes no mínimo tempo possível, de modo a não atrasar as encomendas.

A correta implementação desta ferramenta permite assim uma redução de desperdícios, nomeadamente, tempo de execução, acumulação de *stocks* e redução nos custos de montagem (Pinto, 2008).

#### **3.5.5. Just-In-Time**

A ferramenta JIT, surge da necessidade de produzir somente as quantidades necessárias no tempo certo, ou seja, surge através de uma produção pensada (Monden, 2011). Este processo obriga a que o fluxo de materiais e informações esteja a par do sistema pull (o processo desencadeia-se em sequência desde o processo de montagem até ao final) e ao mesmo tempo com o takt time, isto é, tem de ser feito em tempo pensado de acordo com a procura e o tempo disponível (Pinto, 2008).

Kong et al. (2018) defende que o JIT permite que cada lote de produtos seja composto por um número reduzido de componentes, ou seja, recorrendo a esta ferramenta é possível reduzir vários desperdícios, tais como produtos defeituosos, *stocks* (através da produção apenas necessária), redução de movimentos e transporte, e por fim, o sobre processamento.

Segundo Caxito (2008), o JIT leva a uma redução de gastos, ao aumento da qualidade, há facilidade e flexibilidade da produção, porém não se deve aplicar a diferentes tipos de produtos, pois de acordo com este, esta ferramenta deve aplicar-se a uma produção que não envolva vários produtos e que não envolva tarefas intermediárias muito distintas.

Para Pinto (2008), esta ferramenta tem uma melhor aplicação se houver mudanças dentro da organização, sendo necessária a existência de um planeamento estruturado envolvendo um trabalho de equipa organizado, de modo a que se consiga assim atingir vantagens competitivas.


### **3.5.6. Kanban**

O *Kanban*, de significado cartão visual, foi criado com o objetivo de nivelar os níveis de *stocks* e de produção, evitando a sobre produção, resultando assim menor tempo de entrega ao cliente e uma utilização dos recursos mais eficiente (Sundar et al., 2014).

Pinto (2008) sugere que o *Kanban* é uma das ferramentas utilizada para “puxar” o processo de produção, dependendo sempre do processo anterior para conseguir avançar, deste modo, todas as peças são acompanhadas por um cartão, sofrendo todas as alterações até chegar ao último nível de montagem.

Ahmad et al. (2018), afirma que os principais benefícios da ferramenta *Lean Kanban*, são a limitação que este impõe perante a produção em marcha, monitorizando-a e controlando-a, a obtenção de um fluxo produtivo melhorado, conseguindo assim atingir uma rápida resposta a mudanças que poderão surgir, evitando a sobre produção, e evitando desperdícios de tempo.

Pinto (2008), diz ainda que o *Kanban* surge de duas maneiras, de produção e de transporte, onde o primeiro permite que se possa realizar a produção, ou seja, enquanto não houver um cartão que o indique a peça não pode começar a ser produzida, e o segundo que autoriza toda a movimentação dos materiais de uma etapa para outra.

Processo		Centro de trabalho										
Cod. do item		No. prateleira estocagem										
Nome do item												
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Materiais necessários</th> </tr> <tr> <td>codigo</td> <td>locação</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Materiais necessários		codigo	locação					Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor
Materiais necessários												
codigo	locação											
												

Cod. do item	Centro de trabalho fornecedor			
Nome do item	Localização no estoque			
<table border="1"> <tr> <td>Tamanho do lote</td> <td>No. de emissão</td> <td>Tipo de contenedor</td> </tr> </table>	Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor	Centro de trabalho cliente
Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor		
				
	Localização no estoque			

Figura 6- Kanban de produção vs Kanban de movimentação (Amaral, 2014)

### 3.5.7. *Takt Time*

O termo *Takt Time*, de acordo com, Sundar et al. (2014), relaciona o tempo de fabrico de um produto com a quantidade procurada pelo consumidor, isto é, o resultado final provém da quantidade real que será consumida com o ritmo de produção.

Segundo Liker (2004) , o *Takt Time*, é uma das ferramentas em que se torna fácil a sua aplicação na fabricação repetitiva.

Brioso et al. (2017), afirma que para se realizar corretamente o objetivo desta ferramenta que é necessário calcular corretamente a quantidade de matérias primas, força de trabalho e maquinaria utilizada para garantir que o tempo de produção ideal se concretize.

### 3.5.8. *Poka-Yoke*

O Poka-Yoke é uma ferramenta integrada na linha de produção que visa a identificação e a antecipação de falhas que possam surgir (Sundar et al., 2014).

Este sistema utilizado para a eliminação/minimização de desperdícios, de acordo com Pinto (2008), além de ser aplicado no processo de fabrico dos produtos serve também para minimizar acidentes de trabalho.

Saurin et al. (2012), afirma que esta ferramenta pode considerar-se de três maneiras diferentes, sendo elas, físico, funcional ou simbólico. No estado físico se houver um bloqueio em alguma das partes do processo e os funcionários não conseguirem remover, no funcional, se sem interferência de um operador possa ser bloqueado, e por fim, simbólico se houver um sinal de alerta transmitido para o operador.

De acordo com Al-Araidah et al. (2010), o *Poka-Yoke*, permite que os produtos sejam desenvolvidos sem qualquer defeito ou erro, de tal modo a que no final sejam concluídos corretamente.

### **3.5.9. *Single Minute Exchange of Die***

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) é uma ferramenta que se utiliza normalmente para reduzir os tempos de preparação do material necessário, para a produção dos produtos, permitindo a criação de um processo produtivo sem grandes paragens (Vieira et al., 2019)

Segundo Sousa et al. (2018), o SMED é fundamental para que se verifique um melhoramento dos processos de produção e para a sua agilidade. Os tempos de configuração devem corresponder a um máximo de 10 minutos de execução, podendo ser realizados por os funcionários responsáveis pela maquinaria e permitem que haja um melhoramento na eficiência do processo.

Esta é uma ferramenta que para além de conseguir atingir uma melhor eficiência no processo que permite também uma redução no tamanho dos lotes, melhorando assim os tempos de entrega ao cliente (Rosa et al., 2017).

De acordo com Pinto (2008), esta metodologia necessita de outras tarefas para que seja exequível a redução do tempo de *setup* entre as quais diferenciação do *setup* interno (tarefas desenvolvidas com máquina parada) do *setup* externo (tarefas desempenhadas com máquinas em utilização), e se possível converter o *setup* interno em externo visando a redução dos tempos de troca e também melhorar o desempenho dos equipamentos.

### **3.5.10. *One Piece-Flow***

De acordo com Li et al. (2012), o conceito One Piece-Flow, ou seja, o fluxo contínuo de uma determinada peça consiste na produção de uma peça única, diminuindo assim o número de processos distintos.

Esta ferramenta apresenta uma vantagem na redução de *stocks* uma vez é apenas produzido o necessário para responder às encomendas feitas pelos cliente, o que acrescenta ainda mais qualidade aos produtos, uma maior rapidez de entrega ao cliente, gera um aumento na produtividade, melhora a segurança para os trabalhadores uma vez que a circulação de carga é mais reduzida e diminui os custos de armazenamento e de

produção, ou seja, com a produção de quantidades exatas em momentos exatos, evitam-se os custos com produtos desnecessários Liker (2004).

