



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Impactos da Indústria 4.0 no setor do calçado

Gabriela Pereira Monteiro

Católica Porto Business School

2023



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Impactos da Indústria 4.0 no setor do calçado

Trabalho Final na modalidade de Dissertação
apresentado à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de mestre em Gestão

por

Gabriela Pereira Monteiro

sob orientação de
Prof. Doutor Jorge Julião
Prof. Doutor Marcelo Gaspar

Católica Porto Business School
Abril 2023

Agradecimentos

Terminada mais uma fase da minha vida acadêmica, é altura de agradecer a todas as pessoas que me apoiaram e incentivaram ao longo deste percurso. A vocês dedico esta conquista.

Aos meus pais, por todo o apoio, esforço e confiança. Sem vocês nada disto seria possível.

À minha irmã, por todo o apoio, motivação e pelo exemplo que é para mim. Nunca esquecerei o que faz por mim.

À minha psicóloga, por todo o apoio, suporte, compreensão e ajuda. Um obrigado nunca será suficiente.

Aos meus orientadores, Jorge Julião e Marcelo Gaspar, por me guiarem nesta jornada.

Obrigada a todos.

Resumo

Após três processos históricos transformadores, a Indústria 4.0 surge na indústria, sendo também conhecida como a Quarta Revolução Industrial. Vista como um novo paradigma de fabricação autónoma e inteligente, a mesma sustenta-se na conjugação de Sistemas Ciber-Físicos, máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de se tornarem mais autónomas e de se adaptarem aos processos e necessidades de produção.

Este estudo foca-se no conceito de Indústria 4.0, de forma a analisar os principais impactos da mesma na Indústria Portuguesa do Calçado. Após uma revisão da literatura realizada, com o fim de efetuar um levantamento do estado da arte entre diferentes autores, resultou uma investigação qualitativa e exploratória, baseada em três entrevistas a empresas do setor do calçado português que adotam as tecnologias da indústria 4.0 na sua produção.

A realização das entrevistas permitiu constatar que, em geral, o setor do calçado tem uma grande abertura às novas tecnologias que, apesar de se encontrarem numa fase inicial de implementação, têm sido bem-sucedidas. O estudo realçou a importância de analisar as necessidades da empresa antes de qualquer investimento tecnológico, para assim identificar quais as tecnologias mais indicadas à empresa.

Apesar de todos os benéficos que a indústria 4.0 traz às empresas, o principal desafio associado prende-se com o grande investimento financeiro que estas necessitam de fazer para a adoção de tecnologias avançadas, bem como a necessidade de contratação de mão-de-obra qualificada.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Indústria Portuguesa de Calçado; Produção inteligente; Organização do trabalho; Estratégia

Total de palavras: 9959

Abstract

After three historical transformative processes, Industry 4.0 emerges being known as the Fourth Industrial Revolution. Seen as a new autonomous and intelligent manufacturing paradigm, it is based on the combination of Cyber-Physical Systems, intelligent machines, storage systems and production facilities, becoming more independent and capable of adapting to production processes and needs.

This study focuses on the concept of Industry 4.0, in order to analyze its main impacts on the Portuguese Footwear Industry. The review of the literature collected and the better understanding of the state of the art among different authors, resulted in a qualitative and exploratory investigation, based on three interviews set with companies in the Portuguese footwear sector which adopt technologies of industry 4.0 in their production.

The interviews conducted showed that, in general, the footwear sector has a great openness to new technologies that, despite being in an early implementation phase, have been successful. The study highlighted the importance of analysing the needs of the company before any technological investment, in order to identify which technologies are most suitable for the company.

Despite all the benefits that industry 4.0 brings to companies, the main challenge associated is related to the enormous financial investment that is required to make the adoption of advanced technologies, as well as the need to hire skilled labour.

Keywords: Industry 4.0; Portuguese Footwear Industry; Smart production; Work organization; Strategy

Total of words: 9959

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Acrônimos	xii
Índice de Tabelas	xiv
1. Introdução.....	16
1.1. Contextualização.....	16
1.2. Motivação do estudo.....	16
1.3. Objetivos da investigação	17
1.4. Metodologia de investigação	18
1.5. Estrutura da dissertação	18
2. Indústria 4.0.....	21
2.1. Introdução.....	21
2.2. Evolução Industrial	22
2.3. Indústria 4.0.....	23
2.4. Benefícios da Indústria 4.0.....	24
2.5. Desafios da Indústria 4.0	26
2.6. Impulsionadores à Indústria 4.0.....	28
2.7. Indústria 4.0: impacto no trabalhador	29
2.8. Indústria 4.0: impacto nas dinâmicas de trabalho	30
2.9. Indústria 4.0: impacto na estratégia da empresa.....	32
3. Indústria do calçado	34
3.1. Introdução.....	34

3.2.	Indústria do calçado em Portugal	34
3.2.1.	Evolução	35
3.2.2.	Exportações: benefícios, desafios e ameaças	36
3.2.3.	Indústria 4.0 no setor do calçado português	37
4.	Metodologia.....	39
4.1.	Estratégia de Investigação	39
4.2.	Abordagem qualitativa	40
4.3.	Entrevista	40
4.4.	Amostra.....	41
4.5.	Descrição dos participantes.....	42
4.6.	Método de recolha de dados	43
5.	Apresentação e Análise de resultados.....	44
5.1.	Cluster do calçado	44
5.2.	Indústria 4.0 no setor do calçado.....	45
5.3.	Análise de dados.....	45
6.	Discussão e Conclusões	60
6.1.	Discussão dos objetivos de pesquisa	60
6.2.	Conclusões da pesquisa	62
6.3.	Limitações da pesquisa	64
6.4.	Recomendações para pesquisas futuras.....	64
	Anexos.....	66
	Bibliografia	67

Índice de Acrônimos

APICCAPS – Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos

CTCP - Centro Tecnológico do Calçado

OMC - Organização Mundial do Comércio

Índice de Tabelas

Tabela 1: Informações das empresas entrevistadas	66
Tabela 2: Benefícios da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado	46
Tabela 3: Desafios da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado.....	48
Tabela 4: Impulsionadores para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado.....	50
Tabela 5: Impactos da implementação da Indústria 4.0 no trabalhador.....	52
Tabela 6: Impactos da implementação da Indústria 4.0 nas dinâmicas de trabalho	54
Tabela 7: Impactos da implementação da Indústria 4.0 na estratégia das empresas	56
Tabela 8: Grau de implementação para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado	58
Tabela 9: Grau de abertura para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado.....	59

1. Introdução

1.1. Contextualização

A indústria 4.0 representa a tendência atual de implementação de tecnologias emergentes de automação nas indústrias. Também conhecida como a quarta revolução industrial, este paradigma prende-se com a criação de “fábricas inteligentes”, através de sistemas ciber físicos. Estas fábricas têm vindo a aumentar com o intuito de lidar com a complexidade da produção em ambientes ciber físicos. Estes sistemas permitem coletar e tratar um grande volume de dados em tempo real, facilitando a tomada de decisão descentralizada (Qin et al., 2016).

O início da quarta revolução industrial representa o caminho para uma nova realidade que tem vindo a crescer nos últimos anos, onde é possível a interconexão e comunicação entre componentes, humanos e máquinas (Gadre, 2020).

1.2. Motivação do estudo

A Indústria 4.0 representa a automação industrial e a integração de diferentes tecnologias com o propósito de promover a digitalização das atividades

industriais, melhorando os processos e produtividade e aumentando a eficiência do uso de recursos (Silva et al., 2019).

Estudos anteriores enfatizam o impacto da indústria 4.0 no setor do calçado (Jimeno-Morenilla et al., 2021), com pouca ênfase no trabalhador e contexto português. Tendo isto em conta, a motivação para esta investigação foi estudar o conceito de indústria 4.0 na indústria do calçado português, com o objetivo de compreender os impactos que as diferentes tecnologias têm nas empresas e nos trabalhadores.

1.3. Objetivos da investigação

Com a emergência da indústria 4.0, os processos industriais sofreram alterações significativas. A utilização de máquinas inteligentes leva à modificação dos métodos convencionais de produção em automáticos, bem como partilha automaticamente informações sobre stocks, avarias de máquinas, alterações de pedidos, entre outros, isto é, coleta e partilha dados importantes para a tomada de decisão de uma fábrica eficiente.

Neste estudo, o foco passa por analisar os principais impactos da implementação da Indústria 4.0 nas empresas e trabalhadores do setor do calçado. Após definida a questão da investigação, foram definidos alguns objetivos concretos e mais específicos que vão ser abordados ao longo deste estudo: o primeiro objetivo é avaliar o grau de implementação que as empresas portuguesas têm relativamente à Indústria 4.0, de forma a ganhar uma noção mais clara da satisfação e expectativa deste tema nos fabricantes portugueses.

O seguinte objetivo passa por estudar o grau de abertura das empresas do calçado à indústria 4.0. O terceiro e quarto objetivos focam-se na análise dos benefícios e desafios que vêm com essa revolução, de forma a compreender

concretamente quais os principais prós e contras que as empresas são obrigadas a lidar no dia-a-dia. O quinto objetivo diz respeito aos principais impulsionadores da implementação da indústria 4.0 no setor do calçado. Os seguintes objetivos (sexto e sétimo) focam-se no impacto que a quarta revolução traz para o trabalhador e dinâmicas de trabalho, de modo a perceber medidas que as empresas adotaram para lidar com esta adoção. Por fim, o último objetivo destina-se à análise do impacto que estas mesmas tecnologias têm na estratégia das empresas de calçado portuguesas.

1.4. Metodologia de investigação

A metodologia adotada para responder à questão de investigação deste estudo, “Quais os impactos da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na indústria portuguesa de calçado?”, é qualitativa e exploratória, uma vez que esta metodologia aborda os acontecimentos quantificáveis, e a forma como os entrevistados os interpretam. Adicionalmente, a recolha de dados apoiar-se-á em três entrevistas a empresas de calçado portuguesas.

1.5. Estrutura da dissertação

A estrutura deste trabalho está dividida em seis capítulos. O primeiro capítulo corresponde à Introdução. O segundo e terceiro capítulos, ou seja, a indústria 4.0 e a indústria do calçado, referem-se à revisão da literatura. Seguidamente, o quarto e quinto capítulos aludem à metodologia e resultados e análise de dados. Finalmente, o último capítulo refere-se à conclusão.

