

Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa



ISCAL

**A Influência da Indústria 4.0 no aumento de
Competitividade: Uma perspetiva do
Marketing no Setor do Calçado**

Sandro Cardoso Madrinha

Lisboa, 16 de Maio de 2023

Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa

A Influência da Indústria 4.0 no aumento de Competitividade: Uma perspetiva do Marketing no Setor do Calçado

Sandro Cardoso Madrinha

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fiscalidade, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor José Moleiro Martins

Constituição do Júri:

Presidente: Professor Doutor Carlos Nunes

Arguente: Professor Doutor João Rita

Vogal e Orientador: Professor Doutor José Moleiro Martins

Lisboa, 16 de Maio de 2023

Agradecimentos

Ao Professor José Moleiro Martins, pela orientação e organização dos temas, assim como definição da ideia inicial de dissertação.

Ao Professor Manuel Barradas Teles da Silva, pela troca de ideias e ajuda no desenho final de desenho de investigação, assim como pelo apoio técnico no desenvolvimento da dissertação.

Ao Professor Eduardo Moraes Sarmiento por me ter incentivado e ajudado na ideia de entrada em Mestrado e, por consequência, desenvolvimento desta Dissertação.

Por último, aos meus amigos por me manterem concentrado e focado nos meus objetivos, e incentivado nos momentos mais difíceis.

Dedicatória: Dedico este trabalho aos meus pais – Paulo Madrinha e Fernanda Madrinha, pelo carinho e apoio que permitiram a este trabalho chegar a bom porto.

Resumo

A presente dissertação retrata uma visão estratégica para o futuro do setor do calçado, no que diz respeito à Indústria 4.0. A Indústria 4.0 não é um conceito com uma definição muito clara e consensual, mas há certas marcas que levam os investigadores a considerar que estamos a lidar com uma revolução.

Por exemplo, tecnologias como Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA) é fortemente associada à Indústria 4.0 quando se fala das “Fábricas Inteligentes”. A culminação destes componentes tecnológicos integrados numa linha de produção, permitirá a uma organização alcançar resultados superiores, isto através da otimização de processos, bem como, disponibilizar os produtos aos consumidores de forma mais rápida e com mais opções de customização, assim como reduzir a margem de erro operacional nos processos de gestão. O fenómeno da Indústria 4.0 é muito atraente no que diz respeito ao que promete, não apenas para a empresa e sector específico, mas também para o país.

A fim de lançar as bases para o estudo, uma extensa revisão de literatura foi efetuada onde se procurou saber em que consistiam ao certo as tecnologias que compõem a Indústria 4.0 Partindo-se de uma questão de investigação que aborda o processo de transição para a Indústria 4.0 como uma prioridade no aumento de competitividade para as empresas portuguesas do setor do calçado, e que ferramentas poderão ser aplicadas mais concretamente na vertente de Marketing. Para tal recorreu-se ao cruzamento de três aspetos principais de investigação, de modo a chegar a um desenho final que oferecia à dissertação uma base sólida de onde retirar conclusões. Os aspetos principais de investigação foram a análise contextual do setor, a avaliação exterior por parte de entidades independentes e conjuntos de entrevistas realizadas junto do setor. O presente trabalho pretende apenas ser um pequeno contributo para a compreensão da evolução de um setor, que tem sido dos mais representativos e significativos da economia portuguesa.

Palavras-Chave: Indústria 4.0, Indústria do Calçado, Revolução Industrial, Inteligência Artificial, Fábricas Inteligentes.

Abstract

This dissertation portrays a strategic vision for the future of the footwear sector, regarding Industry 4.0. Industry 4.0 is not a concept with a very clear and consensual definition, but there are certain traits that lead researchers to believe that we are dealing with a revolution.

As an example, technologies such as Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) are strongly associated with Industry 4.0 when referring to “Smart Factories”. The culmination of these technological components integrated into a production line, will allow an organization to achieve superior results, through the optimization of processes, as well as making products available to consumers faster and with more customization options, as well as reducing the operational error margin in management processes. The phenomenon of Industry 4.0 is very attractive in terms of what it promises, not only for the specific company and sector, but also for the country.

In order to lay the foundations for the study, an extensive literature review was carried out in which it was sought to know what the technologies that make up Industry 4.0 consisted of.

Starting from a research question that addresses the transition process to Industry 4.0 as a priority in increasing competitiveness for Portuguese companies in the footwear sector, and which tools can be applied more specifically in the Marketing aspect. To this end, three main research aspects were crossed, to arrive at a final design that offered the dissertation a solid basis from which to draw conclusions. The main research aspects were the contextual analysis of the sector, the external evaluation by independent entities and sets of interviews carried out within the sector. The present work only intends to be a small contribution to the understanding of the evolution of a sector, which has been one of the most representative and significant of the Portuguese economy.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Revolution, Artificial Intelligence, Smart Factories, Footwear Industry

Índice

1	Introdução.....	10
2	Revisão de Literatura.....	12
2.1	Indústria 4.0	12
2.1.2	Inteligência Artificial.....	19
2.1.3	Sistemas Complexos.....	22
2.1.4	Big Data.....	25
2.2	Marketing.....	30
2.2.1	Fundamentos na Indústria 4.0.....	30
2.2.2	5C's do Marketing	36
2.3	Questões de Investigação	41
3	Metodologia de Estudo.....	42
3.1	Metodologia de Estudo	42
3.1.1	Opções Metodológicas	42
3.1.2	Objetivos de Investigação.....	43
3.1.3	Recolha e Tratamento de Dados	43
3.2	Investigação Empírica.....	44
3.2.1	Indústria 4.0 – Está Portugal preparado para o Futuro?	44
3.2.2	O Setor do Calçado em Portugal e a sua Transformação à Luz da Indústria 4.0: Um estudo de caso múltiplo.	48
3.2.3	Os Impactos da Implementação de Tecnologias da Indústria 4.0 no Setor do Calçado Português.	52
3.2.4	Conclusões.....	57
3.3	Competitividade Empresarial	58
3.3.1	Enquadramento Histórico	58
3.3.2	Situação Atual do Setor em Portugal.....	60
3.4	Relatórios de Investigação	62
3.4.1	Smartening up with Artificial Intelligence (AI) -What's in it for Germany and its Industrial Sector?	62
3.4.2	Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners' Perspective.....	68
3.4.3	How AI Boosts Industry and Innovation.....	73
3.4.4	Aplicação Prática das Tecnologias e Resultados Esperados	76

3.5	Discussão de Resultados	81
4	Conclusão	83
4.1	Conclusões	83
4.2	Limitações e Sugestões de pesquisa futura.....	84
5	Bibliografia.....	85

1 Introdução

No âmbito deste Trabalho Final de Mestrado o tema escolhido foi a Indústria do Calçado, em particular, de que modo o Marketing, utilizando as tecnologias da Indústria 4.0, pode aumentar a competitividade das empresas. Ao longo dos séculos, a humanidade desenvolveu novas e aprimoradas formas de desenvolver bens e serviços, permitindo às indústrias a capacidade de produzir de forma mais eficiente, com melhor qualidade e em maior número. Nos últimos séculos houve três grandes revoluções industriais que remodelaram o mundo inteiro, e agora encontramos-nos no meio de uma nova revolução industrial. Esta quarta revolução industrial foi intitulada como Indústria 4.0.

O termo “Indústria 4.0” foi introduzido pela primeira vez em 2011 pelo governo alemão, e é na Alemanha que essa nova revolução começou a tomar forma. O que a indústria 4.0 está a tentar alcançar é a melhoria do processo de fabricação utilizando atomização e recolha de dados (Hermann, Tobias, & Otto, 2016).

Abordarei a noção de Indústria 4.0, quais as tecnologias que a compõem e de que modo podem ser aplicadas ao setor e à área do Marketing, abordando também a evolução dos princípios de Marketing aplicadas à Indústria 4.0. Para esta dissertação, a motivação foi estudar o conceito de indústria 4.0 no sector do calçado português para compreender melhor qual é o estado atual da indústria em relação a essas tecnologias, e também poder fazer suposições em relação às ações futuras dos fabricantes portugueses. Outra das razões que motivou a escolha deste tema prende-se com a relevância e desenvolvimento da indústria do calçado, dado esta ser uma indústria essencialmente exportadora e pertencer a um dos setores da economia portuguesa que se tem revelado mais competitivo juntamente com o Turismo (outra opção de estudo).

Outra motivação, decorre de o tema constituir um objeto de estudo importante no quadro da formação recebida, sobretudo no âmbito do empreendedorismo, tema amplamente abordado nas aulas deste Mestrado. Para elaborar este trabalho utilizou-se, como método de investigação, uma conjugação de estudos, entrevistas e dados do setor que permitiram realizar uma análise cruzada dos dados e factos, de modo a tirar conclusões atuais e futuras da aplicação da tecnologia no setor. Esta dissertação estará dividida em cinco partes. A primeira parte será onde abordarei o tema da Indústria 4.0, desenvolvendo uma revisão de

literatura de modo a entender quais as suas origens e características, assim como desenvolver a evolução do Marketing e a sua mutação perante a evolução apresentada pela Indústria 4.0. A segunda parte, apresentarei a metodologia de estudo desenvolvida para esta dissertação, quais os dados recolhidos, o tratamento que levaram e os objetivos da investigação. Na terceira parte apresentarei esses dados, assim como a interpretação dos mesmos, contextualização e conclusões retiradas. A quarta parte está atribuída à discussão desses resultados e possíveis aplicações das tecnologias abordadas. Por fim, na quinta e final parte da dissertação, irei abordar as conclusões finais da dissertação, assim como as limitações e dificuldades encontradas no desenvolvimento da mesma.