### 3.5.11. Value Stream Mapping

Rother & Shook, (1999) afirmam que o *Value Stream Mapping* (VSM) tem como objetivo principal a análise e o fluxo de todas as componentes envolvidas no processo produtivo até ao momento da entrega ao consumidor, nomeadamente, materiais utilizados e informações necessárias.

Segundo Pinto (2008), esta ferramenta permite a visualização processual de todas as etapas por qual os produtos têm de passar e dos gastos dispensáveis por ele gerado, possibilitando a melhoria dos processos e consequentemente a satisfação dos clientes.

A simbologia destacada pelo VSM gera uma melhor facilidade de reconhecimento do que gera valor e do que é de possível eliminação (Sundar et al., 2014).

Para uma melhor compreensão do mapa de fluxo de valor são utilizados símbolos diferenciados, de maneira a facilitar a compreensão atual do planeamento de atividades que se virão a realizar futuramente (Pinto, 2008).

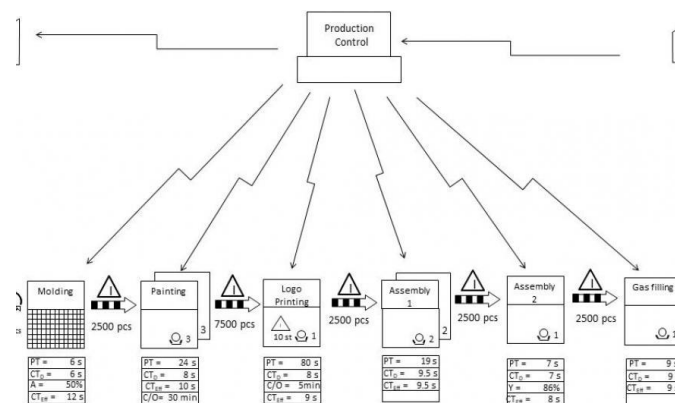


Figura 7- Exemplo da ferramenta VSM (MudaMasters, 2015)

## 3.6. O Lean Aplicado na Indústria Têxtil

Muthukumar et al. (2019), referem que as ferramentas *Lean* mais utilizadas pela indústria têxtil são o Andon, o VSM, o 5'S, o Kaizen, o Six Sigma e o Kanban, uma vez que a sua implementação e organização não necessitam de muito tempo, o obstante ao Poka-yoke, que requer mais gastos financeiros e também mais tempo para a sua aplicação devido ao seu sistema à prova de erros e também ao JIT que propõe mudanças em toda a empresa o que dificulta a sua aplicação. O *Total Productive Maintenance*

(TPM) pode ser também facilmente implementado e torna-se uma mais valia para o funcionamento das organizações, uma vez que evita faltas de instalações e equipamentos necessários.

Hodge et al. (2011), decidiram estudar 11 empresas têxteis na Carolina do Norte e Carolina do Sul de modo a entender como funcionavam estas empresas quando aplicada a filosofia *Lean*. A avaliação de 10 das empresas procedeu-se através de entrevistas e visitas às fábricas, porém 5 destes casos serviu também para reunir mais informações, então três das 5 estudou-se a ferramenta 5's e as outras duas em VSM, nas restantes estudou-se também a implementação da Gestão Visual. Com este estudo, os autores conseguiram reunir informações através das entrevistas realizadas onde conseguiram obter as vantagens da aplicação da filosofia *Lean*, entre as quais surgem a produção de lotes de produção menores e conseqüentemente a redução do consumo de matérias primas, os produtos tem uma maior facilidade de execução, diminuição do stock, tempos de paragens menores, menor tempo de produção e maior número de produtos produzidos, e por fim, surge a possibilidade de investir em novos negócios, uma vez que a diminuição de espaço ocupado com os produtos permite que a empresa realize novos investimentos e que consiga crescer, porém a aplicação destas ferramentas exige uma mudança cultural na empresa.

Bruce et al. (2004), realizaram também alguns estudos onde tinham como principal foco a implementação da filosofia *Lean* para obtenção de melhor desempenho, uma vez que devido às exigências do mercado, à dificuldade em prever o que irá ser moda na estação seguinte é necessária uma resposta rápida na produção e venda dos produtos da ITV. Com todas os desafios que a indústria da moda nos impõe também não se torna viável o armazenamento de produtos confeccionados, uma vez que estes tendem a ter um ciclo de vida reduzido, os autores defendem que com a implementação do JIT esses desafios poderão ser ultrapassados.

Vargas (2019), assumiu que a filosofia *Lean* necessitava de flexibilidade de produtos a ser comercializados para fazer face ao mercado concorrencial, principalmente no que respeita à indústria têxtil que é um mercado em que as vendas nem sempre são uniformes e que a procura dos produtos é sempre inconstante, devido às modas e à mudança de gosto dos clientes.

Assim sendo, verifica-se que a introdução da filosofia *Lean*, tem um grande impacto quando implementada na indústria têxtil, criando valor, reduzindo desperdícios e conseguindo obter soluções viáveis que permitam o crescimento das empresas, sem pôr

em risco a sua importância para os clientes. A sua implementação requer mudanças nos processos de desenvolvimento dos produtos e da organização, porém quando bem aplicados levam à poupança de tempo em paragens de produção, à redução do espaço em armazém pelas quantidades de stock em demasia, à qualidades e eficiência dos produtos, o que se traduz em produtividade e uma melhoria constante de valorização da empresa para o consumidor.



# Capítulo 4

## 4. Indústria 4.0

Durante vários anos e até aos dias de hoje, a indústria tem sofrido várias revoluções resultantes de vários avanços tecnológicos e, conseqüentemente, avanços nos sistemas de produção. Em finais do séc. XVIII, deu-se início à primeira revolução industrial onde surgiram as primeiras máquinas a vapor, seguidamente, em finais do séc. XIX, caracterizada por uma produção massiva dos produtos, aconteceu a chamada segunda revolução industrial, a partir dos anos 70 até aos dias de hoje, deu-se início à chamada terceira revolução industrial, marcada pelo uso de aparelhos eletrónicos e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) de modo a levar ao aperfeiçoamento dos sistemas de automação da produção. Atualmente, a partir de 2011, com o aparecimento e desenvolvimentos das TIC, dá-se então uma nova transformação no setor da indústria, através do aumento do grau de automação e digitalização da produção, estando então a desenvolver-se a quarta revolução industrial (Bigliardi et al., 2020).

Em 2011 surge então o conceito Indústria 4.0, proposto pelo Governo Alemão, que visa a evolução a nível tecnológico, traduzindo-se em empresas com ambiente cada vez mais inteligente e desenvolvido (Grieco et al., 2017). De acordo com Ghobakhloo (2020), a indústria 4.0 contribui para uma produção que agrega ainda mais valor a um produto ou serviço para os seus clientes e para toda a organização, através da transformação digital e fabricação inteligente de todos os mercados industriais e de consumo.

Raj et al. (2020), reúne vários fatores que agregam valor numa organização e melhoram a produção, porém, o investimento é muito alto e nem sempre são conseguidos retornos financeiros para colmatar o investimento.