Em primeiro lugar, é realizada uma revisão da literatura que tem como objetivo resumir toda a informação existente sobre o tema, contextualizar o estudo e suportar a metodologia adotada. Seguidamente, foram realizadas três entrevistas para a recolha de informações de campo. As três entrevistas foram realizadas a fabricantes de calçado que utilizam a indústria 4.0 na produção. Após a coleta de dados, foi realizada a análise de toda a informação recolhida, terminando o trabalho com as principais conclusões da investigação

2. Indústria 4.0

2.1. Introdução

A indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial difundiu-se na Alemanha, disseminando-se por todo o mundo. Esta revolução tem vindo a provocar grandes transformações nas indústrias, permitindo as empresas novas formas de gerir os seus negócios e processos (Mata et al., 2018).

O conceito de indústria 4.0 emergiu em resultado de vários avanços tecnológicos e desenvolvimentos disruptivos no setor industrial. Fundamenta-se na conjugação entre máquinas, sistemas e ativos, criando assim fábricas inteligentes (*Smart factories*) capazes de se tornarem mais autónomas e adaptarem aos processos e necessidades de produção, proporcionando uma aplicação mais eficiente dos recursos. Sustenta-se num conjunto de tecnologias como a Internet das Coisas, Sistemas Ciber físicos, entre outros (Jimeno-Morenilla et al., 2021).

Conhecida também como um novo paradigma de fabricação autónoma e inteligente, a indústria 4.0 sustenta-se numa digitalização e coordenação cooperativa de todos os setores de produção de uma empresa (Jimeno-Morenilla et al., 2021).

Este capítulo irá focar-se no conceito de Indústria 4.0 e a sua evolução. O ponto de partida será explorar o conceito, seguido da análise dos principais benefícios e desafios. De seguida, o foco passará para a compreensão das mudanças na força de trabalho e em aspetos como a estratégia e dinâmicas de trabalho.

2.2. Evolução Industrial

Antes do surgimento da Indústria 4.0, assistiu-se a três grandes revoluções que foram impulsionadas por inovações técnicas.

Entre 1760 e 1840, ocorreu a primeira revolução industrial. A Indústria 1.0 caracterizava-se por possuir uma grande procura, contudo não tinha capacidade de resposta com a manufatura tradicional (Yin et al., 2018). Porém, o surgimento da produção mecanizada, introdução da água e uso de energia, permitiu uma transformação na produção, possibilitando a produção de grandes quantidades (Keller et al., 2014).

Também conhecida como a Revolução Industrial Americana, a segunda revolução industrial teve início nos finais do século 19, assistiu-se a uma enorme inovação durante este período como a energia elétrica, carros, tecnologias de comunicação elétrica e dispositivos elétricos e mecânicos (Mohajan, 2020).

No início dos anos 80, surge a terceira revolução industrial, a qual veio proporcionar, através de novas tecnologias de informação e automação convencional, a interação entre rede de negócios. Porém, perante os requisitos de procura como volume, variedade e tempos de entrega, tornou-se essencial a aplicação de sistemas de fabricação flexíveis como forma de dar resposta (Yin et al., 2018).

Em 2011, surgiu a Indústria 4.0. Esta transformação entre revoluções é caracterizada como uma manufatura digital, através desta é possível uma comunicação e troca de informações entre máquinas e trabalhadores mais fácil e simples, permitindo assim ao trabalhador agir eficientemente aos requisitos da procura (Oztemel & Gursev, 2020).

2.3. Indústria 4.0

Com o desenvolvimento tecnológico, surgiu a Indústria 4.0 (Qin et al., 2016). A quarta revolução industrial relaciona-se ainda a termos como “fábricas inteligentes”, “indústria inteligente”, “manufatura digital” e “produção inteligente” (Nosalska et al., 2020).

Este conceito emergiu com o intuito de proporcionar um aumento da produtividade e eficiência nas indústrias (Frank et al., 2019), através da introdução de avanços técnicos como sistemas de rede sem fio, sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas e computação em nuvem (Satoglu et al., 2018), esperando-se, por consequência, um aumento da eficácia operacional, desenvolvimento de modelos de negócios, produtos e serviços (Hermann et al., 2016), bem como uma melhor resposta às necessidades da procura (Nosalska et al., 2020).

No entanto, a adoção da indústria 4.0 por uma empresa é algo complexo e difícil, trazendo diversos desafios na indústria de transformação. Todavia, é através da utilização deste conceito que as empresas conseguem beneficiar de diversas melhorias ao longo da cadeia de valor (Mohamed, 2018).

Avançar para a indústria 4.0 requer a gestão de vários desafios, envolvendo mudanças severas nos processos de desenvolvimento, manufatura, logística, etc (Nunes et al., 2017). É essencial ainda que a força de trabalho possua um conjunto de qualificações e competências como forma de ser capaz de dar resposta (Unger et al., 2017).

A adoção de fábricas inteligentes proporciona às empresas uma melhor gestão de complexidade, menores perturbações e maior capacidade de ser eficiente ao longo da cadeia de valor (Kayikci, 2018).

Na indústria 4.0, as empresas definem redes globais, nas quais integram máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção,

na forma de Sistemas de Ciber Físicos, aptos a cruzar informações e desencadear ações independente e autonomamente. No entanto, para que a implementação de uma fábrica inteligente seja alvo de sucesso, é essencial ter em consideração sete áreas-chave, bem como todo o processo deve ser acompanhado por máquinas industriais e políticas industriais (Kagermann et al., 2013).

- 1) Padronização – o desenvolvimento de padrões comuns;
- 2) Gestão de sistemas complexos entre produtos e sistemas de produção;
- 3) Infraestrutura de banda larga, ou seja, as novas tecnologias dependem de redes de comunicação de qualidade para o seu bom funcionamento;
- 4) Segurança e proteção;
- 5) Transformação do conteúdo de trabalho – é necessário implementar medidas de design participativo e aprendizagem, como meio de proporcionar melhores experiências aos trabalhadores;
- 6) Formação e desenvolvimento profissional contínuo;
- 7) Estrutura regulatória, isto é, todos os novos processos associados são obrigados a seguir a legislação.

Para a implementação de fábricas inteligentes é essencial a análise e cálculo de *trade-offs* entre os recursos investidos em fábricas inteligentes e o potencial ganhos gerados. Para além disto, a análise de benefícios e desafios é fundamental para a possível implementação.

2.4. Benefícios da Indústria 4.0

O sucesso no desenvolvimento de fábricas inteligentes é visto como fundamental para a criação de vantagem competitiva entre empresas. Desta forma, os benefícios da utilização de novas tecnologias são cruciais na transformação de uma empresa (Gadre, 2020).

A Indústria 4.0 proporcionou uma nova forma de fazer negócios e conseqüentemente o desenvolvimento de novas fontes de criação de valor. Permitindo uma compreensão completa dos recursos e benefícios do produto, facilitando assim a exploração interativa de todas as funcionalidades do produto entre todas as partes interessadas. Personalização individualizada, alocação mais competente de recursos e capacidade, tempos de troca mais curtos e redução de complexidade de produção são alguns dos benefícios que as empresas podem atingir com a adoção da indústria 4.0, sendo que estes irão permitir processos de produção mais rápidos, baratos, fáceis e diversificados (Mohamed, 2018).

Benefícios como a redução de custos de mão de obra, simplificação dos processos de negócio, redução de imprecisões nos inventários, maior transparência em processos logísticos (como, por exemplo, reduções de tempos de entrega, custo logístico, maior precisão do perda/dano, entre outros) (Mohamed, 2018), customização de produtos e serviços, flexibilidade e melhor mapeamento dos custos de fabricação, possibilitam às empresas o alcance de melhor qualidade dos produtos, produtividade e receita (Sony et al., 2021).

Para além de todos os benefícios que influenciam diretamente as empresas, a indústria 4.0 influencia também o consumidor, isto é, permite que critérios específicos do consumidor sejam assimilados em todas as fases de produção. Possibilita a realização de alterações, ainda que de última hora, sem qualquer tipo de custo extra. Através de fábricas inteligentes, é possível produzir produtos únicos ou em baixos volumes obtendo na mesma lucro (Rüßmann, 2015).

Nos últimos anos, muito se tem falado e valorizado a importância da flexibilidade nos sistemas de produção (Fragapane et al., 2022). As novas tecnologias contribuem para o aumento desta flexibilidade, entregando valor económico na forma de melhor produtividade, qualidade, desempenho logístico, gestão de stock e melhores tempos, maior segurança no local de trabalho e melhor moral na força de trabalho (Margherita & Braccini, 2020).

Uma das vantagens associadas à indústria 4.0 é facto de proporcionar transparência em tempo real, facilitando assim a identificação antecipada de qualquer alteração de design ou processo que possa suceder, bem como possibilita o aperfeiçoamento dos sistemas durante a produção, como forma de levar a uma redução do consumo de energias, etc. (Schuh et al., 2020).

A própria força de trabalho é afetada positivamente, isto é, a transformação digital veio permitir atingir um melhor equilíbrio entre o trabalho e a vida pessoal e também entre o desenvolvimento pessoal e profissional (Rüßmann, 2015).

Para além dos benefícios a nível interno, proporcionou também um conjunto de oportunidades para o mercado, nomeadamente vantagem competitiva. A integração e resposta das necessidades dos consumidores nos processos de desenvolvimento e produção, juntamente com a troca de informações entre máquinas e trabalhadores em tempo real, permite tornar os processos de produção visíveis e perfeitamente monitoráveis, diminuindo assim as taxas de falhas (B. P. Santos & Alberto, 2018).

2.5. Desafios da Indústria 4.0

A aplicação de tecnologias avançadas numa empresa caracteriza-se como uma ideia promissora. Porém, é algo que não é fácil de atingir, podendo levar vários anos a ser concretizada. A indústria 4.0 é uma visão do futuro, envolvendo desafios, incluindo desafios tecnológicos, políticos, sociais, e científicos (Zhou et al., 2016).