A questão de investigação principal será entender quais os impactos das tecnologias que englobam a Indústria 4.0, e qual a melhor maneira de serem incorporadas no Marketing e no Setor do Calçado de modo a aumentarem os níveis competitivos das empresas portuguesas em comparação com a concorrência internacional. Definida a questão de investigação, é obrigatório entender quais os objetivos que se pretende alcançar de modo a atingir resultados válidos. O primeiro e mais importante objetivo prende-se na necessidade de entender de que modo a Indústria 4.0 é assim tão diferente do contexto atual do processo de manufatura e gestão. Entender em que situação se encontra o processo de manufatura e o conhecimento das empresas para a evolução tecnologia que a Indústria 4.0 disponibiliza.

Com o surgimento da 4ª revolução industrial, o paradigma das empresas mudou e mudará continuamente ao longo dos próximos anos. Estas mudanças afetarão as empresas e a forma como elas produzem, gerem e processam as diferentes atividades da cadeia de valor. A Indústria 4.0 é um tema extremamente amplo, que engloba diferentes departamentos e atividades de uma empresa.

2 Revisão de Literatura

2.1 Indústria 4.0

O termo “Indústria 4.0” é muitas vezes utilizado para referir à Quarta Revolução Industrial e abrange um conjunto de avanços tecnológicos que estão a causar um grande impacto no contexto industrial atual. Nesta seção, são analisados os antecedentes do fenômeno da Indústria 4.0, bem como a visão de futuro da Manufatura possibilitada por este novo paradigma. Além disso, são apresentadas as principais características deste conceito não consensual de modo a melhor compreender os principais significados da Indústria 4.0 (Ghobakhloo, 2019).

A Indústria 4.0 é um conceito que surgiu nos últimos anos devido aos avanços tecnológicos e desenvolvimentos disruptivos no setor industrial global. O termo “Indústria 4.0” apareceu primeiramente num artigo publicado em novembro de 2011 pelo Governo alemão que resultou de uma iniciativa sobre estratégia de alta tecnologia para 2020. O termo baseia-se em conceitos e perspectivas anteriores que evoluíram ao longo dos anos. O cenário industrial mudou drasticamente nos últimos anos como resultado de sucessivas inovações e desenvolvimentos disruptivos, particularmente no campo da tecnologia digital e fabricação. A Indústria 4.0 está a ser comparada às três primeiras revoluções industriais que ocorreram nos últimos séculos. A Primeira Revolução Industrial melhorou a produtividade e a eficiência através do uso de energia a vapor, a Segunda Revolução Industrial permitiu a produção em massa através do uso de eletricidade, enquanto a Terceira Revolução Industrial foi caracterizada pela automação da produção utilizando eletrônica e tecnologias de informação. A emergente Quarta Revolução Industrial, muitas vezes referida como Indústria 4.0, envolve mudanças rápidas e disruptivas que abrangem fabricação digital, comunicação em rede, tecnologias de computador e automação, bem como muitas outras áreas relevantes.

Este novo paradigma industrial abrange um conjunto de desenvolvimentos tecnológicos, como CPS (Sistemas Ciber-Físicos), Internet das Coisas, Robótica, Big Data, Manufatura em Nuvem e Realidade Aumentada, que influenciarão tanto produtos como processos, permitindo melhorias de eficiência e produtividade entre as empresas que adotem tais tecnologias. Além disso, a Indústria 4.0 irá provocar profundas mudanças na indústria e nos setores transformadores, com fortes impactos ao longo de todas as cadeias de valor e

proporcionando um conjunto de novas oportunidades ao nível dos modelos de negócio, tecnologia de produção, criação de novos postos de trabalho e organização do trabalho. Estas tecnologias disruptivas estão a moldar a 4ª revolução Industrial, referem Nosalska & Mazurek (2019).

O conceito de Indústria 4.0 tem se tornado um tema cada vez mais importante, sendo discutido e trabalhado por investigadores e empresas nos últimos anos. No entanto, apesar do crescente interesse sobre o tema, a 'Indústria 4.0' ainda é um conceito não consensual. Não há uma visão clara sobre este novo paradigma de fabricação, quanto às suas implicações e consequências. Além disso, a maioria das empresas não está ciente dos desafios que se irão apresentar quando adotarem as estruturas da Indústria 4.0.

No entanto, acredita-se que a Indústria 4.0 ainda está num estado conceptual e o equívoco sobre este tema começa com o que envolve a Indústria 4.0, o seu significado e visão.

Ao contrário das revoluções passadas, esta Quarta Revolução Industrial está a ser prevista, o que permite que as empresas tomem medidas para preparar essa transformação, definindo o modelo de fabricação mais adequado e planeando os melhores caminhos para enfrentar os desafios deste novo paradigma industrial. Oesterreich e Teuteberg (2016) afirmaram que, do ponto de vista técnico, este novo paradigma industrial pode ser descrito como o aumento da digitalização e automação do ambiente fabril, além de uma maior comunicação possibilitada pela criação de uma cadeia de valor digital.

De acordo com Kagermann (2014), a Indústria 4.0 é caracterizada por três dimensões de integração: (1) integração horizontal por meio de redes de valor, (2) integração vertical e sistemas de manufatura em rede e (3) integração digital da engenharia em toda a cadeia de valor. A integração horizontal por meio de redes de valor refere-se à integração de vários sistemas de tecnologias de informação, processos, recursos e fluxos de informações dentro de uma organização e entre outras organizações, enquanto a integração vertical e sistemas de manufatura em rede diz respeito à integração destes elementos através dos departamentos e níveis hierárquicos de uma organização, desde o desenvolvimento do produto até à produção, logística e vendas. O objetivo destes dois tipos de integração é entregar uma solução de ponta a ponta em toda a cadeia de valor, cuja finalidade é facilitar a personalização do produto e reduzir os custos operacionais por meio do uso de sistemas

Ciber-Físicos para integrar digitalmente toda a cadeia de valor. De acordo com Hermann, o conceito de Indústria 4.0 pode ser entendido como um termo geral para tecnologias e conceitos que abrangem toda a cadeia de valor das organizações. Este autor, cuja teoria enfatiza a visão de fábrica inteligente e a integração entre os seus elementos ao longo da cadeia de valor por meio do uso de capacitores de tecnologia-chave, identificou quatro aspectos-chave da Indústria 4.0: (1) Sistemas Ciber-Físicos, (2) Internet das Coisas, (3) Internet dos Serviços e (4) Fábrica Inteligente. Na estrutura da indústria 4.0, as fábricas inteligentes são organizadas por uma estrutura modular, cujos processos são controlados e monitorados por Sistemas Ciber-Físicos, que tomam decisões descentralizadas. Por outro lado, a Internet das Coisas permite a cooperação entre todos os Sistemas Ciber-Físicos da fábrica inteligente e os operadores em tempo real, enquanto a Internet dos Serviços fornece serviços organizacionais internos e cruzados em toda a cadeia de valor. Por outro lado, Weyer (2016) afirma que este novo paradigma industrial abrange o desenvolvimento de ambientes inteligentes capazes de aproximar o mundo real e o virtual por meio do uso de sistemas Ciber-Físicos, integrando dispositivos, máquinas, módulos de produção e produtos, desencadeando ações e controlando-se de forma autônoma. No entanto, este autor categoriza os aspectos centrais da Indústria 4.0 em três paradigmas principais: (1) Produto Inteligente, (2) Máquina Inteligente e (3) Operador Expandido. Este autor apresenta, além da relevância do produto inteligente e da máquina/fábrica inteligente, um novo especto importante para a Indústria 4.0: a interface homem-máquina e o surgimento de novos tipos de empregos.

O primeiro paradigma diz respeito ao surgimento de novas exigências de mercado e ao desenvolvimento de produtos inteligentes. Esses produtos são capazes de armazenar grande quantidade de dados e interagir com o seu ambiente, sendo autoconscientes e comunicando de forma autônoma com sistemas industriais. Além disso, eles são capazes de fornecer informações sobre o seu status durante todo o seu ciclo de vida. Produtos inteligentes, como os sistemas Ciber-Físicos, podem ser geridos em tempo real por toda a cadeia de valor, solicitando os recursos necessários para sua conclusão.

O segundo paradigma, altamente relacionado com a fábrica inteligente, diz respeito ao facto de que, no ambiente da Indústria 4.0, as máquinas estão se a tornar sistemas Ciber-Físicos, o que implica sistemas de produção auto-organizados com componentes, dispositivos, módulos de produção e produtos interligados. A fábrica inteligente será mais inteligente, flexível e dinâmica e as máquinas inteligentes poderão melhorar os processos de produção

através da auto-otimização e do processo de tomada de decisão autónomo. Por fim, o paradigma do Operador Expandido está relacionado com o suporte tecnológico do trabalhador que é necessário no ambiente fabril, o que representa um desafio, pois os operadores enfrentarão uma grande variedade de novas tarefas. A Indústria 4.0 introduz novos tipos de interações entre o operador e as máquinas, bem como a coexistência entre humanos e robôs, o que mudará completamente a força de trabalho industrial atual para responder às mudanças de requisitos e à crescente variabilidade da produção.