Este conceito desenvolve-se com o principal objetivo de aumentar a competitividade das empresas industriais e também a sua eficiência, recorrendo a tecnologias inovadoras e inteligência artificial. Assim, este conceito revoluciona o mundo industrial uma vez mais, através de sistemas de informação conectados, que constituem capacidade de comunicação, análise e conseguindo transmitir informações relevantes durante o processo produtivo (Javaid & Haleem, 2020).

A indústria 4.0, reúne condições para fornecimento da inteligência e de comunicação entre sistemas e operações autocontroladas, ou seja, utiliza-se para monitoramentos de condição, integridade estrutura, diagnósticos e controles (Reiner, 2014).

Segundo Hozdić (2015), atualmente atravessa-se uma nova revolução industrial, onde existe uma relação entre as fábricas inteligentes e as redes digitais, desde a criação da ideia até ao fim do ciclo produtivo.

#### 4.1. Tecnologias da Indústria 4.0

Rüßmann (2015), afirmou que existem 9 tecnologias associadas à Indústria 4.0 que permitem uma revolução durante o processo produtivo, uma vez que se constituem em células isoladas e otimizadas que aumentam a eficiência e criam novas relações entre o produtor, o fornecedor e consecutivamente com o cliente, permitindo também ao produtor uma melhor relação entre a maquinaria e o utilizador da mesma.

As principais tecnologias existentes na Indústria 4.0, de acordo com (BCG, 2015), são apresentadas na figura 8.

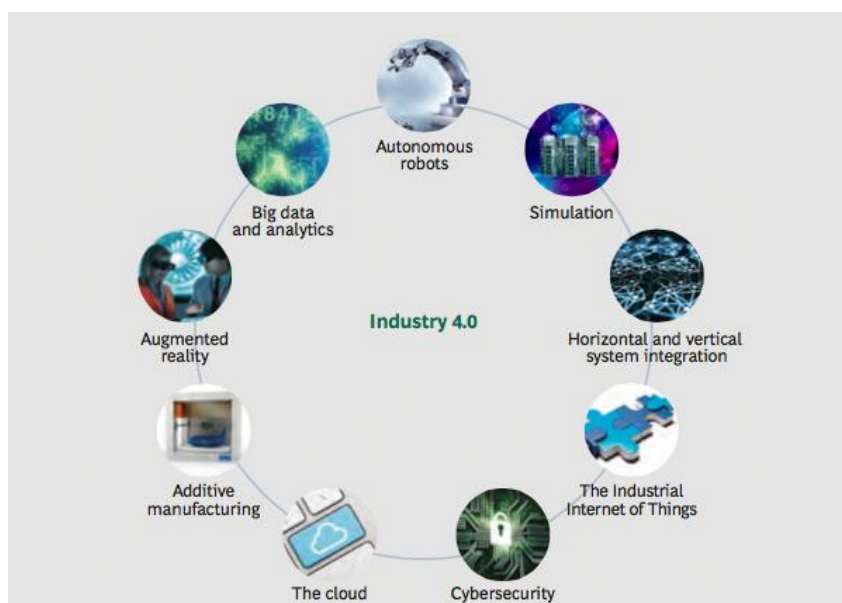


Figura 8- As 9 tecnologias que transformam a Indústria 4.0 (BCG, 2015)

##### 4.1.1. *Big Data and Data Analytics*

A tecnologia *Big Data and Data Analytics*, segundo Bahrin et al. (2016) e Rüßmann (2015), consente a recolha de vários dados, de várias fontes distintas e a sua avaliação, bem como a do cliente, de modo a que em tempo real, seja possível a tomada de decisão,

a otimização da qualidade dos produtos, conseguindo também, obter uma melhoria nos equipamentos e economizando a sua energia.

Rüßmann (2015), propõe um exemplo, que o permite concluir que aquele fabricante consegue identificar padrões de chips defeituosos no início do processo produtivo que originam uma melhoria da qualidade dos produtos, através da tecnologia referida.

#### **4.1.2. *Autonomous Robots***

De acordo com Rüßmann, (2015), as empresas que recorrem aos robôs autônomos, conseguem desenvolver tarefas mais complicadas, e atualmente, devido aos avanços tecnológicos, estes tornam as tarefas mais automatizadas, com maior flexibilidade e maior cooperação, uma vez que os robôs permitem um trabalho conjunto entre eles e a força humana, o que por sua vez reduz os custos e, paralelamente, constituem uma série maior dos recursos utilizados.

Bahrin et al. (2016), acrescenta que o uso automatizado de robôs não está presente apenas durante a produção, existindo também na parte logística das organizações, bem como na parte administrativa, mais concretamente na organização da documentação. Esta tecnologia avançada permite ao trabalhador um alerta contínuo e real, pois em caso de anomalias, durante as 24 horas diárias, o trabalhador recebe uma mensagem com um relatório da situação e com a resolução necessária para que a produção continue.

#### **4.1.3. *Simulation***

Atualmente, as simulações já são utilizadas em produtos de 3 dimensões, porém aplicam-se também ao setor da produção, devido à utilidade, onde se consegue em tempo real, duplicar os dados palpáveis num arquivo online, incluindo maquinaria, materiais necessários ou produtos e também, recursos humanos, permitindo então que se façam simulações do que se pretende realizar avaliando e otimizando tudo, de modo a aumentar a qualidade de produção e reduzindo os tempos de preparação das máquinas (Rüßmann, 2015; Bahrin et al., 2016).

#### **4.1.4. *Horizontal and vertical system integration***

Bahrin et al. (2016) afirma que os sistemas de TIC não estão devidamente integrados, ou seja, verifica que a rede entre as organizações, a cadeia de fornecedores e respetivos clientes não está interligada devidamente, o que se torna um entrave significativo nas suas relações. Existem também incompatibilidades de interligação nos variados

departamentos das empresas, nomeadamente, no chão de fábrica e ao nível das reparações e automação dos equipamentos. Bahrin et al. (2016) sugere que se melhore a integração interna entre departamentos/ funções e recursos necessários para criar laços mais fortes e permitir que a comunicação de dados circule mais facilmente e que estas se tornem indústrias realmente automatizadas.

#### **4.1.5. *Internet of Things***

Atualmente, com o desenvolvimento dos meios de comunicação móveis, surge um novo conceito associado, a *Internet of Things* (IoT). Através desta tecnologia é possível a interação e cooperação de todas as partes envolvidas, de modo que se consigam atingir todos os objetivos propostos. Então recorrendo à IoT é possível a etiquetagem de várias coisas e objetos (Atzori et al., 2010).

A *Internet of Things* pode dividir-se em 3 pilares, nomeadamente, orientada para a internet, para as coisas e para o conhecimento. A utilidade do IoT desencadeia que estes 3 pilares se cruzem para que se consiga obter um proveito máximo (Gubbi et al., 2013).

De acordo com Rüßmann (2015), a IoT além de permitir a comunicação e a interação, esta também permite às empresas a tomada de decisão em tempo real, pois auxilia na análise dos dados.

#### **4.1.6. *The Cloud***

Na Indústria 4.0, de modo a facilitar a sua implementação correta implica o armazenamento de dados na *Cloud*, de modo a facilitar que os dados sejam rapidamente acessíveis em qualquer lugar, de forma a aumentar a produção e a transmissão de informações entre colaboradores ou órgãos da empresa (Rüßmann, 2015).