O grande investimento e a incerteza na rentabilidade futura são vistos como grandes barreiras à adoção de fábricas inteligentes. A execução de uma fábrica inteligente exige uma utilização de dispositivos artificiais e inteligentes (como

por exemplo robôs). Porém, a aplicação destes dispositivos requerem muito tempo e dinheiro investido, sem qualquer certeza de retorno financeiro futuro (Zhou et al., 2016).

Um dos maiores desafios associados à adoção de novas tecnologias está na força de trabalho e suas competências, uma vez que são necessárias competências diferentes. Quando se trata de investimento em automação, os trabalhadores com menos qualificações são direcionados para a execução de tarefas simples e repetitivas que a própria automação exige. Porém, quando se trata de investimentos em softwares, conectividade e análise é essencial que os trabalhadores sejam dotados de competências específicas de forma a dar resposta. A transformação de competências torna-se um desafio para as próprias empresas (Rüßmann, 2015). A ausência de capacidade de resolução de problemas, análise de falhas, aptidão para lidar com mudanças e tarefas novas, dificuldade em saber gerir a complexidade de tarefas como a coleta e processamento e visualização de dados pode tornar-se uma barreira (Mohamed, 2018).

Outro dos desafios associados passa pela construção de um ambiente de rede. A construção de Sistemas Ciber Físicos de Produção torna-se algo extremamente complexo, devido à necessidade de cooperação entre sistemas físicos e de computação, modelação de sistemas ciber-físicos e integração do modelo, verificação e teste do sistema (Zhou et al., 2016).

A criação de fábricas inteligentes passa pela integração do mundo digital e do mundo físico, maximizando sempre o uso de tecnologias. No entanto, os problemas de segurança, como hackers e crimes cibernéticos, têm-se tornado um dos entraves à adoção da indústria 4.0 (Zhou et al., 2016).

2.6. Impulsionadores à Indústria 4.0

Na prática, existe um conjunto de impulsionadores que conduzem à implementação das novas tecnologias.

São vários os impulsionadores que levam à adoção da indústria 4.0 por parte das empresas, dividindo-se estes em quatro categorias: organizacional, tecnológico, de inovação e operacional. O impulsionador organizacional está relacionado com o uso de novos métodos de trabalho e colaboração, sendo que o tecnológico resulta da fusão de vários fluxos. No que respeita ao impulsionador da inovação, este está associado à necessidade de criação de novos modelos de negócios e redes de inovação. Por fim, o impulsionador operacional associa-se à necessidade contínua, por parte das empresas, de melhorar a sua performance operacional (C. Santos et al., 2017).

Muitas vezes, alguns fatores determinantes, como os benefícios que se atingem através da indústria 4.0, são vistos como impulsionadores, empurrando as empresas para a indústria 4.0. Por exemplo, determinantes ambientais são altamente reconhecidos como impulsionadores à transformação digital (Ghobakhloo et al., 2022).

De acordo com o Global Industry 4.0 Survey (Pwc, 2016), existem três grandes impulsionadores para a transformação digital:

1) Digitalização e integração das Cadeias de Valor horizontais e verticais

As tecnologias da indústria 4.0 permitem a digitalização e a integração vertical de todos os processos, isto é, através de tecnologias como a realidade aumentada é possível que todos os dados relativos a processos operacionais, eficiência de processos, gestão de qualidade e planeamento de operações estejam disponíveis em tempo real.

A integração horizontal através de dispositivos de rastreamento e planeamento integrado em tempo real permitem estender-se além das operações internas.

2) Digitalização da oferta de produtos e serviços

A digitalização de produtos abrange a expansão de produtos existentes, tal como a criação de novos produtos digitalizados que se centralizam em soluções integradas. Através desta integração, as empresas conseguem gerar dados sobre o uso do produto e melhorar os produtos de forma a dar respostas as necessidades crescentes dos consumidores.

3) Modelos de negócios digitais e acesso ao cliente

As empresas procuram expandir as suas ofertas através da melhoria da sua oferta, isto é, procuram oferecer soluções digitais disruptivas, como forma de alcançar um aumento de receitas digitais e otimização do atendimento ao cliente.

2.7. Indústria 4.0: impacto no trabalhador

A transformação digital trouxe grandes impactos às empresas. No entanto, exigiu conhecimentos e competências digitais aos trabalhadores que antes não eram exigidas. Desta forma, passou a ser essencial atrair novos trabalhadores com competências adequadas, bem como qualificar os trabalhadores já existentes, através de programas de treino e redesenho de processos de trabalho, com a intenção de diminuir a discrepância entre trabalhadores (Ustundag & Cevikcan, 2018).

A digitalização trouxe uma série de benefícios para a força de trabalho em termos de redução de tarefas repetitivas e menos interrupções de trabalho. Porém trouxe consigo um conjunto de preocupações e resistências à mudança, daí a

importância do desenvolvimento e práticas de recursos humanos nas organizações (Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022).

Um dos pilares para o desenvolvimento da indústria 4.0 é o desenvolvimento dos trabalhadores. Para que a implementação da indústria 4.0 tenha sucesso, é essencial profissionais com formação distinta das existentes, isto é, a utilização de um modo de produção distinto exigirá equipas multidisciplinares, com altos níveis de conhecimento técnico e com capacidade de interação em diferentes áreas de conhecimento (Aires et al., 2017).

Para além do impacto que teve nas empresas, a indústria 4.0 teve também um grande impacto no mercado de trabalho. Uma série de empregos foram postos em causa, todavia, a indústria 4.0 permitiu a criação de novos postos de trabalho e a alteração dos existentes (Rajnai & Kocsis, 2017). Desta forma, a transformação digital exigirá que os trabalhadores que executem tarefas repetitivas sejam capazes de adaptarem-se à automatização e digitalização dessas mesmas tarefas, exigindo assim o desenvolvimento de talentos e competências necessárias (Noah Krachtt, 2018).

A implementação e sucesso da indústria 4.0 depende de todos os tipos de trabalhadores, incluindo os trabalhadores pouco qualificados. Dotados maioritariamente de *hard skills*, é crucial que desenvolvam *soft skills*, como a comunicação, autonomia, trabalho em equipa e adaptabilidade. A força de trabalho necessita de ser capaz de se adaptar constantemente, permitindo acrescentar valor a eles e à empresa (Ustundag & Cevikcan, 2018).

2.8. Indústria 4.0: impacto nas dinâmicas de trabalho

A grande transformação digital provocou diversas modificações nas dinâmicas de trabalho, caminhando em direção a uma nova forma de

organização do trabalho marcada pela união do homem, da máquina e da tecnologia (Tessarini & Saltorato, 2018).

A transição para fábricas inteligentes implica diversas transformações, afetando a forma como o fator humano participa e acrescenta valor na cadeia de valor, podendo trazer consequências não só para os trabalhadores pouco qualificados e atividades operacionais, como também para trabalhadores altamente qualificados (Bonekamps & Sure, 2015).

A Indústria 4.0 provocou quatro grandes impactos na organização do trabalho, caminhando, assim, em direção à construção de uma nova forma de organização: 1) Aumento do desemprego tecnológico, em contrapartida com a criação de novos postos de trabalho de maior complexidade; 2) Necessidade de desenvolvimento de novas competências e habilidades; 3) Maior interação entre homem e máquina; 4) Transformações nas relações socioprofissionais (Tessarini & Saltorato, 2018).

Um dos maiores impactos que se fez sentir com a adoção de tecnologias foi a necessidade de criação de novos postos de trabalho ligados às áreas de computação e engenharia, em prol da redução de postos de trabalho rotineiros e de menor qualificação. Contudo, tornou-se importante para as empresas o aperfeiçoamento de competências e habilidades tanto para novos como antigos trabalhadores, de forma a promover o potencial humano na organização (Tessarini & Saltorato, 2018).

Espera-se ainda uma importância crescente do trabalho em equipa, cooperação interdisciplinar e redes de parceiros e maior capacidade de tecnologias de informação e programação para todos os trabalhadores (Bonekamps & Sure, 2015). Porém é importante que as empresas reconheçam a importância estratégica dos trabalhadores, ou seja, é essencial fomentar a criatividade e competências dos trabalhadores utilizando as máquinas para a

realização de tarefas repetitivas e assim aproveitar os pontos fortes de cada um (B. P. Santos & Alberto, 2018).

2.9. Indústria 4.0: impacto na estratégia da empresa

Cada uma das revoluções industriais trouxe grandes desafios e novas abordagens dentro das empresas. Desta forma, quando uma empresa decide implementar a indústria 4.0, é essencial a avaliação não só das suas capacidades, como também a adaptação da sua própria estratégia, de forma a implementar as novas tecnologias em cenários apropriados.

As novas tecnologias, com o tempo, deixaram de ser vistas apenas como uma ferramenta de suporte para as operações e passaram a serem vistas como um fator importante para a estratégia competitiva da empresa, tornando-se a integração da estratégia de negócio e de produção com a estrutura de tecnologias de informação um desafio organizacional. A adoção de novas tecnologias terá impacto na competitividade da empresa em três aspetos: conduz à alteração da estrutura industrial, cria vantagens competitivas sobre os concorrentes e simplifica a criação de novos negócios (Pacheco, 2017).

Durante a transformação digital, torna-se importante o desenvolvimento de uma estratégia abrangente, ou seja, é essencial que as empresas tenham maturidade suficiente no que toca às novas tecnologias de informação e possuam conhecimento técnico suficiente para lidar com grandes revoluções tecnológicas (Ghobakhloo & Fathi, 2020).

Sem uma compreensão adequada da indústria 4.0 e do que esta envolve, torna-se difícil gerar e aplicar, com precisão, uma estratégia adequada e em resposta à tendência e aos objetivos da empresa (Lin et al., 2018), sendo assim

primordial o alinhamento entre as novas tecnologias adotadas e a estratégia da empresa (Pacheco, 2017).

3. Indústria do calçado

3.1. Introdução

A indústria do calçado engloba todas as organizações que atuam na produção de todos os tipos de calçado masculinos, femininos e infantis. É vista como uma indústria bastante complexa, devido à sua cadeia de valor fragmentada (Corbo et al., 2018).

Este setor é caracterizado por um ciclo de vida do produto baseado na estação, ou seja, encontra-se ligado a duas coleções típicas da estação – verão e inverno. Desta forma, o ciclo de vida do produto inicia-se com a criação da coleção, produto de amostra, campanhas de venda, produção, stock de produto acabado, monitorização de vendas de loja e novos pedidos (Chituc et al., 2008).