Posada (2015) vai mais longe, resumindo e delineando os principais aspetos abordados pela Indústria 4.0: (1) a personalização em massa de produtos permitida pelo uso de tecnologias de informação, (2) a adaptação automática e flexível dos sistemas de produção às mudanças de necessidades, (3) o rastreamento e a autoconsciência de peças e produtos e sua capacidade de comunicar no seu ambiente, (4) a interface homem-máquina aprimorada, a coexistência com robôs e o surgimento de novas formas de interação e operação, (5) a comunicação dentro da fábrica inteligente e a otimização da produção possibilitada pela Internet das Coisas e (6) o surgimento de novos serviços e modelos de negócios, influenciando toda a cadeia de valor. Em suma, a Indústria 4.0 detém um enorme potencial, tendo impacto em toda a cadeia de valor, através da otimização dos processos produtivos, potenciando a qualidade dos produtos, estreitando a relação entre todos os stakeholders e oferecendo novos modelos de negócio e novas formas de operar.

A Indústria 4.0 é um sistema tecnológico complexo que está a ser moldado fundamentalmente pela conectividade, integração e digitalização da produção, destacando as oportunidades de integração de todos os elementos num sistema de agregação de valor. Este conceito abrange tecnologia de fabricação digital, tecnologia de comunicação em rede, tecnologia de computação e tecnologia de automação.

Os avanços tecnológicos em relação à Indústria 4.0 estão a eliminar as fronteiras entre o mundo digital e físico, integrando agentes humanos e máquinas, materiais, produtos, sistemas de produção e processos.

A inovação e os desenvolvimentos tecnológicos desempenham um papel importante em todas as organizações. No entanto, os avanços da transformação digital e a crescente interconectividade trarão novos desafios às organizações, uma vez que a Indústria 4.0

mudará significativamente os produtos e sistemas de fabricação em relação ao design, processos, operações e serviços. Além disso, espera-se que a Indústria 4.0 possa ter mais consequências na gestão e futuros empregos, permitindo a criação de novos modelos de negócios, que terão um grande efeito na indústria e nos mercados, afetando efetivamente todo o ciclo de vida do produto, proporcionando uma nova forma de produzir e fazer negócios, permitindo a melhoria dos processos e aumentando a competitividade da empresa. A Indústria 4.0 levará a potenciais mudanças profundas em vários domínios que vão além do setor industrial. Os seus impactos e influências podem ser organizados em seis principais áreas: Indústria, Produtos e serviços, Modelos de negócios e mercado, Economia, Ambiente de trabalho e Desenvolvimento de competências.

A Manufatura é o setor que mais sofrerá os impactos da Indústria 4.0 referem Nosalska & Mazurek (2019). Este novo paradigma industrial trará uma nova visão fabril que se caracteriza pela produção descentralizada e digitalizada, onde os elementos de produção são capazes de se autocontrolar, desencadear ações e responder às mudanças no seu ambiente. Além disso, o paradigma emergente propõe a integração completa de produtos e processos, deslocando a visão de produção em massa para a personalização em massa, o que traz um maior nível de complexidade. Assim, os processos de produção e as operações serão profundamente afetadas pelos desenvolvimentos tecnológicos e pela instalação de fábricas inteligentes, permitindo uma maior flexibilidade nas operações e uma alocação de recursos mais eficiente. A Indústria 4.0 terá uma influência importante nos processos industriais, sistemas de fabricação e cadeias de distribuição. Este novo paradigma está a transformar o cenário industrial atual por meio de três pontos principais: digitalização da produção, automação e vinculação do local de fabricação numa cadeia de distribuição abrangente. Desta forma, a Indústria 4.0 consiste na integração total da rede e na troca de informações em tempo real. No centro de toda a revolução industrial está o aumento de produtividade. No entanto, a quarta revolução industrial vai além e para lá de aumentar a produtividade, afetará toda a cadeia de distribuição, desde o desenvolvimento de produtos e processos de engenharia até à logística de saída. Produtos e serviços estão a ser altamente influenciados por esse novo paradigma industrial. Nos últimos anos, as rápidas mudanças no cenário econômico e as exigências dinâmicas do mercado resultaram num aumento da procura pelo desenvolvimento de produtos mais complexos e inteligentes. Os produtos tornar-se-ão mais modulares e configuráveis, promovendo a customização em massa para atender às

necessidades específicas dos clientes. Assim, a Indústria 4.0 é caracterizada pela inovação e introdução de novos produtos e serviços como sistemas interligados que podem se tornar reativos e interativos, podendo ser geridos e acompanhar a sua própria atividade em tempo real, otimizando toda a cadeia de valor e fornecendo informações relevantes sobre o seu estado durante o seu ciclo de vida. Os modelos de negócios e o mercado mudaram rapidamente nos últimos anos e novos modelos de negócios inovadores surgirão.

O surgimento de novas tecnologias disruptivas no contexto da Indústria 4.0 mudou a forma como os produtos e serviços são vendidos e fornecidos, afetando os negócios tradicionais e trazendo novas oportunidades e modelos de negócios. Portanto, as cadeias de valor estão se tornando mais reativas, uma vez que a Indústria 4.0 promove a integração entre fabricantes e clientes, permitindo uma interação mais próxima com os clientes e a adaptação dos modelos de negócios às exigências do mercado. A integração e complexidade dos sistemas a par da crescente digitalização da produção industrial conduzirão à criação de modelos de mercado mais complexos e digitais, aumentando a competitividade através da eliminação de barreiras entre a informação e as estruturas físicas. A economia pode ser influenciada pela chegada de um novo paradigma e pelos desenvolvimentos tecnológicos emergentes. A digitalização consiste na convergência entre os mundos físico e virtual e terá um impacto generalizado em todos os setores econômicos. Este será o principal motor da inovação, que desempenhará um papel crítico na produtividade e competitividade. O ambiente de trabalho está a mudar rapidamente devido aos avanços tecnológicos e a Indústria 4.0 está a transformar os empregos e as habilidades necessárias ao mercado. A mudança mais significativa diz respeito à relação homem-máquina, que engloba a interação entre os trabalhadores e um conjunto de novas formas de trabalho colaborativo.

2.1.1.1 Evolução do Mercado de Trabalho

O número de robôs e máquinas inteligentes está a aumentar e os mundos físico e virtual estão se a fundir, o que significa que uma transformação significativa está a penetrar no ambiente de trabalho atual. A crescente relevância das relações homem-máquina promoverão a interação entre ambos os elementos de produção e a comunicação necessária entre máquinas inteligentes, produtos inteligentes e funcionários, aprimorada pela visão da Internet das Coisas e da Internet dos Serviços, habilitada pelos Sistemas Ciber-Físicos. Por este motivo, as questões ergonômicas devem ser levadas em consideração no contexto da

indústria 4.0 e os sistemas futuros devem ter foco nos trabalhadores e na sua importância. Ford (2013) estima que a maioria dos empregos humanos irão deixar de existir no futuro, devido ao avanço da Inteligência Artificial. A integração da Indústria 4.0 nos sistemas de fabricação e a crescente implementação de novas tecnologias terá impacto nos perfis de trabalho, bem como na gestão, organização e planejamento do trabalho. O principal desafio neste contexto é evitar o que se conhece como desemprego tecnológico, redefinindo os empregos atuais e tomando medidas para adequar a força de trabalho aos novos empregos que serão criados. O desenvolvimento de capacidades, que levará a mudanças demográficas e sociais, é um dos fatores-chave mais importantes para uma adoção e implementação bem-sucedidas da estrutura da Indústria 4.0. A visão de trabalho futuro exigirá novas competências e é necessário criar oportunidades para a aquisição das competências necessárias através de uma formação de alta qualidade. Este novo paradigma industrial terá um enorme impacto no mercado de trabalho e nas funções profissionais, sendo crucial para garantir a criação de mais empregos do que os que irão desaparecer. Os novos campos de competência exigidos precisam de ser incluídos na educação, uma vez que o pensamento interdisciplinar desempenhará um papel importante e serão procuradas excelentes habilidades nos domínios sociais e técnicos. A Indústria 4.0 levará a uma maior automação de tarefas, o que significa que os trabalhadores devem estar preparados para realizar novas tarefas. O mesmo vale para o ensino de engenharia que possui grande potencial para formar os profissionais do futuro e conscientizá-los sobre as novas tendências e oportunidades tecnológicas, bem como os gestores que devem adotar sua estratégia de gestão às novas exigências do mercado. Além disso, será necessário pessoal cada vez mais qualificado em áreas tecnológicas para atender aos requisitos da Indústria 4.0.

Resumidamente, a Indústria 4.0 representa um enorme potencial em muitas áreas e sua implantação terá impactos em toda a cadeia de valor, melhorando os processos de produção e engenharia, aprimorando a qualidade dos produtos e serviços, otimizando o relacionamento entre clientes e organizações, trazendo novas oportunidades de negócios e benefícios econômicos, alterando os requisitos de educação e transformando o ambiente de trabalho atual.