Bahrin et al. (2016), afirma que ao incluir todos os dados na *Cloud*, se melhora a qualidade da produção, uma vez que conseguindo ter os dados todos em plataformas online torna mais fácil aos trabalhadores recorrer a tudo o que seja necessário ao longo do processo, facilitando também o acesso a todas as informações em qualquer local e sempre que necessário.

#### **4.1.7. *Cybersecurity***

Com a implementação da Indústria 4.0, o uso da conectividade, e de todos os meios de comunicação disponíveis online, torna-se necessário a implementação de um sistema de

segurança. É indispensável a proteção de todos os dados, todos os métodos de trabalho durante o processo produtivo, bem como, a proteção de novas ideias para que não hajam fugas de informação ou ataques à integridade do sistema, assim sendo, é necessário aumentar a segurança cibernética (Rüßmann, 2015).

#### **4.1.8. *Additive Manufacturing***

A *Additive Manufacturing* tem vindo a ser utilizada na impressão a 3 dimensões, nomeadamente para a criação de protótipos e produção de algumas componentes, porém na Indústria 4.0, esta tecnologia é recorrente na produção de lotes reduzidos, constituindo uma facilidade na sua execução. Se se recorrer a um sistema de manufatura aditiva de alto desempenho e de seu modo descentralizada, as distâncias percorridas durante o transporte e o respetivo stock diminuirá, reduzindo então vários custos de produção (Rüßmann, 2015; Bahrin et al., 2016).

#### **4.1.9. *Augmented reality***

A realidade aumentada permite às empresas uma gama de serviços mais variada, através do envio de informação de reparação dos equipamentos e através da seleção de peças, o que mais tarde se torna benéfico pois permite aos trabalhadores o acesso à informação em tempo real, de modo a facilitar e melhorar as decisões a tomar e consecutivamente os procedimentos a adotar ao longo do processo produtivo (Rüßmann, 2015).

### **4.2. Entraves à aplicação da Indústria 4.0**

Segundo Raj et al. (2020), e de acordo com os estudos por si desenvolvidos, a implementação da indústria 4.0 não é assim tão fácil e existem sempre obstáculos que dificultam a sua implementação.

Kamble et al., (2018), refere 12 entraves que encontrou com as suas pesquisas, os quais serão apresentados nos pontos apresentados a seguir:

- A primeira dificuldade rege-se pela automação dos equipamentos, ou seja, deixa de ser necessário tantos trabalhadores para realizar as tarefas, o que poderá consistir num aumento de despedimentos;
- Outra dificuldade de implementação recai sobre os custos, pois não é fácil implementar tecnologias avançadas devido ao orçamento que estas requerem, nem sempre as PME's dispõem de meios suficientes para conseguir realizar o

investimento, sobretudo quando o investimento pode nem ser recuperado a curto prazo;

- A mudança no processo produtivo é também um dos entraves encontrados, sendo necessário existir mão de obra qualificada para desempenhar as tarefas. Nem sempre as empresas têm trabalhadores especializados, teria de se apostar também em formação para conseguir ter empregados aptos para utilizarem a Indústria 4.0, com a utilização da mesma para além da mão de obra ter de ser especializada, existem também mudanças no processo e na organização, através de funções que podem deixar de ser necessárias ou que terão de ser melhoradas devido à automatização, o que obriga a reestruturação dos setores, o que requer conhecimentos aprofundados no assunto;
- A indústria 4.0 requer uma produção inovadora, requerendo assim mão de obra qualificada, de maneira a conseguir-se implementar uma produção ainda mais eficiente e com design aprimorado;
- Requer também sistemas de gestão de conhecimento, uma vez que é uma falha inicial no processo produtivo, pela falta da existência de sistemas tecnológicos que armazenem e melhorem a localização das informações;
- A falta de conhecimento sobre a IoT, nomeadamente, a falta de aprendizagem sobre como criar uma ligação entre os dispositivos físicos que permitam a receção e o envio de dados através da internet que para muitas empresas é ainda um entrave e que se for bem adotado pode traduzir em ganhos financeiros, a par da utilização da IoT, surge outra barreira, que se traduz pela fraca qualidade ou inexistência de sinal de internet e de todas as TIC que constituem o maior pilar para o sucesso da implementação das IoT, isto é, se o sinal for fraco ou inexistente implica bloqueios na produção e nos serviços, e também dificulta a comunicação.
- Uma vez adotadas todas as TIC, fica tudo registado na plataforma online, e o que facilita a comunicação pode traduzir também riscos de segurança e de privacidade, sendo necessário assegurar a segurança cibernética evitando que haja evasão de informações e dados, o que se traduz em desafios para as organizações e, simultaneamente, para os seus colaboradores, sendo necessário formação para que se consiga prevenir o extravio das informações;
- Na indústria 4.0, é necessário atualizações das máquinas e dos equipamentos que se utilizam, de modo a que consigam estar sempre o mais atualizados possível, e nem sempre é fácil para as empresas conseguirem estar a par de todas as atualizações que surgem no mercado, não conseguindo estabelecer uma ligação perfeita entre todas as tecnologias e sistemas de rede;

- Outro entrave é a conformidade com as leis e a respetiva incerteza de cumprimento, uma vez que todas as empresas devem ter a noção que é necessário respeitar e cumprir todas as normas impostas pela lei, nomeadamente, segurança das TIC, e respetivos horários de trabalho e trabalhos a desenvolver com as máquinas. Existem também medidas sobre a utilização das TIC que têm obrigatoriamente de ser respeitadas quando se transferem dados online, de maneira a não desrespeitar os regulamentos de privacidade e os contratos celebrados.

### **4.3. Benefícios à implementação da Indústria 4.0**

Apesar da Indústria 4.0 acarretar alguns entraves à sua implementação, esta também constitui vários benefícios para as empresas. É esperado com a sua aplicação um crescimento no mercado face ao mercado concorrencial, uma vez que cria às empresas vantagens competitivas (Pereira & Campos, 2018).

A sua correta aplicação, constitui às empresas processos de fabrico com diferentes especificidades, permitindo uma variedade de métodos de produção, de análise de dados em grande quantidade que poderão ser consultados em tempo real, o que permite que aos meios operacionais tomadas de decisões e um posicionamento estratégico superior (Dalenogare et al., 2018).