A indústria do calçado caracteriza-se pelo seu ambiente competitivo. Assim sendo, e como meio de dar resposta à procura, as empresas necessitam de realizar esforços de forma a viabilizar a criação, produção e entrega de calçado (Corbo et al., 2018).

3.2. Indústria do calçado em Portugal

A Indústria do calçado portuguesa conta com cerca de 1500 empresas e 40 000 trabalhadores. Esta indústria encontra-se fortemente concentrada na região norte do país, sendo que mais de 90% das empresas de calçado encontram-se próximas da cidade do Porto, nomeadamente em Felgueiras, Guimarães, Oliveiras de Azeméis, Santa Maria da Feira e S. João da Madeira (APICCAPS, 2021).

O cluster do calçado é um esteio fundamental da economia nacional, a produção de calçado centraliza-se em dois grandes polos do território português – Felgueiras e São João da Madeira. Contudo, no resto do país encontram-se instaladas outras empresas. Estes dois polos caracterizam-se por possuir uma enigmática rede de relações formais e informais entre empresas, nomeadamente relações comerciais (APICCAPS, 2022).

Portugal é especializado na produção e exportação de calçado de couro. No entanto, o setor tem vindo a diversificar a sua oferta, através da segmentação de produtos como o calçado de segurança, impermeável e têxtil (APICCAPS, 2021).

A indústria do calçado português é considerada uma referência internacional por ser uma das mais avançadas e modernas do mundo devido à adoção e utilização de tecnologia de ponta, bem como a aposta na sofisticação e criatividade da oferta portuguesa, na flexibilidade e rapidez de resposta (APICCAPS, 2022).

3.2.1. Evolução

A indústria portuguesa de calçado tem apresentado, nos últimos anos, um desempenho notável a nível económico e competitivo (Marques et al., 2017). Todavia, passou por várias fases de transformação e crises (APICCAPS, 2021).

Entre 1974 e 1994, a indústria do calçado português evoluiu a um ritmo acelerado devido ao grande crescimento de empresas, produção e exportações (Corbo et al., 2018). Durante este período, as empresas apenas se disponibilizavam para produzir calçado a baixo custo e a responder a grandes quantidades (APICCAPS, 2022). Este crescimento permitiu à indústria do calçado obter vantagem competitiva. Contudo, acabou por perdê-la com a entrada da China na OMC (Corbo et al., 2018).

Nos últimos anos, as empresas de calçado evoluíram a vários níveis, principalmente a nível tecnológico. Enquanto que antes apenas aceitavam grandes encomendas, hoje em dia têm capacidade de aceitar pequenas encomendas, evidenciando-se a aposta na flexibilidade e rapidez na resposta, respeitando sempre as solicitações do cliente (APICCAPS, 2022).

Portugal caracteriza-se por manter uma base industrial sólida, bem equipada, com competências manufatureiras e preparada para responder às necessidades dos clientes, permitindo-lhe atingir um posicionamento favorável. O cluster português evoluiu muito quanto à sua capacidade de desenvolvimento do produto de acordo com os mais elevados padrões de qualidade, design e sustentabilidade (APICCAPS, 2022).

O facto de o cluster possuir trabalhadores dedicados, com competências fabris e de uma baixa conflitualidade laboral, bem como uma cultura coletiva partilhada entre empresas, permite-lhes sustentar uma coerência de atuação e desenvolver projetos, especialmente na área tecnológica e comercial (APICCAPS, 2022).

3.2.2. Exportações: benefícios, desafios e ameaças

Nos últimos anos, foi possível assistir a um grande crescimento do cluster do calçado. Porém, desde 2017, as exportações têm vindo a diminuir a cada ano. É de destacar o grande crescimento conseguido no mercado internacional, nomeadamente Alemanha, EUA, Suécia e China. Contudo, a redução das exportações apresenta três causas: uma alteração das preferências dos consumidores; transformações nos canais de distribuição; e afirmação de novos concorrentes (APICCAPS, 2022).

Não obstante, e perante o contexto que enfrentamos, o setor do calçado está perante ameaças como: a afirmação de novos concorrentes com padrões de

qualidade próximos do português; o aumento dos custos de produção em Portugal; a presença de tendências desfavoráveis ao calçado clássico de couro (APICCAPS, 2022).

Apesar de o cluster do calçado enfrentar diversas ameaças, também se destacam um conjunto de oportunidades como a ascensão do comércio online, que independentemente das dificuldades de adaptação por parte das empresas, permiti-lhes o acesso a mercados mais vastos (APICCAPS, 2022).

3.2.3. Indústria 4.0 no setor do calçado português

Nas últimas décadas, a indústria do calçado português passou por um processo de profunda reestruturação (Dinheirovivo.com, 2019). A procura e a apresentação de soluções diferenciadoras e a tentativa de antecipar as necessidades de mercado (Dinheirovivo.com, 2018). O objetivo desta nova era passa pela adoção de tecnologias destinadas a aprofundar a produção rápida e flexível, promovendo transformações ao nível do desenvolvimento do produto e prototipagem eficiente, reformulação da cadeia de valor e a digitalização dos processos (Dinheirovivo.com, 2018). A indústria revela-se eficiente na produção de pequenas séries, devido à utilização de tecnologias como impressão 3D, que possibilitam a redução de custos e tempo (APICCAPS, 2022).

Alguns exemplos que evidenciam este caminho em direção à diferenciação são: start-ups que procuram tirar vantagem das tecnologias, através da criação de aplicações móveis para medição de pés; empresas que utilizam as tecnologias para produzir sapatos à medida para noivas ou produzir sapatos totalmente personalizados para homens, onde o consumidor consegue escolher a cor, modelo e material (Dinheirovivo.com, 2018).

Segundo o Plano Estratégico 2030, realizado pelo APICCAPS, o principal objetivo passa por reforçar a posição do setor, para isso, tem de se fazer distinguir

pela sofisticação, criatividade, conhecimento e inovação. Assim sendo, através da utilização de tecnologias avançadas, será possível validar especificações antes da construção de qualquer protótipo físico, juntamente com plataformas de interação com clientes, potencializando a cocriação de modelos e permitindo assim acelerar todo o processo.

A inovação torna-se chave para as empresas de calçado português. O setor procura cada vez mais apostar no comércio digital, focando-se na implementação de soluções de logística inteligente, contribuindo para a flexibilidade que o cluster precisa. Observa-se uma modernização, tanto na tipologia de calçado como na tecnologia e processos, levando a uma customização mais rápida, fácil e prática, tanto para o cliente como para a gestão e planeamento da produção (APICCAPS, 2022).

4. Metodologia

4.1. Estratégia de Investigação

Esta dissertação tem como principal objetivo determinar quais os impactos da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na indústria portuguesa de calçado.

Assim, a forma mais comum de classificar as metodologias de pesquisa é identificar as diferenças entre a abordagem qualitativa e quantitativa. A abordagem quantitativa baseia-se no positivismo. Esta abordagem fundamenta-se na pesquisa empírica, seguindo sempre indicadores empíricos que representam a verdade. Questionários e protocolos são algumas das técnicas utilizadas nesta abordagem, aplicando-se a amostras grandes e representativas (Ujiie & Ida, 1972).

Em contrapartida, a abordagem qualitativa baseia-se no interpretativíssimo. Esta abordagem defende que existem várias verdades que se fundamentam na própria construção da realidade. Este paradigma dá importância tanto aos acontecimentos quantificáveis como à forma como as pessoas interpretam estes mesmos acontecimentos (Berger & Luckmann, 2016). A utilização de técnicas como entrevistas tornam-se essenciais para perceber quais as variáveis envolvidas (Mingers, 1984). O tamanho da amostra utilizada por esta abordagem não procura ser representativa, por isso a utilização de amostras pequenas permite o acesso a informações importantes (Reid, 1996).

Posto isto, este trabalho segue uma abordagem qualitativa, de cariz exploratório. Neste sentido, a questão de investigação prende-se com uma realidade subjetiva, que pode ter múltiplas interpretações e análises, dependendo do ponto de vista de cada um.

4.2. Abordagem qualitativa

A pesquisa qualitativa é uma abordagem de pesquisa que estuda aspectos subjetivos de fenômenos sociais e do comportamento humano através de técnicas exploratórias. Esta abordagem é utilizada em dois contextos: quando o investigador está interessado em compreender determinados comportamentos e ações ou quando o investigador está interessado em compreender uma determinada questão com o objetivo de desenvolver uma pesquisa (Salkind, 2012).

No presente estudo, a metodologia utilizada foi a realização de entrevistas. Na realização das mesmas, é essencial construir o guia de entrevista e definir a amostra. Após a realização da entrevista, a mesma deve ser transcrita e analisada, de forma a identificar temas importantes. As entrevistas incluem a formulação de perguntas abertas e neutras, de maneira a compreender as opiniões, conhecimento e perspectivas dos entrevistados (Patton, 2002).

4.3. Entrevista

Existem diversos tipos de entrevistas, cada uma com o seu propósito e objetivo, que podem ser usadas no estudo. Existem: 1) entrevistas estruturadas, onde se assiste a perguntas pré-planeadas, de forma a o entrevistador não perder o foco; 2) entrevistas não estruturadas, que se caracterizam por uma alta flexibilidade, ou seja, há pequenas direções que são definidas; 3) entrevistas semiestruturadas, que são uma mistura dos dois tipos anteriormente referidos, isto é, as perguntas são planeadas previamente. Porém, durante a entrevista, existe a possibilidade de colocar outras questões (Gomm, 2008).

O tipo de entrevista que foi selecionada foi a entrevista semiestruturada, permitindo assim a obtenção de informação e obtenção de uma conversa fluída. A realização de entrevistas contou com a participação de informantes internos, nomeadamente chefes de venda, diretores executivos e diretores gerais, de forma a conhecer melhor as empresas.

Devido ao facto de as empresas se localizarem em lugares periféricos, não foi possível a realização de entrevistas presenciais, de modo que foram realizadas via online, tornando o processo mais simples e célere. As entrevistas contaram com a duração média de 30 minutos.