2.1.2 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial é um ramo da Ciência da Computação cujo interesse é fazer com que os computadores pensem ou se comportem de forma inteligente. Tratando-se de um tópico muito alargado, a Inteligência Artificial também está relacionada com psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas. A comunidade científica propõe que a Inteligência Artificial abranja programas, algoritmos, sistemas e máquinas que demonstrem sinais de inteligência humana. A Inteligência Artificial depende de várias tecnologias chave como o “*Machine Learning*”, processamento natural de linguagem, sistemas baseados em regras, rede neural, *deep learning*, robôs físicos e processamento robótico automático. Ao aplicar estas ferramentas, a inteligência artificial proporciona os meios para interpretar dados corretamente, aprender desses mesmos dados e flexibilidade de adaptação perante uma nova situação. Prevê-se que a Inteligência Artificial, referindo-se a maquinaria computadorizada com a capacidade de replicar capacidades únicas aos humanos, causará maior impacto nos negócios que a introdução das redes sociais (Shandwick, 2016).

2.1.2.1 Inteligência Artificial vs Inteligência Humana

Quando a Inteligência Artificial assume uma função, a Inteligência Humana é colocada de parte. A perda de funções atribuídas à Inteligência Humana, inevitavelmente resulta na perda de postos de trabalho por parte de humanos, no que diz respeito a essas funções. Existe, portanto, uma grande preocupação com a extinção de postos de trabalho para a Inteligência Artificial. Huang e Rust (2018) assumem que já existam várias funções físicas e/ou repetitivas que foram assumidas pela Inteligência Artificial. Por exemplo, numa fábrica moderna de automóveis, tipicamente grande parte dos processos são realizados por máquinas automatizadas que funcionam numa linha de montagem, ao contrário de uma montagem manual, por trabalhadores. Atualmente, está-se a dar a substituição do papel humano no apoio ao cliente nos Call Centers, por menus automatizados por Inteligência Artificial. Em Portugal, a operadora Vodafone já utiliza um menu automatizado de Inteligência Artificial que utiliza tecnologia de reconhecimento de voz para fazer questões e proceder no menu conforme as respostas dos clientes. Este menu, no entanto, apenas presta serviços simples, fazendo as questões mais complexas chegar a um operador humano.

A maioria dos vendedores ainda depende de uma chamada de telemóvel (ou algo equivalente) como parte essencial do seu processo de vendas. No futuro, os vendedores serão apoiados por um agente de inteligência artificial que monitoriza a conversa em tempo real. Por exemplo, através da capacidade avançada de análise de voz, o agente consegue pressupor que existe uma questão que permanece por abordar, e guia o vendedor em tempo real na conversa com o cliente. Neste sentido, a Inteligência Artificial consegue expandir e complementar as capacidades do vendedor, mas também pode desencadear consequências indesejadas, especialmente se os possíveis consumidores com quem o vendedor está a falar se sentirem desconfortáveis com a monitorização da conversa por parte de um robô. No futuro, as empresas também podem utilizar agentes de inteligência artificial nas funções principais dos vendedores, para fazer o contacto inicial, apresentando a perspectiva de venda ao cliente.

Estas indústrias estão diretamente relacionadas com o contacto frequente com um grande número de consumidores, assim como a produção de inúmeros dados relacionados com a transação e perfis dos consumidores. Consequentemente a informação presente em fontes externas à empresa, como as redes sociais, podem elevar a análise de dados para outro patamar. Chegado a esse patamar, a Inteligência Artificial é aproveitada para analisar esses dados e apresentar recomendações personalizadas (relacionadas com qual o próximo produto a comprar, o preço ideal, entre outros) em tempo real.

Huang e Rust (2018) referem que o desenvolvimento da Inteligência Artificial está a progredir de um sistema mecânico para analítico e de intuitivo para empático. Por exemplo, a Inteligência Artificial já é boa o suficiente em tarefas mecânicas e repetitivas, mas ainda está muito longe de alcançar o nível de empatia humana, necessária para outras tarefas. Este desenvolvimento sugere um conjunto de etapas para a substituição da Inteligência Humana por Inteligência Artificial.

Na Etapa 1, as funções mecânicas são substituídas por Inteligência Artificial. Vemos aqui o exemplo da perda de trabalhos no sector da manufatura. Nesta etapa, a Inteligência Humana deve destacar a intuição, empatia e o processo analítico. Na Etapa 2, que é onde nos encontramos neste momento, a Inteligência Artificial começa a assumir tarefas analíticas. Nesta etapa, a Inteligência Humana deve destacar a intuição e a empatia. Na Etapa 3, a intuição da Inteligência Artificial torna se boa o suficiente para substituir a intuição da

Inteligência Humana. Nessa etapa, a Inteligência Humana deve concentrar-se na Empatia, resultando na Economia da Sensibilidade.

2.1.2.2 Economia da Sensibilidade (Feeling Economy)

Os gestores estão a perceber gradualmente que passam cada vez mais tempo em tarefas interpessoais, empáticas e sentimentais, enquanto a Inteligência Artificial assume tarefas que exigem apenas a questão de pensamento. Análise empírica da questão utilizando dados do Governo dos Estados Unidos da América, confirmam que a mudança para uma Economia da Sensibilidade já está a decorrer. Essa investigação separa tarefas entre mecânica, pensamento e sensibilidade. A importância dada a questões de pensamento ainda é superior em comparação com as de sensibilidade, sugerindo que ainda vivemos numa Economia do Pensamento, que valoriza a capacidade de tomada de decisão analítica. A difusão de programas de análise de dados refletem essa importância.

No entanto, entre 2006 e 2016 verificou-se um aumento de importância em questões relacionadas com a sensibilidade, sugerindo que as tarefas relacionadas com a sensibilidade, devem ser o foco principal no curto-médio prazo. Esta conclusão é apoiada pelo facto de que os salários médios para tarefas de sensibilidade estão a crescer mais rapidamente do que os salários médios para tarefas de pensamento. Este pode ser o resultado da questão de oferta e procura, referentes à dificuldade cada vez maior das organizações de encontrar colaboradores mais empáticos em relação aos mais analíticos. A conclusão retirada de teoria e dados empíricos, é que estamos no meio de uma transformação profunda, em que a Inteligência Artificial compete com a Inteligência Humana (por vezes, colaborando com a Inteligência Humana), alterando drasticamente as qualificações que os humanos necessitam para permanecer relevantes no mercado de trabalho. Especificamente as competências relacionadas com empatia, serão as mais importantes (Huang, Rust & Maksimovic, 2019).

Investigação realizada à psicologia da automação, examinou a maneira como os consumidores irão responder à Inteligência Artificial. Apesar de se considerar que a Inteligência Artificial poderá ser exata e/ou mais fiável que os humanos, os consumidores ainda têm reservas em relação à Inteligência Artificial, e estas preocupações aumentam conforme o avanço da Inteligência Artificial para questões contextuais. Os consumidores favoráveis à adoção de ferramentas que utilizem Inteligência Artificial, colocam a

Inteligência Artificial num patamar de exigência superior às ferramentas habituais, exemplificado pelo caso dos carros autônomos. Os consumidores devem adotar a Inteligência Artificial se esta se traduzir numa redução significativa dos acidentes. No entanto, os consumidores impõem um critério de exigência muito superior, e procuram, não a redução de acidentes, mas sim a inexistência de acidentes na sua totalidade.

Uma hipótese preliminar sugere que os consumidores confiam menos na Inteligência Artificial, e colocam-na num patamar de exigência muito superior, porque acreditam que a Inteligência Artificial não consegue “sentir” e, portanto, não sofre tantas consequências em caso de erro. As características das tarefas também influenciam a adoção da Inteligência Artificial. Estudos Científicos confirmam que os consumidores estão menos dispostos a usar Inteligência Artificial em tarefas que envolvam subjetividade, intuição e afeto, porque consideram que a Inteligência Artificial não possui capacidades de afeto ou empatia, necessárias para desempenhar essas tarefas.

2.1.3 Sistemas Complexos

As redes tendem a ser sistemas complexos, no sentido em que simples escolhas ou comportamentos por parte dos indivíduos, pode resultar no aparecimento de fenómenos complexos (Rand, Rust & Kim, 2018). Modelar o sistema não é a mesma coisa que modelar as partes que constituem o sistema individualmente. Uma metodologia que se tornou amplamente usada para estudar a complexidade das redes é a ABM (Agent-Based Models). A ABM começa por pegar no simples comportamento das entidades que constituem o sistema, procedendo depois à categorização dos fenómenos complexos que resultam. Esta metodologia já foi amplamente utilizada e com sucesso para modelar as redes de “*word-of-mouth*” e a divulgação de novos produtos. A ABM pode modelar a dinâmica das redes que não podem ser analisadas utilizando métodos analíticos ou econométricos. Este método parece ser ideal para analisar a Internet das Coisas por exemplo, e também, pode ser utilizado para eventualmente modelar a Internet do Comportamento.

A Indústria 4.0 está a dar espaço a avanços tecnológicos rápidos em muitas áreas, no entanto, a Quarta Revolução Industrial emergente está a ser predominantemente moldada pela integração técnica de Sistemas Ciber-Físicos em processos de fabricação e o uso da Internet das Coisas e da Internet dos Serviços em processos industriais. Consequentemente, esta

seção fornece uma breve descrição sobre cada um dos principais drivers de tecnologia para a Indústria 4.0, que se referem principalmente a CPS, IoT e IoS, conforme mencionado acima.