Pereira & Campos (2018) afirmam que as principais vantagens que surgem da implementação da indústria 4.0 se baseiam em:

- Diminuição de encargos: Com a recorrente modernização das máquinas industriais, verifica-se uma redução em termos de impactos económicos, pois as máquinas têm condições, nomeadamente, capacidades e autonomia que permitem a programação das suas manutenções, o que para a empresa constitui uma diminuição nos gastos de conservação e reparação, e também, permite que se verifique uma melhoria contínua na qualidade dos equipamentos e dos produtos;
- Poupança energética: Com a adoção de máquinas mais desenvolvidas tecnologicamente e estas tendo um sistema de captação da energia e o seu fornecimento, tem-se a possibilidade de poupar nos gastos energéticos, não impossibilitando o fator produtividade;
- Reforço da segurança: Devido à sua capacidade de interligação em rede e com a tecnologia durante o processo produtivo, verificar-se-á uma maior segurança

operacional, ou seja, através destes meios conseguir-se-á prever e evitar que ocorram falhas e, ao mesmo tempo paragens na linha de produção;

- Diminuição dos impactes ambientais: Atualmente, um dos temas mais importantes na sociedade é a preocupação com o meio ambiente, e esta modernização permite que sejam racionados e otimizados os recursos naturais, evitando desperdícios e a libertação de substâncias tóxicas para a atmosfera;
- Eliminação/redução de falhas: Uma vez que não se torna tão necessária a intervenção humana para o desenvolvimento dos produtos e uma que é evitada a repetição dos processos, as falhas que se geram são cada vez menores, aumentando significativamente a qualidade dos produtos;
- Eliminação de stocks e clareza nos volumes de produção: Uma vez que todas as quantidades necessárias são registadas e monitorizadas, a capacidade de produção vai cair sobre apenas essas quantidades, eliminando desperdícios e aumentando a qualidade dos produtos e também uma realidade absoluta quanto ao consumo, aos recursos existentes e a capacidade instalada, o que acarreta vantagens competitivas face ao restante mercado e uma maior atração a novos clientes;
- Qualidade de vida superior: Empresas desenvolvidas e inteligentes garante uma maior qualidade de vida para os seus funcionários o que os torna ainda mais produtivos e garante também uma vida melhor para a sociedade em geral, uma vez que melhora a distribuição da riqueza, através de novos postos de trabalho;
- Customização diferenciada de produtos: Com a implementação de toda a tecnologia e automatização, a customização de novos produtos torna-se mais fácil e rápida, o que permite aos clientes a personalização dos seus produtos, o que não é possível com empresas menos industrializadas pois gera custos mais elevados.

Pereira & Campos (2018), assumem que a Indústria 4.0 promove a produtividade, transformando as empresas em indústrias mais eficientes, flexíveis e com capacidade de resposta superior à concorrência que o meio oferece, porém é necessário especializações e formações sobre a utilização dos equipamentos e das TIC.

#### **4.4. Indústria 4.0 Aplicada na Indústria Têxtil**

Ao longo dos anos as empresas de carácter industrial enfrentam todos os dias uma dificuldade acrescida para a resolução de certos obstáculos, nomeadamente prazos de entrega menores para satisfação dos clientes e vantagem face à concorrência, os custos dos materiais, custos de linha de montagem e também com os gastos de mão de obra

necessários. A área industrial do têxtil e do vestuário não é exceção e luta diariamente para conseguir combater estas dificuldades, para tal recorrem a integração de novas tecnologias, nomeadamente, tecnologias que constituem a Indústria 4.0 (Ahmad et al., 2020).

De acordo com o estudo realizado por Ślusarczyk et al. (2019), estes afirmam que a Indústria 4.0 acrescentava uma enorme cooperação no processo produtivo da indústria têxtil, uma vez que esta visava a obtenção de produtos inteligentes em ambientes de trabalho mais automatizados e desenvolvidos. Os autores referem também que esta implementação permitia uma melhor organização do processo e, conseqüentemente, um melhor desempenho de toda a empresa.

Weiß et al. (2018), sugeriram uma mudança no processo produtivo, permitindo que as empresas criassem uma estrutura flexível, de modo a terem meios de produção mais ativos, autónomos e devidamente controlados. Esta mudança irá resultar nas respetivas fábricas inteligentes que resultarão em produtos inteligentes. No setor têxtil e do vestuário a implementação de todas as tecnologias não são uma tarefa fácil, pois as empresas do setor funcionam com hierarquias fixas, complexas e de produção otimizada, para tal é necessário que a formação a ser ministrada seja clara e pouco complexa, ou seja, de fácil compreensão. É necessário avaliar todos os processos, como a modelagem, e instruir novas estruturas, bem como todo o processo transformativo.

Carlota (2018), afirmou que para todas as dificuldades identificadas no setor têxtil poderiam ser ultrapassadas com a implementação da Indústria 4.0, nomeadamente, os prazos de entrega rápidos que os clientes exigem, a diversificação de produtos, clareza e transparência nos processos para o consumidor, flexibilidade dos produtos e alterações consoante tendências ou épocas, dificuldade de antecipação de modas, mão de obra não qualificada, protótipos demorados e enormes desperdícios, elevada carga de poluição ambiental, estes desafios todos são facilmente ultrapassados com o desenvolvimento industrial, uma vez que as ferramentas e suas especificidades estão altamente possibilitados a contornar todos esses desafios, o que apesar do grande investimento inicial se traduzirá em grandes lucros no futuro.

A evolução da indústria têxtil leva-nos ao encontro de sistemas cyberfísicos e a IoT, que se consideram fundamentais para a inovação tecnológica. Toda essa inovação, integração e flexibilidade entregam à indústria têxtil todos os materiais necessários que asseguram a transformação. Todo o tratamento de dados passa pelo IoT, enquanto que para

acompanhamento do processo e melhor tomada de decisão se rege pelo Cyber-physic System (CPS) e, por fim, a tecnologia Machine to Machine (M2M) que suporta a comunicação entre os equipamentos que desempenham a mesma função, no tempo certo e real. Todo o processo é monitorizado desde o momento em que se conseguem obter as matérias primas até ao momento em que estas são colocadas à disposição do cliente, e mais tarde poderão ser reaproveitadas após o fim do seu ciclo de vida (Ribeiro, 2017).

## Capítulo 5

### 5. Flexibilização de Lotes na indústria têxtil

Oliveira (2002), refere que a flexibilização se divide por flexibilização da produção, trabalho e produto, a junção destas divisões contribui para um melhor desempenho da empresa em questão, criando vantagens competitivas.

Vargas (2019), defende que independentemente do que estiver associado ao termo flexibilidade, em meios industriais, este depende sempre da execução de tarefas realizada pelos trabalhadores e a sua respetiva adaptação às exigências e desafios que se apresentarem. Uma das grandes dificuldades encontradas por empresas da indústria têxtil, rege-se pelo tamanho dos lotes de produção quando têm de ser menores, devido às exigências dos clientes. As empresas ao terem de se adaptar a encomendas menores tem de conseguir conjugar a variedade de materiais necessários com a afinação da maquinaria, o que por vezes resulta em perdas de produtividade, pois exige uma constante mudança dos equipamentos para estes se adaptarem às diferentes encomendas feitas. Assim sendo nasce a preocupação da flexibilização da produção (Pires et al., 2019).

#### 5.1. Flexibilização de Lotes Através da Filosofia *Lean* na Indústria Têxtil

As perdas por produção excessiva, resulta em grandes quantidades de stock, traduzindo-se em custos desnecessários e utilização desnecessária de espaço da empresa, o que no fim traduzir-se-á em grandes perdas. Estas perdas podem ser minimizadas ou até mesmo eliminadas após a otimização do sistema de trocas de *setup*, melhorias nos equipamentos de produção e redução das quantidades produzidas, nomeadamente, produção de peças em pequenas quantidades e pequenos lotes. Em parte a introdução da ferramenta JIT contribui em grande escala para a redução de *stocks*, devido à sua característica de produzir as quantidades necessárias quando necessário (Vieira & Neto, 2006).