No passado, a realização de entrevistas via online eram menosprezadas devido ao facto de o entrevistador não ser capaz de captar pistas não verbais. Porém, estas permitem a participação de entrevistados que têm limitações locais e temporais para entrevistas presenciais, permitindo um aumento de participantes devido à flexibilidade que o online proporciona (Janghorban et al., 2014). Em termos de quantidade e qualidade de informação, as entrevistas online permitem de igual forma recolher dados de qualidade (de Villiers et al., 2021).

Após identificada a amostra, é essencial a realização das entrevistas. Ao longo da entrevista, torna-se importante a captura de dados. Nesse sentido, a gravação das entrevistas em áudio é determinante para posterior transcrição e análise dos dados.

4.4. Amostra

Neste estudo foram selecionadas para entrevistas três empresas do setor do calçado. O principal objetivo da seleção foi poder ter conhecimento fundamentado sobre o real funcionamento das empresas de calçados, através da implementação da indústria 4.0. Após alguma pesquisa, a seleção das empresas

foi realizada com o objetivo de entrevistar empresas que já aplicaram algumas das tecnologias da indústria 4.0.

4.5. Descrição dos participantes

A amostra definida e usada neste estudo conta com três empresas do setor do calçado. Estas dividem-se em dois grupos: duas das empresas localizam-se em Felgueiras e a terceira localiza-se em Guimarães. Conforme referido anteriormente, as entrevistas contaram com a participação de diretores executivos, chefes de vendas e diretores gerais.

As empresas escolhidas, AMF Safety Shoes, Bolflex e Lusocal, foram selecionadas segundo critérios de posicionamento, atuando no segmento B2B. A recolha de dados constou na realização de entrevistas intensivas com os diferentes representantes das empresas.

A AMF Safety Shoes é uma empresa portuguesa, com sede em Guimarães. Especializa-se no desenvolvimento, fabrico e comercialização de calçado técnico de segurança, procurando garantir conforto e segurança. A AMF Safety Shoes criou duas marcas de calçado de segurança: To Work For e Too'l. A inovação é um dos focos da empresa, a busca permanente de novidades, tendências e tecnologia é crucial para atingir vantagem competitiva. A sua produção foca-se no fabrico de botas, botas de cano alto e sapatos desportivos, utilizando diferentes materiais couro, nobuck, microfibra e camurça.

A Bolflex é uma empresa portuguesa especialista na produção e transformação de componentes para o calçado, focando-se na produção de solas em borracha. A Bolflex conta ainda com a sua marca My Cute Pooch e a Rubberlink, uma empresa do sector ambiental especializada em reciclagem. A Bolflex utiliza materiais como NBR, SBR, TR Expandido, TPU, TPU Expandido, PU, PVC, EVA

e SEBS na sua produção, possuindo ainda alguns materiais exclusivos e reciclados como a R-Skin.

A Lusocal é uma empresa portuguesa especializada em testeiras, contrafortes e reforços para calçado, sendo líderes de mercado. Esta empresa está implantada nos dois principais polos do país: Felgueiras e São João da Madeira. Todos os seus produtos são produzidos numa vasta gama de materiais plástico extrudido, tecido, algodão, adesivo APP e adesivo TMS.

Na tabela 1, apresentada nos Anexos, é possível observar informações gerais sobre as empresas.

4.6. Método de recolha de dados

Todas as entrevistas foram marcadas de acordo com a disponibilidade dos participantes. Devido a indisponibilidade e por falta de recursos para a realização de entrevistas presencialmente, as entrevistas foram feitas via online. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas posteriormente. Num momento inicial, as entrevistas contaram com uma breve apresentação pessoal, do tema e objetivo do estudo.

5. Apresentação e Análise de resultados

Após a definição e apresentação do método de pesquisa, torna-se essencial a análise dos dados recolhidos através das entrevistas realizadas. Desta forma, nesta parte do trabalho, os dados recolhidos serão apresentados e analisados de forma pragmática e objetiva.

5.1. Cluster do calçado

As empresas do calçado representadas pelo APICCAPS caracterizam-se pela sua concentração geográfica, assim a indústria do calçado é considerada um cluster, o cluster do calçado.

O cluster do calçado conta com o apoio da APICCAPS, uma associação empresarial que procura representar setores como as indústrias do calçado, de componentes de calçado, de artigos de pele e equipamentos para os setores mencionados. A APICCAPS criou um departamento, o CTCP, em 1982. Em conjunto, conseguiram apoiar as empresas, de forma a torná-las mais capazes de competirem no mercado. Ao longo do tempo, a APICCAPS tem apostado em planos estratégicos, de forma a estabelecer um pensamento estratégico no setor. Em consequência, o último plano estratégico lançado pela associação foi o Plano Estratégico 2030, o qual tem como objetivo propor uma leitura da realidade, orientando as opções estratégicas individuais das empresas.

5.2. Indústria 4.0 no setor do calçado

Segundo o Plano Estratégico 2030 da APICCAPS, existem quatro objetivos que se mantêm no tempo.

Os 4 principais eixos deste plano são:

- Qualificação e requalificação de pessoas e empresas;
- Produtos e processos sustentáveis;
- Flexibilidade e rapidez de resposta, através da digitalização e implementação de soluções de logística inteligente;
- Presença ativa nos mercados, maioritariamente internacionais.

No presente trabalho, o foco estará no terceiro eixo, flexibilidade e rapidez de resposta, através da digitalização. A modernização e a formação de alternativas aos métodos de produção tradicionais envolvem inovações ao nível da tipologia do calçado e das tecnologias e processos. O recurso à implementação de mecanismos de aquisição, armazenamento, manipulação e interpretação de dados permitirá à empresa o alcance de um controlo mais eficiente, imediato e uma integração de todo o processo de produção e gestão de produtos.

5.3. Análise de dados

Benefícios da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado

As três empresas que participaram neste estudo têm implementadas nas suas produções tecnologias da indústria 4.0. Todas elas se encontram numa fase muito inicial de implementação. Não obstante, é possível analisar resultados.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<p><i>“Com a introdução de tecnologias e com o software a funcionar, acabamos por ter processos muito mais automáticos e céleres e com menos erros.”</i></p>
Bolflex	<p><i>“Com todas as novas tecnologias nesta área, é possível saber em tempo real a produção, o volume de produção, os defeitos, o porquê de determinada máquina ter parado, e tudo isto através do telemóvel. A obtenção de dados em tempo real e atos de gestão mais eficiente são os principais benefícios associados”</i></p>
Lusocal	<p><i>“Temos uma preocupação em tornar os processos mais eficientes e rápidos, procurando evitar erros. Procuramos alcançar series mais pequenas e com menor tempo de setup. Por exemplo, demorávamos cerca de 3 minutos na preparação da máquina para a execução da timbragem. Agora, através de umas novas máquinas em rede, ligadas a um programa, é possível enviar para a máquina a informação que ela precisa timbrar automaticamente, executando a tarefa em apenas 1 segundo”</i></p>

Tabela 2: Benefícios da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado

Após análise dos dados recolhidos, é possível verificar que as respostas apresentam muitas semelhanças. A Indústria 4.0 permitiu a recolha e análise de

dados entre máquinas, possibilitando tornar os processos mais eficientes, automáticos e rápidos. Consequentemente assistiu-se a um aumento de produtividade, melhoria nos tempos de produção, obtenção de dados em tempo real e melhoria de eficiências. Observando-se um crescimento industrial e um aumento de competitividade.

Outro aspeto importante referido pelas empresas prende-se com a eliminação de erros, maioritariamente de fator humano. O facto de as empresas terem processos automáticos e uma produção dependente de máquinas gera uma melhoria dos resultados, menor tempo gasto na execução de tarefas, bem como melhoria da performance dos trabalhadores, tornando-se menos predominante o sentimento de culpa pelos trabalhadores em situações de erros. A redução do desperdício é vista como outro benefício da indústria 4.0.

Outro ponto citado tem a ver com a automatização dos processos logísticos, ou seja, KPI's, *picking lists*, registos produtivos, contagem de matéria-prima passam a ser gerados automaticamente.

Desafios da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado

O principal objetivo das empresas passa por crescer o máximo possível, crescimento esse que foi resultado das várias tecnologias desenvolvidas. Porém, as mesmas proporcionaram uma série de desafios.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<p><i>“Falta de flexibilidade. A adoção de automatismos traz pouca agilidade aos processos, isto é, torna-se difícil quando queremos reverter um processo. O automatismo criou alguma agilidade, mas tornou os processos menos flexíveis, retirando liberdade à empresa. Exige um grande investimento em máquinas e recursos humanos.”</i></p>
Bolflex	<p><i>“A empresa tem uma estrutura vertical, com várias máquinas 3D. Temos capacidade de controlar todo o processo, desde a matéria-prima à saída do produto. No entanto, isso exige um grande investimento financeiro por parte da empresa, o que muitas vezes se torna um desafio”</i></p>
Lusocal	<p><i>“Obrigam a um maior investimento, uma maior capacidade dos servidores, conseqüentemente obriga-nos a subcontratar pessoal especializado. Tornando-nos mais dependentes de tecnologias que podem falhar e as quais não conseguimos controlar.”</i></p>

Tabela 3: Desafios da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 no setor do calçado

Em relação aos desafios enfrentados pelas empresas, é possível perceber que há temas que são comuns a todas, nomeadamente o grande investimento a que obriga. As empresas manifestaram o esforço que é preciso fazer para a implementação destas tecnologias, não só financeiro, ou seja, na compra da máquina, como também todo o esforço que é preciso fazer após a compra, visto

que obriga à contratação de trabalhadores qualificados, que são mais caros, e formação dos já existentes.

Outros aspetos citados pelas empresas foram a dependência e a falta de controlo que se gera à volta destas tecnologias. Ou seja, as tecnologias permitiram obter capacidade de controlo de todos os processos, no entanto, o facto de as empresas não conseguirem prever a falha de uma máquina, tira-lhes todo esse controlo.

Apesar de as novas tecnologias sejam importantes em termos de automação e melhoria dos tempos de produção, a falta de flexibilidade foi outro desafio mencionado à adoção da indústria 4.0, que muitas vezes pode ser visto como um retrocesso. Isto é, no que toca aos processos, quando se pretende reverter um (por que motivo seja), a empresa deixa de conseguir registar e isso tira agilidade e liberdade à empresa. Nem todas as tecnologias auxiliam em termos de flexibilidade de produção, embora sejam extremamente importantes em termos de automação e melhoria dos tempos de produção.