2.1.3.1 Sistemas Ciber-Físicos

Os Sistemas Ciber-Físicos (CPS), frequentemente utilizados para definir a Indústria 4.0, representam um dos avanços mais significativos no que diz respeito ao desenvolvimento da ciência da computação e das tecnologias da informação (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018). Estes sistemas consistem na interação entre o ambiente físico e o virtual, integrando, controlando e coordenando processos e operações e, simultaneamente, fornecendo e utilizando o acesso e processamento de dados. Geralmente, os sistemas Ciber-Físicos podem ser definidos como tecnologias inovadoras que possibilitam a gestão de sistemas interconectados por meio de integração dos seus ambientes físicos e computacionais. A adoção do paradigma da Indústria 4.0 em ambientes de manufatura requer maior desenvolvimento e implementação industrial dos sistemas Ciber-Físicos. Enquanto os Sistemas Ciber-Físicos oferecem desafios ao nível da cadeia de distribuição, os desafios ao nível do chão de fábrica não são mais pequenos (Almada-Lobo, 2015). A integração destes sistemas com a produção, logística e serviços conduzirá a uma transformação industrial e os sistemas Ciber-Físicos, que são especificamente Sistemas Ciber-Físicos de Produção (CPPS) quando aplicados à produção, terão um papel importante, uma vez que estes sistemas consistem na ligação entre todos os níveis de produção entre elementos autônomos e cooperativos (por exemplo, máquinas inteligentes) e subsistemas (por exemplo, fábricas inteligentes). Resumidamente, um Sistema Ciber-Físico pode ser fundamentalmente descrito como um sistema incorporado que troca dados numa rede inteligente que permite a produção inteligente. Quando os sistemas Ciber-Físicos estão conectados à Internet, é frequentemente conhecido como “Internet das Coisas”. A integração de sistemas Ciber-Físicos no ambiente fabril permitirá a integração vertical e horizontal dos sistemas de tecnologia de informação e a interligação entre toda a cadeia de abastecimento, potencialmente transformando as fábricas atuais em fábricas da Indústria 4.0.

2.1.3.2 *Internet das Coisas*

A Internet das Coisas (IoT) é um termo emergente que combina diferentes tecnologias e abordagens, baseadas na conexão entre coisas físicas e a Internet (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018). Desde o nascimento da Internet, a interconexão entre computadores tornou-se uma realidade e o desenvolvimento tecnológico nas últimas décadas permitiu expandir a Internet para o próximo nível: objetos inteligentes.

Portanto, o objeto inteligente é a base da visão da Internet das Coisas, pois esse novo paradigma consiste em dotar de inteligência os objetos do cotidiano, permitindo que eles não só recolham informações e interajam com seu ambiente, mas também se interliguem com outros objetos, trocando dados e desencadeando ações através da Internet. O crescente interesse por este tema que é frequentemente apontado como um dos principais impulsionadores da Indústria 4.0 tem resultado no surgimento de diferentes visões e definições. Geralmente, a Internet das Coisas pode ser definida como a conexão com a Internet entre objetos físicos do cotidiano no chão de fábricas, pessoas, sistemas e sistemas de tecnologias de informação, criando um ambiente de fabricação inteligente, muitas vezes referido como fábrica inteligente.

Haller (2008) definiu a Internet das Coisas como “um mundo onde os objetos físicos estão perfeitamente integrados à rede de informação e onde os objetos físicos podem se tornar participantes ativos nos processos de negócios. Os serviços estão disponíveis para interagir com estes objetos inteligentes pela Internet, consultar o seu estado e qualquer informação associada a eles, levando em consideração questões de segurança e privacidade”. O conceito de Internet dos Serviços (IoS) surgiu recentemente e trará novas oportunidades para a indústria de serviços, uma vez que fornece base técnica e de negócios para a criação de redes de negócios entre prestadores de serviços e clientes. Este conceito procura uma abordagem semelhante à Internet das Coisas, mas é aplicado a serviços em vez de entidades físicas. A Internet das Coisas pode ser descrita como um novo modelo de negócio que mudará profundamente a forma como os serviços são prestados, permitindo uma maior criação de valor que resulta da relação entre todos os stakeholders da cadeia de valor, como a organização, clientes, intermediários, agregadores e fornecedores. Em ambientes industriais e cadeias de valor, a proliferação da Internet das Coisas proporcionará diversas oportunidades para os utilizadores, fabricantes e empresas, com grande impacto em diversas

áreas, como automação, manufatura industrial, logística, processos de negócios, gestão de processos e transporte.

Wakenshaw (2017) escreveu o primeiro grande artigo científico relacionado com Internet das Coisas. Introduzindo o termo Internet das Coisas Industriais (IIoT) para descrever a aplicação da Internet das Coisas na indústria, o que implica o uso de tecnologia disruptiva, como sensores, atuadores, sistemas de controle, máquina a máquina, análise de dados e mecanismos de segurança para melhorar os sistemas industriais modernos. A Internet das Coisas está a abrir novas fronteiras e muitas aplicações estão a surgir dentro de três pilares principais: (1) otimização de processos, (2) consumo otimizado de recursos e (3) criação de sistemas autônomos complexos. O desenvolvimento e a proliferação de técnicas de IoT permitirão que as coisas se tornem mais inteligentes, mais confiáveis e mais autônomas, permitindo o fornecimento de produtos e serviços de valor agregado.

2.1.4 Big Data

2.1.4.1 Padronização vs Personalização

Os avanços tecnológicos referidos acima, assim como as enormes bases de dados de clientes que resultaram desses avanços, levarão à uma segmentação cada vez mais pequena dos mercados, e no extremo oposto levou a segmentos únicos, conhecidos como Personalização. (Varki & Rust, 1998)

No mercado da manufatura, a Padronização é rainha. A qualidade das peças produzidas é medida pela aproximação de qualidade entre as peças. Este processo levou a novas práticas de gestão de qualidade como a certificação *'Six Sigma'*, ajudando as empresas a identificar os riscos e erros do processo de produção e a removê-los. Nos serviços, no entanto, a qualidade é medida pela satisfação das necessidades dos clientes, a heterogeneidade dos clientes implica que o serviço lhes providenciado seja personalizado. A estratégia de padronização só tem sucesso se existir de facto uma redução dos custos de produção, se não for, é mais favorável à empresa, disponibilizar um serviço personalizável, adaptado às necessidades e desejos dos clientes.

É fundamental as empresas encontrarem um equilíbrio entre a Padronização e a Personalização, tratando se de um Serviço ou de um Produto, utilizando as tecnologias referidas anteriormente.

2.1.4.2 Personalização vs Privacidade

A recolha e avaliação profundas de uma extensa quantidade de dados de diversos equipamentos de produção, assim como sistemas complexos, será a norma no apoio à tomada de decisão em tempo real (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018). Em circunstâncias semelhantes, os consumidores preferem a personalização porque vai totalmente de encontro às necessidades dos clientes. No mundo real, no entanto, comunicar as necessidades únicas de alguém a uma empresa, envolve o fornecimento de informação pessoal, e renunciar a privacidade. Deste modo, os consumidores têm de chegar a um compromisso entre privacidade e personalização, com uma tendência de não preferir os extremos, seja a personalização perfeita (porque traz custos para a privacidade), seja a privacidade completa (que prejudica as possibilidades de uma empresa de satisfazer as necessidades do cliente). As preocupações com a privacidade levaram à criação de um conjunto de legislação europeia, restringindo o armazenamento e utilização de dados pessoais. Estas preocupações com a privacidade motivaram a criação de metodologias que procuram mascarar a informação pessoal, mantendo um nível de personalização.

A Inteligência Artificial pode não cumprir tudo o que promete, muito devido aos problemas que se apresentam relacionados com privacidade de dados, viés dos algoritmos, assim como questões claras de ética, como podemos verificar no Estudo de Caso a seguir.

2.1.4.2.1 Cambridge Analytica

Em Março de 2018, surgiu as primeiras notícias acerca de uma fuga de dados, através de uma entrevista dada por Christopher Wylie, ex-funcionário da Cambridge Analytica. O caso reportava à utilização pouco ética e ilegal em algumas situações de dados de milhões de utilizadores que foram recolhidos através de uma aplicação utilizada na plataforma Facebook. Esta aplicação, servia como um questionário que os utilizadores preenchiam e recebiam uma recompensa monetária. Acontece que no consentimento de utilização dessa aplicação, que os utilizadores tinham de aprovar para participar, permitiam também à

empresa o acesso aos dados dos utilizadores e dos seus amigos do Facebook. Deste modo, a empresa sem muito esforço ou investimento, obteve acesso a milhares de *data points* de milhões de utilizadores. Investigações futuras estimam que a Cambridge Analytica obteve acesso a dados de 50 a 87 milhões de utilizadores do Facebook, apesar de apenas 270 mil pessoas terem participado no inquérito (dados de 185 pessoas por cada inquirido).

Os dados adquiridos eram complexos/completos o suficiente para permitir à empresa criar perfis psicográficos dos utilizadores. Os dados também incluíam a localização de cada pessoa. Deste modo, a empresa poderia utilizar as informações de cada perfil, sugerindo que tipo de anúncio seria mais eficaz para persuadir uma determinada pessoa em um determinado local para a criação de campanhas políticas acerca dos mais diversos assuntos em questão. Este método e dados foram utilizados em duas campanhas políticas recentes de bastante relevo. São elas a Campanha Presidencial de 2016 de Donald Trump nos Estados Unidos da América e a Campanha do Pró-Saída do referendo do Brexit, no Reino Unido.