Pedroso (2017), afirma que as ferramentas que mais contribuem para a possibilidade de flexibilidade no tamanho de lotes de produção, gerando vantagens competitivas e

reduzindo desperdícios, é o JIT, *Heijunka*, *Jidoka*, *Kaizen* e o VSM. A produção de lotes em menor escala permite à empresa uma rápida classificação de problemas que existam e a uma maior rapidez em ultrapassá-los.

Farias (2016), refere que na ferramenta associada à filosofia *Lean* JIT, que o mais viável é produzir consoante as quantidades requeridas, porém economicamente, os custos de armazenamento são bem menores que os custos de manutenção das máquinas, com isto, o ideal seria que os tempos de produção fossem cada vez menores, criando produtos com menos defeitos evitando desperdícios.

Para Pires et al. (2019), a diminuição das quantidades produzidas e a diversidade de materiais a ser utilizados, originam perdas de tempo para as empresas, para tal é necessário avaliar e renovar todo o processo de maneira a não criar tempos mortos e paragens no processo. Os autores através da realização de um vídeo, que tinha como objetivo a deteção dos tempos mortos e movimentos não necessários, decidiram otimizar todas as atividades associadas ao processo, criando ferramentas que evitem esses desperdícios. Decidiram então colocar cartões de visualização facilitada que indicavam onde era necessário fazer arranjos. Esta solução evita paragens e movimentações desnecessárias, e também facilita que a mensagem seja passada para todos os colaboradores, evitando esperas.

## **5.2. Flexibilização de Lotes Através da Indústria 4.0 na Indústria Têxtil**

A indústria têxtil, ao longo dos anos, tem vindo a sofrer várias alterações tecnológicas, consequência das revoluções industriais, com o aumento do mercado concorrencial do mundo com a China, teve de haver mudanças e inovação capaz de ultrapassar esse mercado e traduzindo-se em custos menores na elaboração dos produtos e aumento da produtividade. A tecnologia contribui para a indústria têxtil, nomeadamente, redução da quantidade de processos de trabalho manual, aumento da qualidade dos produtos, e por fim, a flexibilidade da produção devido ao melhoramento tecnológico dos equipamentos. Este avanço tecnológico contribui para a produção de pequenos lotes de produtos, conseguindo às empresas adaptar-se e produzir produtos mais diferenciados e customizados, diminuindo grandes produções e, respeitando as necessidades dos consumidores (Jordan, 2004).

A automatização dos equipamentos industriais têxteis promove a flexibilidade, rapidez, produtividade e qualidade dos produtos, possibilitando a concretização de lotes de

encomenda menores, respondendo às exigências dos consumidores. O autor defende também que a integração vertical dos sistemas e os sistemas de produção em rede promovem a flexibilidade dos lotes de produção, ou seja, após implementada a integração vertical dos sistemas é possível a customização dos produtos, devido à diversidade das exigências do cliente, o que obriga às empresas a terem um sistema que permita a fabricação de pequenos lotes de produção, de modo a evitar custos elevados (Ribeiro, 2017).

A adaptação do setor têxtil às novas tecnologias, cria também uma melhoria ao longo da produção em linha, pois estas têm uma maior facilidade a adaptar-se aos diferentes produtos necessários à produção. Outra maneira de se obter uma resposta rápida de modo a evitar que falhas cheguem ao cliente é a utilização de *tablets*, devido às suas características e à facilidade com que se instala um aplicativo que permita a emissão de alarmes, sendo uma mais valia no momento em que se verificarem anomalias, uma vez que é de fácil compreensão, outra ferramenta que é muito necessária é o *Radio Frequency IDentification* (RFID) (método de identificação automática através de sinais de rádio que recuperam e armazenam dados) em cada lote de produção, pois permite controlar e avaliar o movimento dos lotes, o que constitui vantagens lucrativas e de produtividade (Ribeiro, 2017).

Círigo (2018), durante os seus estudos encontrou um autor que tinha criado um sistema de resposta rápida, que torna a produção mais rápida e conseqüentemente mais flexível, isto é, no prazo de duas semanas formula-se o projeto de toda a coleção, na semana seguinte dá-se a fabricação do tecido e na semana seguinte, a última, desenvolvem-se todas as peças da coleção. Com este sistema é necessária a existência de flexibilidade para que se consigam desenvolver encomendas menores, o que atualmente é uma exigência e ao mesmo tempo uma dificuldade para as empresas. As empresas ao trabalharem com lotes de produção menores têm também uma maior facilidade em atendimento ao público (Bahr et al., 2012).



## Capítulo 6

### 6. Conclusão

O setor do têxtil e do vestuário preocupa-se em responder às exigências e necessidades, bem como gostos e tendências que a sociedade incute ao consumidor. Torna-se difícil às empresas conseguirem reunir condições que as ajude a ultrapassar os desafios, porém com a implementação de ferramentas da filosofia *Lean* e da Indústria 4.0, esses obstáculos podem ser ultrapassados ou pelo menos minimizados.

A filosofia *Lean* e a Indústria 4.0 têm metas em comum, o que juntas pode constituir mais valias e vantagens competitivas, ou seja, ambas pretendem a agregação de valor ao produtos e serviços, a eliminação de desperdícios, minimização de custos de produção e a transformação das organizações.

Atualmente, nas empresas têxteis, já se têm vindo a implementar ferramentas *Lean*, sendo as mais usuais o JIT, o *Kanban*, o 5'S e o VSM, estas têm-se traduzido em grandes vantagens, nomeadamente, na redução dos tamanho de lotes de produção e nas matérias primas utilizadas, o que permite às empresas atenderem os clientes em menor tempo e com produtos de maior qualidade. Por outro lado, implementando a Indústria 4.0 através da industrialização e modernização, estes resultados também são alcançáveis, para tal recorreremos em maior força ao IoT para tratamento de dados, ao CPS para tomar decisões acertadas e ao M2M para fornecer informações entre setores e máquinas de trabalho em tempo real.

Com a realização deste estudo, pretendeu-se resolver a principal problemática da flexibilização da dimensão de lotes de produção, que é uma das grandes dificuldades encontradas pelas empresas têxteis, devido à sua instabilidade de produção e vendas que tende a não ser constante e que muda consoante a estação e as modas instaladas na sociedade. Como tal, verifica-se que a produção em excesso, resultando em grandes quantidades armazenadas constitui várias perdas e gastos altamente desnecessários que poderão ser otimizados ao conseguir reduzir-se o tamanho dos lotes de produção.

Se aplicarmos o JIT, esta é uma das principais ferramentas que contribui para a redução/eliminação de *stocks* devido à sua particularidade de produzir apenas o necessário e somente quando necessário, pois apesar dos custos de manutenção serem

elevados em comparação aos custos de armazenamentos estes são menores. O *Heijunka* tem também características que permitem o controlo ponderado de produção, nivelando as quantidades necessárias e produzindo eficazmente peça a peça assegurando as quantidades necessárias para a satisfação do cliente bem como a sua qualidade. A colocação de cartões de visualização fornece toda a informação aos colaboradores sobre questões de manutenção e avarias, o que evita paragens, esperas e movimentações desnecessárias.

Recorrendo à introdução da Indústria 4.0, esta também tem um enorme contributo para a produção de lotes reduzidos pela facilidade de realização de produtos personalizados e customizados consoante os gostos dos clientes, com estas exigências se não houver um bom sistema de fabricação é possível que os custos se tornem elevados. A modernização das máquinas permite flexibilidade, rapidez, produtividade e qualidade.