Outro desafio mencionado está associado à natureza de algumas tecnologias. Existem tecnologias que aumentam a eficiência e automatização de processos, porém, para além de ser cara, a parte final do processo torna-se muito manual. Todos os desafios mencionados, os mesmos não são vistos como um entrave à implementação, mas sim como uma parte crucial ao crescimento das empresas.

Impulsionadores para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado

A implementação da indústria 4.0 pelas empresas foi impulsionada por diversas razões. Na tabela seguinte encontram-se expostas as razões que levaram à adoção de novas tecnologias.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<p><i>“Foram duas razões: uma na área produtiva - o controlo de stocks. Nós queremos controlar os stocks de uma forma mais célere e automática. E outra na área comercial – rastreabilidade automática, isto é, os nossos clientes interagem connosco, de forma a alocar informação comercial ao próprio sapato.”</i></p>
Bolflex	<p><i>“A questão financeira foi a principal razão. Uma empresa está aberta para ganhar dinheiro. Apostámos em tecnologias que nos permitissem dar o salto”</i></p>
Lusocal	<p><i>“A principal necessidade foi a incessante vontade de melhorar os processos e os serviços que prestamos aos clientes, procurando sempre eliminar possíveis erros através das novas tecnologias.”</i></p>

Tabela 4: Impulsionadores para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado

Todas as empresas em causa partilham da mesma razão. A necessidade em melhorar os serviços prestados aos clientes foi o principal motivo que levou à implementação das tecnologias. O consumidor é cada vez mais exigente e, perante isto, as empresas sentem necessidade de investir e melhorar tecnologicamente, de forma a conseguir dar resposta. Com o investimento e tecnologia apropriada, é possível alcançar uma produção e processos mais

automáticos e céleres, eliminando o erro humano, bem como estabelecer uma interação com o consumidor de forma a responder às suas necessidades.

No caso da Bolflex, a questão financeira foi o principal motivo. Questionado a esse respeito, O Chefe de vendas referiu que “uma empresa está aberta para ganhar dinheiro, e quando trabalhamos muito para dar resposta à carga fiscal, ao aumento dos custos de mão de obra e mesmo assim o dinheiro que se ganha não chega ou é pouco para aquilo que se faz, somos obrigados a apostar em tecnologias que nos permita dar o salto, porque não é produtivo viver em constante pânico e alarme. A solução passa pelo tipo de maquinaria que possuímos, maquinaria esta que nos permita fazer um produto que seja competitivo no mercado”. Políticas e planos fiscais constituem-se como um impulsionador, se a carga tributária não fosse tão elevada as empresas teriam maior capacidade de se tornarem mais competitivas no mercado.

Os impactos que a implementação da Indústria 4.0 trouxe para o trabalhador

A integração de tecnologias nas organizações traz diversos desafios à força de trabalho, seja esta qualificada ou não qualificada. A introdução de algo tecnologicamente novo pode trazer uma escassez de talentos na execução das mesmas. Porém, pode trazer também a necessidade de eliminar trabalhadores, ao nível do chão de fábrica.

A tabela seguinte menciona o verdadeiro impacto que as empresas tiveram de enfrentar na força de trabalho.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<p><i>“Na parte operacional, as tarefas tornaram-se mais simples e sentiu-se uma boa adaptação dos trabalhadores. Já na preparação do software, houve necessidade de contratar pessoas especializadas.”</i></p>
Bolflex	<p><i>“Com a adoção de tecnologias, introduzir pessoas com competências de engenharia foi crucial. Porém, procuramos sempre integrar os trabalhadores menos qualificados para a formação. Perante uma produção contínua e possíveis avarias das máquinas, ter um plano B e pessoas com conhecimento manual não podem ser desperdiçadas.”</i></p>
Lusocal	<p><i>“O impacto foi positivo. Tudo que eram tarefas repetitivas desapareceram, reduzindo a probabilidade de erros, deixando os trabalhadores mais confiantes. No entanto, houve necessidade de contratar pessoas especializadas.”</i></p>

Tabela 5: Impactos da implementação da Indústria 4.0 no trabalhador

De uma forma geral, as empresas revelaram um impacto bastante positivo na força de trabalho. No que toca aos trabalhadores qualificados, todas as empresas tiveram necessidade de contratar pessoas especializadas, com competências em

informática, gestão e engenharia para a realização de tarefas de *back office* como a programação das máquinas e o controlo e monitorização da produção. No que diz respeito aos trabalhadores do chão de fábrica, assistiu-se a uma preocupação em integrar e formar os trabalhadores às tecnologias. Todas as tarefas que eram repetitivas e aborrecidas foram automatizadas pelas tecnologias, o que tornou o trabalho mais agradável e cómodo. Consequentemente, a eliminação de erros humanos através da automatização veio trazer mais confiança aos trabalhadores.

Inicialmente, notou-se algum receio por parte dos trabalhadores, devido à dificuldade em trabalhar em equipa. Porém, a introdução de tecnologias não causou a perda de postos de trabalho. As empresas caminham para a automatização de processos, de forma a melhorar a produção e aumentar as vendas, tornando-se benéfico para a força de trabalho. Por exemplo, o Chefe de vendas da Bolflex referiu que “encomendámos duas máquinas 3D para acabarmos com a fundição. No fundo, vamos realocar com essas duas máquinas, oito máquinas e oito pessoas associadas ao processo e, por isso, em vez de ter essas oito pessoas associadas à fundição e maquinação direta, vou ter duas pessoas com competências de engenharia”. Estes trabalhadores foram realocados e requalificados a outras funções, como forma de combate à dependência tecnológica, ou seja, em caso de avarias, a empresa possui trabalhadores com conhecimento manual que colmatem qualquer perda de controlo.

O setor do calçado depende muito de mão-de-obra, o que significa que, a longo prazo, continuará a necessitar de competências humanas, independentemente das tecnologias adotadas. Não obstante, o desafio passa por encontrar mão-de-obra disposta a trabalhar no chão de fábrica.

As empresas entrevistadas não procuraram eliminar postos de trabalho, mas sim adaptá-los às situações e condições, através da requalificação e realocação. Exemplo disso foi a concretização de fases de testes, de forma a permitir aos trabalhadores conhecer as tecnologias. Espera-se que a melhoria dos processos e

produção proporcione um aumento de vendas e se torne benéfico para toda a força de trabalho.

De forma geral, a pouca resistência assistida deveu-se ao facto de as empresas se preocuparem que as tecnologias implementadas fossem fáceis e práticas de usar, de modo a não atrasar o trabalho. Existe uma grande preocupação na competência.

Os impactos que a implementação da Indústria 4.0 trouxe para as dinâmicas de trabalho

Para além de todos os impactos trazidos à força de trabalho, consequentemente, a implementação da indústria 4.0 afeta as dinâmicas de trabalho e a forma como o trabalho é organizado.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<i>“Há necessidade de adaptar alguns processos, a forma como fazemos as coisas tem de ser adaptada. Sentimos que estamos mais produtivos e organizados.”</i>
Bolflex	<i>“Houve pequenas alterações, trabalhadores que mudaram de postos de trabalho. Há uma grande necessidade em aproveitar e recondicionar os trabalhadores, porque eles são essenciais.”</i>
Lusocal	<i>“Não sentimos que houve mudanças significativas na organização do trabalho. A empresa procura fazer as alterações de forma gradual.”</i>

Tabela 6: Impactos da implementação da Indústria 4.0 nas dinâmicas de trabalho

Relativamente aos dados recolhidos, é possível constatar que apesar de a indústria 4.0 ter trazido grandes transformações para as empresas, no que toca à organização do trabalho, as alterações foram reduzidas. A formação e adaptação dos trabalhadores às tecnologias veio impactar pouco as dinâmicas de trabalho.

No caso da Bolflex, a empresa onde as transformações foram mais significativas (com a introdução de máquinas 3D), as pessoas acessórias aos processos de maquetes e de digitalização passaram para o processo de desenho e outras para a operacionalização e controlo das máquinas.

O facto de as empresas ainda não possuírem o processo de indústria 4.0 totalmente implementado gera uma menor clareza do impacto. As empresas evidenciaram que, com a implementação de maquinaria, foi necessário o ajustamento de processos. No entanto, as mudanças na organização do trabalho foram graduais, tornando-se mais organizadas e produtivas.

Os impactos que a implementação da Indústria 4.0 trouxe para a estratégia da empresa

As novas tecnologias são ferramentas de suporte essenciais para as operações, da mesma forma que se consideram um fator importante para a estratégia competitiva da empresa. O objetivo das empresas passa por ganhar vantagem competitiva através de flexibilidade, eficiências, entre outros.

Entrevistado	Citação
AMF Safety Shoes	<i>“A estratégia e objetivo da empresa mantém-se. O uso de tecnologias acaba por ser uma forma diferente de fazer as coisas, procurar atingir o mesmo fim, mas usando outro caminho.”</i>
Bolflex	<i>“A estratégia mantém-se, perceber o que faz ou não sentido é que é importante. Adotar tecnologias só porque sim ou estão na moda não faz sentido.”</i>
Lusocal	<i>“A estratégia da empresa é prestar o melhor serviço possível, ser melhor naquilo que oferece e, portanto, a estratégia não mudou.”</i>

Tabela 7: Impactos da implementação da Indústria 4.0 na estratégia das empresas

Após análise dos dados recolhidos, é possível constatar que a implementação da indústria 4.0 em nada veio afetar a estratégia das empresas. Todas as empresas entrevistadas referiram que a estratégias se mantêm, sendo que a adoção de novas tecnologias é apenas uma forma diferente de atingir os mesmos objetivos. A preocupação passa pelo reajustamento de informações que se podem transmitir ao cliente e adoção de tecnologias que façam sentido para os objetivos da empresa, porque, caso contrário, podem trazer consequências para a empresa como atrasos, complicações e complexidade que a empresa não precisa.

Grau de implementação da I4.0 no setor do calçado

Ao analisar o grau de implementação, foram atribuídos 5 graus de implementação às empresas entrevistadas para classificarem, sendo que 1 é baixo e 5 é alto. Na tabela seguinte é possível ver os diversos graus e opiniões das empresas selecionadas.