No primeiro caso, a Campanha de Donald Trump utilizou os dados recolhidos pela Cambridge Analytica para construir perfis psicográficos, determinando os traços de personalidade dos utilizados com base na sua atividade do Facebook. A equipa da Campanha utilizou essas informações como técnica de microdirecionamento, exibindo mensagens personalizadas sobre Trump para diferentes eleitores dos Estados Unidos da América, em várias plataformas digitais. Os anúncios foram segmentados em diferentes categorias, principalmente com base no facto de os indivíduos apoiarem Donald Trump ou serem potenciais votos indecisos (Swing Votes). Conforme descrito pelo próprio CEO da Cambridge Analytica, o ponto chave era identificar aqueles que poderiam ser atraídos a votar no seu cliente, ou serem desencorajados a votar no seu oponente. Os apoiantes de Trump receberam imagens triunfantes dele, bem como informações sobre as mesas de voto. Em relação aos potenciais votos indecisos, estes eram frequentemente expostos a imagens dos apoiantes mais conhecidos de Trump, assim como gráficos e ideias negativas sobre o seu oponente, Hillary Clinton.

No caso da Campanha Pró-Saída do referendo do Brexit, a Cambridge Analytica não foi contratada pela Leave.EU, apesar de haver registos e evidências de que vários elementos da empresa trabalharam lado a lado com a Campanha. Brittany Kaiser, ex-funcionária de relevo da Cambridge Analytica, declarou em comissão de inquérito do Parlamento britânico que a

Leave.EU utilizou conjuntos de dados fornecidos pela Cambridge Analytica para a criação de campanhas políticas semelhantes à Campanha de Donald Trump, direcionadas principalmente aos chamados ‘Swing Votes’, utilizando técnicas de desinformação e exageração. Através de campanhas de publicidade pagas na plataforma Facebook, eram expostas mensagens falsas sobre imigração e fundos, propagando o medo junto das massas, medo esse que era infundado. Um exemplo disso é a cidade de Ebbw Vale, no sul do País de Gales, onde 62% da população elegível votou favoravelmente à saída da União Europeia, apesar de receber centenas de milhões de investimento por parte da União Europeia, na construção de diversas infraestruturas essenciais para a vida da população. Uma investigação realizada posteriormente, por meio de entrevista, na cidade revelou que os eleitores se sentiram ameaçados com a imigração e com os sacrifícios económicos e de segurança que os mesmos traziam, referenciando uma certa islamofobia (semelhante à situação em França). No entanto, esses medos não teriam fundamento, já que a comunidade imigrante na cidade era residual, e na sua maioria de países da própria União Europeia (a maior comunidade é polaca, com poucas dezenas de pessoas). O Facebook, por força do Parlamento britânico, divulgou os diversos spots publicitários a que os indivíduos foram expostos, onde se verificou que se tratava de uma campanha de total desinformação, sendo que em alguns casos até roçava o racismo. Esta campanha permitiu que a decisão de saída fosse vencedora com 51.89% dos votos.

Numa altura em que se fala da relação entre a privacidade e a personalização dos serviços utilizando os dados dos clientes, é importante analisar e retirar conclusões das possibilidades que as tecnologias nos dão.

É verdade que o tratamento de uma grande quantidade de dados permite a um serviço ser melhor direcionado para os clientes, alcançando e satisfazendo uma maior franja do mercado, no entanto, como mostra o caso da Cambridge Analytica, a possibilidade de angariar grande quantidade de dados sobre utilizadores também pode levar a uma utilização perversa, comprometendo a confiança dos utilizadores nas tecnologias e nas barreiras que as mesmas deitam abaixo. O escândalo da Cambridge Analytica, levou a um conjunto de multas aplicadas à empresa por violações de privacidade dos utilizadores, para lá das multas, o Facebook realizou uma verificação e ‘purga’ de milhares de aplicações dentro do seu ecossistema que permitiam situações semelhantes à da Cambridge Analytica. Além do que fez o Facebook, também os governos apertaram as suas leis de proteção de dados.

Na União Europeia, surgiu o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), tratando-se de uma diretiva europeia que regula a privacidade e a proteção de dados pessoais, protegendo também a exportação de dados pessoais para fora da EU e EEE. Deste caso, deu-se em grande parte a consciencialização por parte dos utilizadores da sua pegada digital e às possibilidades que abrem quando cedem os seus dados na Internet. As empresas necessitam de trabalhar dentro destas condicionantes de modo a poder aproveitar ao máximo as tecnologias disponíveis, sem afastar os consumidores com medo de que os seus dados podem ser utilizados para outras questões não relacionadas com o seu consumo de produtos.

2.1.4.3 Rastreamento Contínuo Online

A Internet, e principalmente, os Smartphones resultaram na capacidade de rastrear os comportamentos dos consumidores online. O uso de cookies de rastreamento torna possível às empresas sorrateiramente acompanharem a pegada digital dos clientes, com claro prejuízo da privacidade pessoal desses mesmos clientes. Esse rastreamento torna possível a introdução de publicidade personalizável. O Facebook em especial tem sido criticado por recolher dados de outras aplicações para smartphone (incluindo dados extremamente sensíveis de aplicações de saúde), e também por não protegerem a informação dos utilizadores. Está na memória recente dos consumidores o escândalo da Cambridge Analytica referido acima, onde uma empresa sem escrúpulos ou preocupação para com os seus consumidores, vendeu os dados pessoais de milhões de pessoas a agentes exteriores que usaram esses dados para manipular as Eleições Presidenciais Americanas de 2016, criando campanhas publicitárias adaptáveis ao votante que pretendiam exercer influência.

2.2 Marketing

2.2.1 Fundamentos na Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é uma tendência tecnológica que promove a integração de tecnologias de ponta em sistemas produtivos para aumentar a eficiência e a produtividade. Esta revolução tecnológica tem afetado diversos setores da economia e influenciado a maneira como as empresas fazem negócios. Neste contexto, os princípios de marketing também precisam ser repensados para se adequarem às novas exigências.

É caracterizada por uma série de tecnologias interconectadas, tais como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data, entre outras. Estas tecnologias permitem a recolha e análise de dados em tempo real, otimizando a produção e gerando informações importantes para a tomada de decisão.

A Indústria 4.0 também se caracteriza pela criação de uma rede de colaboração entre as empresas e os seus parceiros de negócio, com o objetivo de maximizar a eficiência e a produtividade. Além disso, a flexibilidade na produção e a personalização em massa são outras características importantes da Indústria 4.0, permitindo que as empresas atendam às necessidades específicas dos clientes de forma mais rápida e eficiente.

Com a adoção da Indústria 4.0, os princípios de marketing também precisam de ser repensados. A seguir, serão apresentados os cinco fundamentos de marketing na Indústria 4.0.

2.2.1.1 Personalização em Massa e Integração do Cliente

A personalização em massa é um dos principais princípios de Marketing na Indústria 4.0, pois permite que as empresas ofereçam produtos e serviços personalizados aos clientes. Segundo Broy et al. (2017), a personalização em massa é possível graças à flexibilidade dos processos de produção e à recolha de dados em tempo real sobre as preferências dos clientes. De acordo com Lee et al. (2017), a personalização em massa pode ser vista como uma evolução da produção em massa, na qual os produtos eram produzidos em grandes quantidades e com pouca variação. Na personalização em massa, por outro lado, os produtos são produzidos em quantidades menores e podem ser personalizados de acordo com as preferências dos clientes. Este princípio tem sido amplamente adotado em setores como o

de vestuário, calçados, eletrônica e automóvel. Outra referência que reforça a importância da personalização em massa é o estudo de Kotler et al. (2016), que destaca a necessidade de as empresas se adaptarem às mudanças nos padrões de consumo dos clientes. Segundo os autores, a personalização em massa permite que as empresas ofereçam produtos e serviços que atendam às necessidades específicas dos clientes, criando uma vantagem competitiva no mercado.

Com o avanço da tecnologia, a personalização em massa tornou-se uma prática cada vez mais comum na Indústria 4.0. As empresas estão a usar tecnologias digitais para recolher dados dos clientes e criar soluções personalizadas que atendam às necessidades específicas de cada cliente. A personalização em massa é uma das principais formas de criar valor para os clientes na Indústria 4.0. Segundo Ranjan e Agrawal (2017), a personalização em massa é uma abordagem que permite que as empresas atendam às necessidades individuais dos clientes por meio da produção em massa de soluções personalizadas. Esta abordagem permite que as empresas atendam às necessidades específicas dos clientes sem aumentar os custos de produção ou comprometer a eficiência dos processos de produção.

A personalização em massa também pode melhorar a experiência do cliente e aumentar a satisfação do cliente. De acordo com Wu e Liang (2017), a personalização em massa permite que as empresas criem soluções que atendam às necessidades específicas dos clientes, o que pode levar a uma experiência do cliente mais satisfatória. Além disso, pode permitir que as empresas criem um vínculo mais forte com os clientes, o que pode levar a um aumento na fidelidade do cliente.

No entanto, a personalização em massa também apresenta desafios. Segundo Günther et al. (2017), a personalização em massa pode ser difícil de implementar, pois requer uma recolha eficiente de dados dos clientes e um alto grau de flexibilidade nos processos de produção. Além disso, a personalização em massa pode aumentar os custos de produção se não for implementada corretamente. Para superar esses desafios, as empresas precisam de investir em tecnologias digitais que permitam a recolha eficiente de dados dos clientes e a personalização em massa de produtos e serviços. Além disso, as empresas precisam de ser flexíveis nos seus processos de produção e adotar uma abordagem orientada ao cliente para atender às necessidades dos clientes de forma eficiente.