Por outro lado, existem dificuldades à implementação destes fatores, não é fácil transformar uma organização não industrializada noutra totalmente industrializada, esta implementação requer custos, formações e especializações, uma vez que a mão de obra tem de estar em constante aprendizagem para acompanhamento da evolução e conseguir utilizar as máquinas corretamente evitando estragos e acidentes.

Porém, os ganhos com a sua implementação a longo prazo ultrapassam todos esses obstáculos o que se traduz em maiores lucros através do maior número de vendas e do ganho da confiança dos consumidores.

Com isto, ao se implementar na ITV as ferramentas *Lean* em combinação com as tecnologias da Indústria 4.0, e devido aos seus objetivos comuns, nomeadamente, a criação de valor para o cliente e a rapidez com que os produtos lhes são fornecidos, consegue-se enquadrar o desenvolvimento tecnológico na criação personalizada e customizada de peças de vestuário, bem como assegurar a sua qualidade e rapidez na entrega aos clientes, traduzindo-se em vantagens competitivas e constituindo valor para o cliente o que no futuro se traduzirá novas compras.

## Referências Bibliográficas

- Ahmad, M. O., Dennehy, D., Conboy, K., & Oivo, M. (2018). Kanban in software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, *137*, 96–113. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.11.045>.
- Ahmad, S., Miskon, S., Alabdan, R., & Tlili, I. (2020). Towards sustainable textile and apparel industry: Exploring the role of business intelligence systems in the era of industry 4.0. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(7). <https://doi.org/10.3390/su12072632>.
- Al-Araidah, O., Jaradat, M. A. K., & Batayneh, W. (2010). Using a fuzzy Poka-Yoke based controller to restrain emissions in naturally ventilated environments. *Expert Systems with Applications*, *37*(7), 4787–4795. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.037>.
- Amaral, B. (2014). *Programação puxada da produção sistema*. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/337303/>. Acedido em: 27/04/2020.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, *54*(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>.
- Bahr, D., Blumenau, U. R. De, Sidnei, E., & Teixeira, M. (2012). *Melhoria da produtividade através da análise de tempos e métodos como suporte para a implantação do trabalho padronizado em uma linha de bordados*. [https://www.researchgate.net/publication/262219143\\_Melhoria\\_da\\_produtivida\\_de\\_atraves\\_da\\_analise\\_de\\_tempos\\_e\\_metodos\\_como\\_suporte\\_para\\_a\\_implantacao\\_do\\_trabalho\\_padronizado\\_em\\_uma\\_linha\\_de\\_bordados](https://www.researchgate.net/publication/262219143_Melhoria_da_produtivida_de_atraves_da_analise_de_tempos_e_metodos_como_suporte_para_a_implantacao_do_trabalho_padronizado_em_uma_linha_de_bordados).
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. H. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, *78*(6–13), 137–143. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>.
- BCG. (2015). *BCG industry 4.0 to lift manufacturing to new levels*. Disponível em: <https://www.consultancy.uk/news/2099/bcg-industry-40-to-lift-manufacturing-to-new-levels>. Acedido em: 30/06/2020.
- Bigliardi, B., Bottani, E., & Casella, G. (2020). Enabling technologies, application areas and impact of industry 4.0: a bibliographic analysis. *Procedia Manufacturing*, *42*(2019), 322–326. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.086>.
- Brioso, X., Murguia, D., & Urbina, A. (2017). Teaching Takt-Time, Flowline, and Point-

- to-point Precedence Relations: A Peruvian Case Study. *Procedia Engineering*, 196(June), 666–673. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.056>.
- Bruce, M., Daly, L., & Towers, N. (2004). Lean or agile: A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry? *International Journal of Operations and Production Management*, 24(1–2), 151–170. <https://doi.org/10.1108/01443570410514867>.
- Carlota, M. C. (2018). *A Indústria 4.0 aplicada aos Setores da Moda*. Thesis. Universidade da Beira Interior. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/9985>.
- Caxito, F. de A. (2008). *Produção: Fundamentos e Processos* (IESDE (ed.)). <https://books.google.pt/books?id=zS-o8hBYUWsC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>.
- Círico, E. (2018). Desenvolvimento de uma matriz de centralização para aumento de produtividade em uma empresa têxtil. *Director*, 15(2), 2017–2019. [https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones/jesus/capitulos\\_espanyol\\_jesus/2005\\_motivacion\\_para\\_el\\_aprendizaje\\_Perspectiva\\_alumnos.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Aparicio7/publication/253571379\\_Los\\_estudios\\_sobre\\_el\\_cambio\\_conceptual\\_](https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones/jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion_para_el_aprendizaje_Perspectiva_alumnos.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Juan_Aparicio7/publication/253571379_Los_estudios_sobre_el_cambio_conceptual_).
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204(August), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>.
- Direção Geral das Atividades Económicas. (2018). *Indústria Têxtil e Vestuário*. 26. <https://www.dgae.gov.pt/gestao-de-ficheiros-externos-dgae-ano-2019/sinopse-textil-vestuario-17-04-2019-pdf.aspx>.
- Empresarial, P. (2006). Da Indústria Artesanal à Fábrica. *Maia Digital*, 1–3. Acedido em: [http://negocios.maiadigital.pt/hst/sector\\_actividade/textil\\_vestuário/caracterizacao/esboco](http://negocios.maiadigital.pt/hst/sector_actividade/textil_vestuário/caracterizacao/esboco).
- Farias, M. E. da S. (2016). *Avaliação das ferramentas do sistema Just-in-Time em uma indústria têxtil*. *June*, 4–13.
- Feehery, P. A., Allen, S., & Bey, J. (2003). Flushing 101: Using a FOCUS-PDCA quality improvement model to reduce catheter occlusions with standardized protocols. *Journal of Vascular Access Devices*, 8(2), 38–45. <https://doi.org/10.2309/108300803775307639>.
- Ferreira, A., Ferreira, F. N., & Oliveira, F. R. (2014). *Têxteis Inteligentes-Uma breve revisão da literatura*. Acedido em:

[https://www.researchgate.net/profile/Alexandre\\_Ferreira29/publication/276027105\\_Texteis\\_Inteligentes--Uma\\_breve\\_revisao\\_da\\_literatura/links/55a9b04908aea9946721e2d2.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alexandre_Ferreira29/publication/276027105_Texteis_Inteligentes--Uma_breve_revisao_da_literatura/links/55a9b04908aea9946721e2d2.pdf)

- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>.
- Glover, M. (2005). Going lean. In *Automotive Engineer (London)* (Vol. 30, Issue 2).
- Grieco, A., Caricato, P., Gianfreda, D., Pesce, M., Rigon, V., Tregnaghi, L., & Voglino, A. (2017). An Industry 4.0 Case Study in Fashion Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 871–877. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.190>.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>.
- Hozdić, E. (2015). Smart factory for industry 4.0: A review. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), 28–35.
- Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.014>.
- Jastia, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>.
- Javaid, M., & Haleem, A. (2020). Impact of industry 4.0 to create advancements in orthopaedics. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.03.006>.
- Jayatilake, H. S. B., & Withanaarachchi, A. (2016). Industry 4.0 In The Apparel-Manufacturing Sector: Opportunities For Sri Lanka. *1st Interdisciplinary Conference of Management Researchers, August*, 1–10.
- Jordan, M. B. P. (2004). Processo de desenvolvimento de produto: um estudo para a indústria têxtil. *Development*.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and

- dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. *Computers in Industry*, 101(May), 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.06.004>.
- Kessler, E. H. (2013). Kaizen and Continuous Improvement. *Encyclopedia of Management Theory*, 155–161. <https://doi.org/10.4135/9781452276090.n145>.
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). Application of kaizen methodology to foster departmental engagement in quality improvement. *Journal of the American College of Radiology*, 11(12), 1126–1130. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.08.027>.
- Kong, L., Li, H., Luo, H., Ding, L., & Zhang, X. (2018). Sustainable performance of just-in-time (JIT) management in time-dependent batch delivery scheduling of precast construction. *Journal of Cleaner Production*, 193, 684–701. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.037>.
- Li, S. G., Ni, Y., Wang, X., Shi, L., & Zhu, L. J. (2012). Design of one-piece flow production system with mixed flows: A timed process flow diagram-based approach. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(11), 996–1010. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2012.684709>.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way- 14 Management Principles* (McGraw-Hill (ed.)).
- Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. *Energy Procedia*, 75, 1785–1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>.
- Melo, M. O. B. C., Cavalcanti, G. A., Gonçalves, H. S., & Duarte, S. T. V. G. (2007). Inovações tecnológicas na cadeia produtiva têxtil: Análise e estudo de caso em indústria no nordeste do Brasil. Disponível em: [www.producaoonline.ufsc.br](http://www.producaoonline.ufsc.br).
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An integrated Approach to Just-In-Time* (F. Edition (ed.); 4ª Edição). Acedido em: [https://books.google.pt/books?id=M73MBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?id=M73MBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- Moore, R. (2007). *Kaizen. Selecting the Right Manufacturing Improvement Tool*. 159–172.
- MudaMasters: Value Stream Mapping. Disponível em: <https://www.mudamasters.com/de/node/381>. Acedido em: 30/04/2020.
- Muthukumaran, V., Hariram, V. R., & Padmanabhan, K. K. (2019). A research on implementation of lean tools across verticals in manufacturing. *International*

- Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(6 Special issue), 585–588.  
<https://doi.org/10.35940/ijeat.F1119.0886S19>.
- Oliveira, E. C. de. (2002). Flexibilização da produção e reflexos sobre o mundo do trabalho: um estudo comparativo de casos no setor têxtil de Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina, 57.
- Palácio, A. E. S. (2018). Sistema de Gestão, Certificações e Auditorias (Senac (ed.)). Disponível em:  
<https://books.google.pt/books?id=8d1XDwAAQBAJ&pg=PT197&lpg=PT197&dq=kaizen+a+estrat%C3%A9gia+para+o+sucesso+competitivo+imai+online&source=bl&ots=-Qdpffav1K&sig=ACfU3U2PAgS8Z79AWd1Ezle7ZbjVatvHow&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwilldyG9IPpAhVoA2MBHTk2Adw4ChDoATADegQIC>.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>.
- Pedroso, S. da S. (2017). Avaliação do desempenho operacional de pequenas e médias empresas de confecção por meio da análise de custos e dos indicadores de perdas do sistema Lean. *Universidade Federam Do Rio Grande Do Sul*, 6, 5–9.
- Pereira, W., & Campos, P. S. (2018). Indústria 4.0: Um novo conceito de gerenciamento nas indústrias. *Semana Acadêmica*, 1–17. Acedido em:  
[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_industria\\_4.0\\_-\\_revisao\\_em\\_29.11.2018.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_industria_4.0_-_revisao_em_29.11.2018.pdf)
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). *Just in Time Factory: Implementation Through Lean Manufacturing Tools* (Springer (ed.)). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1>.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*. Acedido em:  
<https://docplayer.com.br/4345508-Lean-thinking-introducao-ao-pensamento-magro-o-pensamento-lean-1-introducao-por-joao-paulo-pinto-comunidade-lean-thinking.html>.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A Filosofia das organizações vencedoras* (Lidel (ed.)). Acedido em: <https://www.wook.pt/livro/pensamento-lean-joao-paulo-pinto/15700637>.
- Pires, A. R., Saraiva, M., & Rosa, Á. (2019). TMQ - TECHNIQUES METHODOLOGIES AND QUALITY. *RIQUAL - Rede de Investigadores Da Qualidade*, 1–194.
- Porter, M. E. (1986). *Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência* (Campus (ed.)).

- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>.
- Rech, S. R. (2008). Modapalavra e-períodico ESTRUTURA DA CADEIA PRODUTIVA DA MODA Structure of the productive chain of the fashion. *Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514051712004>
- Reiner, A. (2014). *Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production*. International Seminar on High Technology, October, 1–14. <https://doi.org/10.13140/2.1.1039.4406>.
- Ribeiro, J. M. (2017). O conceito da indústria 4.0 na confeção: análise e implementação. Universidade Do Minho, 99. Acedido em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49413>.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See- Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Rüßmann Michael, Lorenz Markus, Gerbert Philipp, Waldner Manuela, Justus Jan, Engel Pascal, H. M. (2015). *Future of Productivity and Growth in Manufacturing. Boston Consulting, April*. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001>.
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004>.
- Ślusarczyk, B., Haseeb, M., & Hussain, H. I. (2019). Fourth industrial revolution: A way forward to attain better performance in the textile industry. *Engineering Management in Production and Services*, 11(2), 52–69. <https://doi.org/10.2478/emj-2019-0011>.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance* (Butterworth-Heinemann (ed.)).

- <https://www.sciencedirect.com/book/9780750677790/lean-maintenance>.
- Soliman, M., & Saurin, T. A. (2017). Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.09.002>.
- Song, M. H., & Fischer, M. (2020). Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen. *Advanced Engineering Informatics*, 44(February), 101091. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101091>.
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>.
- Teófilo, B. M. dos S. (2018). Aplicação de Ferramentas Lean Production numa Empresa de Confeção de Vestuário. Universidade do Minho. Acedido em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/58568>.
- Vargas, R. (2015). Lean Manufacturing- Reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade (C. I. P. Platform (ed.)). Acedido em: <https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>.
- Vargas, T. B. (2019). Lean Manufacturing, Flexibilidade E a Indústria Brasileira. *Ideação*, 21(2), 159–175. Universidade Estadual do Oeste do Panamá.
- Vieira, M., & Neto, J. (2006). peças defeituosas : um estudo de caso no setor de montagem em uma indústria fabricante de máquinas têxteis Losses of productivity due the production of defective parts : a study of case in the sector of assembly in an industry manufacturer of textil machi. 1, 137–167.
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38(Faim 2019), 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>.
- Warwood, S. J., & Knowles, G. (2004). An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry. *TQM Magazine*, 16(5), 347–353. <https://doi.org/10.1108/09544780410551287>.
- Weiß, M., Tilebein, M., Gebhardt, R., & Barteld, M. (2018). Smart Factory Modelling for SME: Modelling the Textile Factory of the Future. *Lecture Notes in Business*

Information Processing, 319, 328–337. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94214-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94214-8_24).

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>.