Entrevistado	Grau de implementação	Citação
AMF Safety Shoes	4	<i>“Com a informação que possuímos até agora, as tecnologias têm correspondido à expectativa.”</i>
Bolflex	3	<i>“Há ainda muita coisa que tem de evoluir, principalmente a nível de custo e produção para se justificar a introdução delas.”</i>
Lusocal	4	<i>“As tecnologias por si só são importantes, mas mais importante é a sua aplicação. No geral estamos satisfeitos, porque nos traz vantagem competitiva.”</i>

Tabela 8: Grau de implementação para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado

De acordo com o Plano Estratégico 2030, Portugal não se conseguirá afirmar em mercados internacionais de calçado pela sua dimensão, porque países como a Itália dispõem de indústrias muito maiores do que a nossa. Porém, a indústria

do calçado é conhecida como uma das indústrias mais modernas do mundo, com tecnologia de ponta, tendo como objetivo chamar atenção dos concorrentes.

Apesar de as empresas se encontrarem numa fase inicial de implementação, o grau de implementação é bastante positivo. As tecnologias adotadas têm correspondido às expectativas das empresas, permitindo alcançar avanços significativo, prestação de um melhor serviço, aumento da proatividade e obtenção de vantagem competitiva.

Destaca-se a Bolflex, evidenciando a necessidade de maior desenvolvimento das tecnologias, nomeadamente redução de custos para se justificar a introdução das mesmas na produção. Apesar de se encontrarem satisfeitos e estas permitirem a resolução de problemas de eficiências, veem também exponenciar outros.

Grau de abertura para a implementação da I4.0 no setor do calçado

A abertura da empresa à implementação das novas tecnologias é essencial para o seu sucesso. Como é possível observar na tabela seguinte, e de uma forma geral, as empresas sentiram uma grande abertura dos trabalhadores à indústria 4.0, principalmente por parte dos trabalhadores mais jovens.

A inovação e automatismos acabaram por se tornar um fascínio para os trabalhadores em geral, acabando por criar pequenos problemas para as empresas. Os trabalhadores acabam por sugerir determinados automatismos, bloqueando o departamento informático com pedidos de coisas que não são importantes para o funcionamento da empresa. Esta abertura gera um excesso e facilitismo de informação que pode prejudicar a empresa.

Relativamente aos trabalhadores mais velhos, assiste-se a uma ligeira resistência devido à mudança e questões culturais, todavia os processos de formação tornam-se essenciais à adaptação.

Entrevistado	Grau de abertura	Citação
AMF Safety Shoes	4	<i>“Os trabalhadores estão muito abertos, o facto de termos pessoas muito jovens também ajuda.”</i>
Bolflex	3	<i>“Há alguma resistência por parte dos trabalhadores devido à mudança, muito devido a preguiça associada e também a questões culturais.”</i>
Lusocal	4	<i>“Depende dos trabalhadores, é natural que as pessoas mais velhas tenham mais receio às tecnologias, porque não sabem e têm medo. Mas no geral, não houve resistência.”</i>

Tabela 9: Grau de abertura para a implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado

6. Discussão e Conclusões

6.1. Discussão dos objetivos de pesquisa

No geral é possível perceber que as opiniões por parte das empresas são coerentes, no que toca aos impactos que a implementação da indústria 4.0 proporciona aos fabricantes.

O primeiro tópico foca-se nos benefícios da implementação da indústria 4.0 no setor do caçado. De acordo com a literatura, a importância da flexibilidade nos sistemas de produção é crucial para a criação de valor e vantagem competitiva (Margherita & Braccini, 2020). De acordo com as empresas entrevistadas, alguns dos benefícios que se destacaram foram o aumento da flexibilidade, produção mais rápida, melhor eficiência, redução de erro humano e automatização de processos, os fabricantes passaram a depender menos de mão-de-obra, porém, e por se tratar de um setor dependente de competências manuais, as empresas procuram sempre a requalificação dos mesmos em vez da demissão.

Segundo Zhou et al. (2015), o grande investimento é barreira à adoção de tecnologias avançadas. O segundo tópico aborda os desafios da implementação de tecnologias avançadas. De acordo com os entrevistados, as empresas investem em tecnologias, apesar de elevados custos e incerteza na rentabilidade futura, porém ainda de forma muito incipiente e pensada. Outros constrangimentos associados são a própria natureza das tecnologias, bem como a falta de controlo e agilidade que retira às empresas. Além disso, os fabricantes consideraram a necessidade de crescimento industrial e obtenção de vantagem competitiva prioridades.

Quanto aos principais impulsionadores à indústria 4.0, o consumidor é o foco. É importante concluir que as empresas procuram expandir as suas ofertas através de soluções digitais, isto é, a necessidade em melhorar os serviços prestados é primordial (Pwc, 2016). Questões fiscais são também gatilho para a adoção de tecnologias.

No que diz respeito ao impacto no trabalhador e dinâmicas de trabalho, as empresas entrevistadas salientaram a introdução de novas tecnologias não será a causa de perda de postos de trabalho, apesar de algumas tarefas serem automatizadas, novos postos surgem através da maquinaria. A formação e requalificação dos trabalhadores é essencial para a expansão tecnológica. A literatura realça a perda de postos de trabalho a longo prazo (Rajnai & Kocsis, 2017), no entanto, o setor do calçado português caracteriza-se por ser muito dependente de competências manuais, desta forma, e devido à dificuldade em encontrar trabalhadores para chão de fábrica, o desafio nunca passará por eliminar trabalhadores, mas sim contratar trabalhadores especializados capazes de lidar com tecnologias avançadas. Relativamente às dinâmicas de trabalho, a literatura demonstra um grande impacto neste ponto, porém na prática não se evidencia. A organização do trabalho nas empresas entrevistadas foi gradual, não se observando nenhum desemprego tecnológico em prol de criação de postos de trabalho especializados. As empresas procuraram sempre priorizar o trabalho em equipa e a importância estratégica dos trabalhadores.

No que toca ao impacto na estratégia, as empresas destacaram a importância de conhecer as necessidades da empresa e aplicar a tecnologia adequada, em resposta aos objetivos da empresa. O alinhamento entre tecnologias adotadas e a estratégia da empresa é crucial (Pacheco, 2017).

Por fim, relativamente ao grau de implementação da indústria 4.0 no setor do calçado, é possível constatar que as empresas se encontram bem informadas e satisfeitas com a adoção, apesar de ainda não possuírem o processo de indústria

4.0 finalizado. Para o segundo ponto de análise - Grau de abertura para a implementação da Indústria 4.0 – existe também uma opinião consensual entre as empresas. Os automatismos acabaram por se tornar um fascínio para a empresas, facilitando todo o processo de implementação.

6.2. Conclusões da pesquisa

Ao analisar o grau de implementação da Indústria 4.0 no setor do calçado é possível concluir que os fabricantes adotaram uma postura proativa na forma como aprimoram os seus negócios, no sentido em que para além do investimento e aplicação de novas tecnologias, é crucial o diagnóstico inicial para perceber o que é útil ou não à realidade e necessidades da empresa. Não basta adotar tecnologias, é preciso saber aplicá-las, de forma a permitir estar à frente e prestar um melhor serviço. É visto como um fator diferenciador para os fabricantes perante os seus concorrentes. No entanto, os fabricantes defendem que há um longo caminho a percorrer em termos de automação.

No que respeita ao grau de abertura à Indústria 4.0, os fabricantes destacaram a pouca resistência das empresas, em geral, às novas tecnologias. Contaram inicialmente com algum receio por parte dos trabalhadores mais velhos, devido à mudança e ao desconhecido, porém com formação os mesmos mostraram capacidade de adaptação. A introdução de tecnologias nas empresas tornou-se um processo de fácil aceitação pelas empresas em geral, sendo visto como oportunidade, por parte dos trabalhadores, para a criação de novas sugestões.

Relativamente aos benefícios que advêm da indústria 4.0, conclui-se que a sistematização e melhoria contínua de processos foram os benefícios mais citados. Alguns dos benefícios vão ao encontro dos autores Sony et al. (2021) que

afirmam que, através das tecnologias da Indústria 4.0, é possível a criação de valor e melhoria do serviço, por meio da flexibilidade e customização.

Por outro lado, o principal desafio identificado foi o grande investimento financeiro. Este problema foi identificado por Zhou et al. (2015) que afirmam que a aplicação de tecnologias avançadas exige tempo e dinheiro, sem certeza de retorno financeiro, envolvendo da mesma forma desafios políticos, sociais, tecnológicos, económicos e científicos. A contratação de trabalhadores qualificados foi outra problemática identificada pelos produtores. Existe um consenso na necessidade de encontrar trabalhadores dotados de competências específicas. Outra restrição associada que não é referida por autores é a ausência de flexibilidade nos processos. A flexibilidade produtiva é vista como um benefício, de forma a responder às necessidades e manter um melhor fluxo, porém, para os entrevistados, foi visto como um aspeto negativo, tirando agilidade à empresa.

De acordo as quatro categorias referidas por Santos (2017), o que impulsionou a adoção da Indústria 4.0 foram questões tecnológicas e operacionais, isto é, a incessante necessidade de melhoria do serviço prestado, bem como da performance operacional.

Para atender as novas exigências, os entrevistados viram-se obrigados a focar na atração e desenvolvimento de novos talentos, bem como na requalificação e realocação dos atuais trabalhadores, através de formação. Porém, as empresas não acreditam que a automatização leve à perda de empregos. Segundo Rajnai & Kocsis (2017), postos de trabalho foram postos em causa, no entanto, o setor do calçado valoriza o conhecimento manual, tornando-se a conversão dos trabalhadores às tecnologias adotadas uma prioridade para os gestores de fábricas.

Por fim, no que toca à estratégia das empresas, a Indústria 4.0 foi vista como um caminho diferente para atingir o mesmo fim, tornando-se um fator crucial

para a estratégia competitiva da empresa. Os produtores de calçado conseguiram criar vantagem competitiva sobre os seus concorrentes através da alteração da estrutura industrial. Em geral, as empresas olham para as tecnologias como uma forma de criação de valor, através da melhoria de serviço prestado, logística e operações.