A integração do cliente é outro princípio importante de Marketing na Indústria 4.0, pois envolve a participação ativa dos clientes no processo de criação de valor. Conforme destacado por Broy et al. (2017), a integração do cliente é possível graças às tecnologias digitais, que permitem a comunicação em tempo real entre as empresas e os clientes.

Segundo Kajalo e Tanskanen (2016), a integração do cliente pode ser vista como uma extensão da cocriação de valor, na qual os clientes participam ativamente no processo de criação de valor com as empresas. Isto permite que as empresas ofereçam soluções personalizadas e inovadoras que atendam às necessidades específicas dos clientes. O estudo de Mahr et al. (2014), destaca a necessidade de as empresas desenvolverem relações mais estreitas e colaborativas com os clientes. Segundo os autores, a integração do cliente pode aumentar a satisfação e a fidelidade dos clientes, além de criar novas oportunidades de negócios.

Um aspecto importante a ser considerado no primeiro e segundo princípios de Marketing na Indústria 4.0, a customização em massa e integração do cliente, é a importância da colaboração com o cliente no processo de cocriação de soluções personalizadas.

A cocriação é uma abordagem em que as empresas trabalham em conjunto com os clientes para criar soluções personalizadas que atendam às suas necessidades específicas. De acordo com Ramanathan e Ramanathan (2017), a cocriação é uma abordagem que envolve o compromisso ativo dos clientes no processo de criação de valor. Esta abordagem pode ajudar as empresas a entender melhor as necessidades dos clientes e criar soluções personalizadas que atendam a essas necessidades de forma eficaz. Além disso, a cocriação pode melhorar a experiência do cliente e aumentar a fidelidade do cliente.

A colaboração com o cliente também pode ajudar as empresas a obter feedback valioso sobre os seus produtos e serviços personalizados. De acordo com Jadhav e Sonar (2017), o feedback dos clientes pode ser usado pelas empresas para melhorar continuamente os seus produtos e serviços personalizados e atender às necessidades em constante mudança dos clientes. No entanto, a cocriação também apresenta desafios. Segundo Yang e Kim (2019), a cocriação pode ser difícil de implementar, pois requer um alto grau de colaboração e cooperação entre as empresas e os clientes. Além disso, a cocriação pode ser demorada e dispendiosa, o que pode afetar a eficiência dos processos de produção.

2.2.1.2 Análise de Dados em Tempo Real

O terceiro princípio de Marketing na Indústria 4.0 é a Análise de Dados em Tempo Real. Este princípio baseia-se na premissa de que as empresas devem recolher e analisar dados em tempo real para identificar oportunidades de mercado, compreender o comportamento do cliente e tomar decisões mais informadas e ágeis. Segundo Broy et al. (2017), a análise de dados em tempo real é possível graças às tecnologias digitais, como sensores e dispositivos conectados. De acordo com Guo et al. (2018), a análise de dados em tempo real é uma das principais ferramentas para as empresas desenvolverem percepções sobre o comportamento e as preferências dos clientes. Estes insights podem ser usados para personalizar os produtos e serviços, melhorar a eficiência dos processos de produção e otimizar as estratégias de marketing. O estudo de Argyris et al. (2017), destaca a necessidade de as empresas usarem dados para tomar decisões mais precisas e efetivas. Segundo os autores, a análise de dados em tempo real pode ajudar as empresas a identificar padrões de consumo, antecipar procura futura e identificar oportunidades de crescimento. A análise de dados em tempo real é um aspeto crítico da Indústria 4.0, pois permite que as empresas reajam rapidamente a mudanças no mercado e nas necessidades do cliente.

A tecnologia de análise de dados em tempo real permite que as empresas obtenham insights valiosos sobre seus clientes e os seus negócios em tempo real. Para implementar com sucesso a análise de dados em tempo real, as empresas precisam de investir em tecnologias de análise de dados, como inteligência artificial, machine-learning e análise preditiva. Além disso, a análise de dados em tempo real requer que as empresas tenham uma infraestrutura de dados sólida e confiável. As empresas precisam de garantir que seus dados são recolhidos, armazenados e geridos de maneira segura e que sejam acessíveis em tempo real a partir de diferentes locais e dispositivos.

No entanto, a análise de dados em tempo real também apresenta desafios. Um desses desafios é garantir a qualidade dos dados. As empresas precisam de garantir que os dados recolhidos sejam precisos, atualizados e relevantes. Além disso, as empresas precisam de garantir que os dados são recolhidos de maneira ética e que a privacidade dos dados do cliente é garantida.

2.2.1.3 Automação de Processos

A automação de processos é outro princípio importante de Marketing na Indústria 4.0, pois permite que as empresas produzam com eficiência e reduzam os custos de produção. Segundo Broy et al. (2017), a automação de processos é possível graças às tecnologias digitais, como robôs e sistemas de controle. A automação de processos oferece várias vantagens para as empresas, incluindo a redução de custos operacionais, o aumento da eficiência e a melhoria da qualidade dos produtos e serviços. Ao automatizar processos, as empresas podem minimizar a intervenção humana em tarefas repetitivas e monótonas, aumentar a produtividade e reduzir erros.

Segundo Cheng et al. (2016), a automação de processos pode ajudar as empresas a melhorar a qualidade dos produtos, reduzir o tempo de produção e aumentar a eficiência dos processos. Além disso, a automação pode permitir que as empresas produzam produtos personalizados em larga escala, o que pode aumentar a satisfação dos clientes e criar novas oportunidades de negócios, relacionando diretamente com os outros princípios.

O estudo de Porter e Heppelmann (2017), destaca a necessidade de as empresas adotarem tecnologias que permitam a automação dos processos de produção e da cadeia de distribuição. Segundo os autores, a automação pode ajudar as empresas a reduzir os custos de produção, aumentar a eficiência e melhorar a qualidade dos produtos e serviços. A automação de processos também pode ser aplicada em outras áreas de negócios, como no marketing e na gestão da cadeia de suprimentos. Por exemplo, as empresas podem usar sistemas automatizados de gestão de stock e logística para monitorar o inventário em tempo real, rastrear o transporte e a entrega de produtos e minimizar o tempo de inatividade do produto.

Um exemplo de automação de processos na Indústria 4.0 é a utilização de robôs e sistemas de inteligência artificial na produção de produtos. Os robôs podem executar tarefas repetitivas e precisas de forma mais eficiente do que os humanos, enquanto a inteligência artificial pode ser usada para otimizar a produção, monitorar o desempenho dos equipamentos e identificar falhas ou problemas antes que eles ocorram.

No entanto, a automação de processos também apresenta desafios. Um desses desafios é garantir que as tecnologias de automação sejam compatíveis e integradas com os sistemas existentes da empresa. As empresas precisam de garantir que as novas tecnologias de automação podem comunicar efetivamente com as plataformas e sistemas existentes, com o objetivo de garantir a interoperabilidade e a continuidade operacional.

Outro desafio da automação de processos é a questão da segurança cibernética. À medida que as empresas se tornam cada vez mais dependentes de tecnologias automatizadas, elas tornam se mais vulneráveis a ataques cibernéticos e violações de segurança. Portanto, as empresas precisam de implementar medidas de segurança cibernética eficazes para proteger os seus sistemas automatizados e clientes.

2.2.1.4 Cooperação entre Empresas

O quinto princípio de marketing na Indústria 4.0 é a cooperação entre empresas. Na Indústria 4.0, a cooperação entre empresas é uma das chaves para o sucesso e a criação de valor para o cliente. De acordo com o estudo de Sivarajah et al. (2017), a cooperação entre empresas é uma das principais características da Indústria 4.0. A cooperação pode ocorrer em diferentes níveis, como a colaboração entre fornecedores, parceiros e clientes.

O estudo de Stank et al. (2017), destaca a necessidade de as empresas trabalharem em conjunto para desenvolver soluções que atendam às necessidades dos clientes de forma eficiente. Segundo os autores, a cooperação pode permitir que as empresas criem novas oportunidades de negócios e desenvolvam soluções inovadoras que atendam às necessidades dos clientes de forma eficiente. De acordo com Blecker et al. (2017), a cooperação entre empresas pode permitir que as empresas desenvolvam soluções inovadoras e personalizadas que atendam às necessidades específicas dos clientes. Além disso, a cooperação pode permitir que as empresas reduzam os custos de produção e aumentem a eficiência dos processos de produção.

As empresas podem se beneficiar mutuamente de diferentes tipos de cooperação, como a cooperação horizontal, que ocorre entre empresas que operam no mesmo setor, ou a cooperação vertical, que ocorre entre empresas que operam em diferentes níveis da cadeia de valor. A cooperação horizontal pode ser benéfica para a troca de conhecimento e experiência, enquanto a cooperação vertical pode ser benéfica para a otimização da cadeia

de fornecimento, um exemplo real é a Toyota, que trabalha lado a lado com os seus fornecedores de maneira a aumentar a produtividade, eficiência e encontrar melhores soluções tecnológicas.