6.3. Limitações da esquisa

Por consequência da metodologia escolhida, o presente estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, a Indústria 4.0 caracteriza-se por ser um assunto vasto, com diferentes aplicações. Neste sentido, o foco direcionou-se para aplicação de tecnologias no chão de fábrica e o seu impacto no trabalhador.

A segunda limitação está associada ao tamanho da amostra. O estudo feito tornar-se-ia mais completo se houvesse mais empresas envolvidas. Este constrangimento prendeu-se à indisponibilidade e não vontade de participar, por parte das empresas, na realização de entrevistas. Embora o pesquisador pretenda ser imparcial, a análise dos dados coletados, por meio de entrevistas, é influenciada pela interpretação do pesquisador.

Outra limitação que se fez sentir relaciona-se com as entrevistas e sua transcrição, para além de serem processos lentos, a sua qualidade depende da disponibilidade e vontade de partilha das empresas.

6.4. Recomendações para pesquisas futuras

O Plano Estratégico 2030, desenvolvido pelo APICCAPS, assenta em 4 eixos principais. Este estudo, apenas se focou no terceiro eixo. Assim, a primeira

recomendação passa pelo desenvolvimento dos restantes eixos, principalmente o segundo e quarto, ligados à sustentabilidade e marketing digital.

A Indústria 4.0 veio trazer maior flexibilidade às empresas, no entanto retirou agilidade por consequência. Durante as entrevistas, este foi um problema mencionado repetidamente. Neste sentido, para uma futura pesquisa, as tecnologias poderiam ser analisadas a fim de encontrar soluções para este problema.

Anexos

Empresa	Entrevistado	Localização	Nº de funcionários	Produção diária	Mercados de exportação
AMF Safety Shoes	Diretor Executivo	Guimarães	150	4 000 pares	Espanha, França, Holanda, Reino Unido, Suíça, Suécia, Alemanha, Áustria, EUA, Canadá, Chile, Uruguai, Austrália
Bolflex	Chefe de Vendas	Felgueiras	184	20 000 pares	Itália, Espanha, França e Alemanha
Lusocal	Diretor Geral	Felgueiras	200	-	-

Tabela 1: Informações das empresas entrevistadas

Bibliografia

- Aires, R. W. do A., Moreira, F. K., & Freire, P. de S. (2017). Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *Anais Do Congresso Internacioanal de Conhecimento e Inovação-Ciki, 1*, 1–15. <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314%0A>
- APICCAPS. (2021). *Facts & numbers*. https://www.apiccaps.pt/library/media_uploads/facts-numbers-2021.pdf
- APICCAPS. (2022). *Plano Estratégico Calçado 2030*.
- Berger, P., & Luckmann, T. (2016). The social construction of reality. In *Social Theory Re-Wired: New Connections to Classical and Contemporary Perspectives: Second Edition* (pp. 110–122). <https://doi.org/10.4324/9781315775357>
- Bonekamps, L., & Sure, M. (2015). *Endüstri40-İş Süreçleri.Pdf, 1*, 33–40.
- Chituc, C. M., Toscano, C., & Azevedo, A. (2008). Interoperability in Collaborative Networks: Independent and industry-specific initiatives - The case of the footwear industry. *Computers in Industry, 59*(7), 741–757. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.12.012>
- Corbo, L., Pirolo, L., & Rodrigues, V. (2018). Business model adaptation in response to an exogenous shock: An empirical analysis of the Portuguese footwear industry. *International Journal of Engineering Business Management, 10*, 1–12. <https://doi.org/10.1177/1847979018772742>
- de Villiers, C., Farooq, M. B., & Molinari, M. (2021). Qualitative research interviews using online video technology – challenges and opportunities. *Meditari Accountancy Research, 30*(6), 1764–1782. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-03-2021-1252>
- Fragapane, G., Ivanov, D., Peron, M., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2022). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of*

- Operations Research*, 308(1–2), 125–143. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210(January), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Gadre, M. (2020). Industry 4 . 0 – Digital Transformation, Challenges and Benefits. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 13, 139–149.
- Ghobakhloo, M., & Fathi, M. (2020). Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 1–30. <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417>
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(6), 1029–1058. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2021-0505>
- Gomm, R. (2008). Social Research Methodology. *Social Research Methodology*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/978-0-230-22911-2>
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Janghorban, R., Roudsari, R. L., & Taghipour, A. (2014). Skype interviewing: The new generation of online synchronous interview in qualitative research. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 9(1). <https://doi.org/10.3402/qhw.v9.24152>
- Jimeno-Morenilla, A., Azariadis, P., Molina-Carmona, R., Kyratzi, S., &

- Moulianitis, V. (2021). Technology enablers for the implementation of Industry 4.0 to traditional manufacturing sectors: A review. *Computers in Industry*, 125, 103390. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103390>
- Kagermann, Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Final Report of the Industrie 4.0 WG, April*.
- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia Manufacturing*, 21, 782–789. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.184>
- Keller, M., Rosenberg, M., Brettel, M., & Friederichsen, N. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8(1), 37–44.
- Lin, D., Lee, C. K. M., Lau, H., & Yang, Y. (2018). Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. *Industrial Management and Data Systems*, 118(3), 589–605. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0403>
- Margherita, E. G., & Braccini, A. M. (2020). Industry 4.0 Technologies in Flexible Manufacturing for Sustainable Organizational Value: Reflections from a Multiple Case Study of Italian Manufacturers. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10047-y>
- Marques, A., Guedes, G., & Ferreira, F. (2017). Leather wastes in the Portuguese footwear industry: New framework according design principles and circular economy. *Procedia Engineering*, 200, 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.043>
- Mata, V. D. Si., Costa, C. H. de O., Fernandes, D. C., Silva, E. O. da, Cardoso, F. A., Andrade, J. C., Rezende, L. P. L. de, Oliveira, M. F. de, De Souza, N., Machado, P. E. V., & Rodrigues, R. P. de M. (2018). Indústria 4.0: a Revolução

- 4.0 e o Impacto na Mão de Obra. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 13(13), 17. <https://doi.org/10.17921/1890-1793.2018v13n13p17-22>
- Mingers, J. (1984). SUBJECTIVISM AND SOFT SYSTEMS METHODOLOGY - A CRITIQUE. *Journal of Applied Systems Analysis*, 11, 85–103.
- Mohajan, H. (2020). The Second Industrial Revolution has Brought Modern Social and Economic Developments. In *Journal of Social Sciences and Humanities* (Vol. 6, Issue 1).
- Mohamed, M. (2018). Challenges and benefits of industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256–265.
- Noah Krachtt. (2018). The workforce implications of industry 4.0: manufacturing workforce strategies to enable enterprise transformation. *Science in Integrated Supply Chain Management*.
- Nosalska, K., Piątek, Z. M., Mazurek, G., & Rządca, R. (2020). Industry 4.0: coherent definition framework with technological and organizational interdependencies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 837–862. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0238>
- Nunes, M. L., Pereira, A. C., & Alves, A. C. (2017). Smart products development approaches for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 13, 1215–1222. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.035>
- Ozkan-Ozen, Y. D., & Kazancoglu, Y. (2022). Analysing workforce development challenges in the Industry 4.0. *International Journal of Manpower*, 43(2), 310–333. <https://doi.org/10.1108/IJM-03-2021-0167>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Pacheco, A. C. C. (2017). *A Indústria 4.0 e seu impacto na estratégia das organizações - Estudo de caso em uma empresa de treinamentos em informática*.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*.

- Pwc. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. *2016 Global Industry 4.0 Survey*.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
- Rajnai, Z., & Kocsis, I. (2017). Labor market risks of industry 4.0, digitization, robots and AI. *SISY 2017 - IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Proceedings*, 343–346. <https://doi.org/10.1109/SISY.2017.8080580>
- Reid, A. J. (1996). What we want: qualitative research. Promising frontier for family medicine. In *Canadian family physician Médecin de famille canadien* (Vol. 42).
- Rüßmann, M. et al. (2015). Future of Productivity and Growth in Manufacturing. *Boston Consulting, April*. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Salkind, N. J. (2012). Exploring Resresearch, 8th Edition. In *Pearson Education, Inc.* http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/Neil_J._Salkind_2012_-_Exploring_Research_.pdf
- Santos, B. P., & Alberto, A. (2018). *Indústria 4.0: desafios e oportunidades*. 111–124.
- Santos, C., Mehrsai, A., Barros, A. C., Araújo, M., & Ares, E. (2017). Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. *Procedia Manufacturing*, 13, 972–979. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.093>
- Satoglu, S., Ustundag, A., Cevikcan, E., & Durmusoglu, M. B. (2018). *Lean Transformation Integrated with Industry 4.0 Implementation Methodology*. *July 2019*, 97–107. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71225-3_9
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (Eds. . (2020). *Industrie 4.0 Maturity Index. Acatech Study*, 64. <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf?lang=en>

- Silva, F., Julião, J., & Gaspar, M. (2019). *Impact of industry's 4.0 technologies in the portuguese footwear industry.*
- Sony, M., Antony, J., Mc Dermott, O., & Garza-Reyes, J. A. (2021). An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector. *Technology in Society*, 67(May), 101754. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101754>
- Tessarini, G., & Saltorato, P. (2018). Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, 18(2), 743–769. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i2.2967>
- Ujiie, Y., & Ida, K. (1972). *Fever and cold compress--as a nursing technic.* 18(3), 114–128.
- Unger, H., Börner, F., & Müller, E. (2017). Context Related Information Provision in Industry 4.0 Environments. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 796–805. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.181>
- Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Managing the Digital Transformation. In *Managing the Digital Transformation.* <https://doi.org/10.1201/9781003226468>
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 848–861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2016). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2015*, 2147–2152. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>
- <https://www.dinheirovivo.pt/especial/revolucao-40/como-a-tecnologia-esta-a-mudar-as-industrias-do-textil-e-calcado-12775082.html>, visitado a 4/01/2023
- <https://www.dinheirovivo.pt/economia/footure-a-industria-40-esta-em-marcha-no-calcado-12814209.html>, visitado a 4/01/2023
- <https://www.lusocal.com/pt/>, visitado a 20/01/2023

<https://bolflex.pt/> , visitado a 21/01/2023

<https://www.amfshoes.com/pt/> , visitado a 21/01/2023