A cooperação entre empresas também pode levar a uma melhor utilização dos recursos disponíveis. Por exemplo, a cooperação pode permitir a partilha de recursos, como conhecimento, tecnologia e equipamentos, reduzindo assim os custos e aumentando a eficiência. A cooperação também pode ajudar as empresas a adquirir competências que não possuem internamente, ao mesmo tempo em que permitem que outras empresas possam aproveitar suas próprias competências. Além disso, a cooperação entre empresas pode levar a uma maior inovação. Através da colaboração, as empresas podem compartilhar ideias e conhecimentos, criando sinergias que podem levar a novas soluções e produtos inovadores. Como mencionado por Lee et al. (2019), a cooperação entre empresas pode ser vista como um processo de cocriação, onde as empresas trabalham juntas para criar valor para o cliente.

Outro benefício da cooperação entre empresas na Indústria 4.0 é a criação de ecossistemas de inovação. De acordo com o estudo de Lu et al. (2017), os ecossistemas de inovação são formados por várias empresas e organizações que trabalham juntas para criar novos produtos e serviços. Esses ecossistemas podem incluir empresas de diferentes setores, como tecnologia, ciência e engenharia, trabalhando em conjunto para criar soluções inovadoras. Para implementar a cooperação entre empresas, é essencial que as empresas estejam dispostas a compartilhar seus recursos e conhecimentos, bem como a trabalhar juntas para alcançar objetivos comuns. As empresas também precisam estabelecer uma cultura de colaboração e confiança mútua para permitir a cooperação.

2.2.2 5C's do Marketing

Considerando tudo isto, Katarzyna e Grzegorz (2019) apresentam uma perspetiva sobre os 5 novos C's para o marketing na Indústria 4.0. Esses C's são: Conectividade, Cooperação, Comunicação, Cocriação e Cognitividade.

A conectividade é uma das principais características da Indústria 4.0. Refere-se à capacidade de conectar pessoas, processos e sistemas numa única plataforma. Esta conectividade permite a criação de redes integradas de produção e distribuição, o que leva a um aumento na eficiência e na produtividade.

A cooperação é outro aspecto importante na Indústria 4.0, referindo-se à capacidade das empresas de trabalharem juntas para atingir um objetivo comum. Essa cooperação pode ser entre empresas do mesmo setor ou entre empresas de diferentes setores, e pode incluir a colaboração em pesquisa e desenvolvimento, na produção ou na distribuição.

A comunicação é fundamental na Indústria 4.0, pois permite a troca de informações em tempo real entre as diversas partes envolvidas no processo produtivo. Isso permite uma tomada de decisão mais rápida e eficiente, além de possibilitar a monitorização dos processos em tempo real.

A cocriação é um conceito que vem ganhando cada vez mais importância na Indústria 4.0. Refere-se à capacidade das empresas de trabalharem juntas com os seus clientes para criar produtos e serviços personalizados e sob medida para cada cliente. Esta abordagem centrada no cliente ajuda a aumentar a fidelidade e a criar vantagem competitiva.

Por fim, a cognitividade é um aspecto importante na Indústria 4.0, pois refere-se à capacidade das máquinas e sistemas inteligentes de aprender e se adaptar a novas situações. Isto permite uma tomada de decisão mais rápida e eficiente, além de permitir a identificação de oportunidades de melhoria nos processos produtivos.

2.2.2.1 Conectividade

A conectividade é apresentado como um dos novos C's que surgiram com a Indústria 4.0 e refere-se à capacidade das empresas de conectar e integrar pessoas, equipamentos e processos. Segundo Zhang et al. (2020), a conectividade é fundamental para permitir a troca de informações em tempo real e possibilitar a tomada de decisões mais precisas e ágeis.

A conectividade pode ser alcançada através de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), que permite que sensores e dispositivos comuniquem entre si, e a Computação em Cloud, que permite o armazenamento e processamento de grandes quantidades de dados. Estas tecnologias tornam possível a criação de uma rede inteligente, na qual os dispositivos podem comunicar e compartilhar informações de forma autônoma.

A conectividade também pode ser utilizada para melhorar a eficiência e a produtividade nas empresas. Por exemplo, a tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) pode ser usada para rastrear e monitorar a localização de matérias-primas, produtos em processo e

produtos acabados em tempo real. Isto permite que as empresas identifiquem estrangulamentos e ineficiências nos processos de produção e tomem medidas para corrigi-los imediatamente.

Além disso, a conectividade pode ser usada para melhorar a experiência do cliente. Por exemplo, as empresas podem usar tecnologias de geolocalização para enviar mensagens e ofertas personalizadas para os clientes quando eles estão próximos de uma loja ou ponto de venda. Isto ajuda a aumentar a taxa de conversão e a fidelização do cliente.

Portanto, é importante que as empresas desenvolvam estratégias para aproveitar as oportunidades oferecidas pela conectividade na Indústria 4.0. Isto inclui investir em tecnologias de comunicação e conectividade, capacitar os funcionários para usar essas tecnologias e criar uma cultura de inovação e colaboração.

2.2.2.2 *Cooperação*

O segundo novo C do Marketing na Indústria 4.0 é a Cooperação. A Cooperação refere-se à colaboração entre empresas, tanto em níveis verticais como horizontais, com o objetivo de criar valor para o cliente final. Segundo Porter e Heppelmann (2014), a cooperação é essencial para a criação de ecossistemas de inovação que permitem que as empresas trabalhem juntas para desenvolver soluções inovadoras que beneficiem todos os envolvidos.

A cooperação pode ser alcançada por meio de plataformas de colaboração, que permitem que as empresas compartilhem recursos, conhecimento e experiência. Essas plataformas podem ser usadas para desenvolver novos produtos e serviços, melhorar a eficiência e a produtividade e expandir os negócios em novos mercados. A cooperação também pode ser utilizada para reduzir os custos e aumentar a eficiência na cadeia de valor. Por exemplo, as empresas podem compartilhar dados e informações sobre a procura dos clientes e as necessidades de produção, permitindo que elas planeiem os seus stocks e produção de forma mais eficiente.

Além disso, a cooperação pode ser usada para melhorar a experiência do cliente. Por exemplo, as empresas podem trabalhar juntas para criar soluções personalizadas para atender às necessidades específicas dos clientes. Isso pode incluir a criação de produtos personalizados, serviços de apoio ao cliente e soluções de atendimento ao cliente multicanal.

Portanto, é importante que as empresas desenvolvam estratégias para aproveitar as oportunidades oferecidas pela cooperação na Indústria 4.0. Isso inclui estabelecer parcerias estratégicas com outras empresas, investir em plataformas de colaboração e desenvolver uma cultura de colaboração e inovação

2.2.2.3 Comunicação

O terceiro novo C na Indústria 4.0 é a Comunicação. A Comunicação refere-se à capacidade das empresas de comunicar de forma eficaz com os seus clientes, fornecedores e outras partes interessadas, utilizando tecnologias avançadas de comunicação e interconexão.

A comunicação é fundamental para a criação de uma experiência do cliente excepcional, permitindo que as empresas comuniquem com os clientes em tempo real e ofereçam soluções personalizadas e sob pedido. Além disso, a comunicação eficaz também é essencial para a colaboração entre as empresas e para a gestão eficiente da cadeia de distribuição. Segundo Chong et al. (2017), a comunicação eficaz é a chave para a criação de uma cadeia de valor conectada e colaborativa na Indústria 4.0. Isso inclui a adoção de tecnologias avançadas de comunicação, como a Internet das Coisas (IoT) e a tecnologia blockchain, para garantir a transparência e a rastreabilidade em toda a cadeia de valor.

Além disso, a comunicação também é fundamental para a tomada de decisões baseada em dados em tempo real. As empresas devem ser capazes de recolher, analisar e compartilhar informações em tempo real para garantir que as decisões sejam tomadas com base em dados precisos e atualizados. Portanto, é essencial que as empresas desenvolvam estratégias para aproveitar as oportunidades oferecidas pela comunicação na Indústria 4.0. Isso inclui a adoção de tecnologias avançadas de comunicação e interconexão, o investimento em plataformas de comunicação e colaboração e o desenvolvimento de toda uma cultura de comunicação eficaz e colaboração em toda a organização.

2.2.2.4 Cocriação

A Cocriação é apresentado como quarto novo e central C na Indústria 4.0, permitindo que as empresas trabalhem em conjunto com seus clientes e fornecedores para criar soluções mais personalizadas e eficazes. De acordo com Prahalad e Ramaswamy (2004), a cocriação envolve a colaboração ativa entre empresas e clientes para criar valor mútuo através da criação conjunta de novos produtos, serviços ou experiências.

Outro autor que defende a importância da cocriação é Sawhney (2006), que acredita que a cocriação permite que as empresas envolvam os clientes em todos os aspectos do processo de desenvolvimento de produtos, desde a geração de ideias até à comercialização. Segundo o autor, isto permite que as empresas se adaptem mais rapidamente às necessidades e desejos dos clientes, aumentando a satisfação e a fidelidade dos mesmos. Além disso, a cocriação pode ser vista como uma forma de democratização da inovação, permitindo que empresas de todos os tamanhos e setores possam beneficiar do conhecimento e experiência de outros parceiros. De acordo com Chesbrough e Crowther (2006), a cocriação pode levar a uma maior colaboração e abertura entre as empresas, permitindo que elas compartilhem ideias, recursos e conhecimentos para criar soluções inovadoras e eficazes.

Portanto, a cocriação é um dos C's mais importantes na Indústria 4.0, permitindo que as empresas trabalhem em conjunto com os seus clientes e parceiros para criar soluções mais personalizadas e eficazes. A colaboração ativa entre as empresas e os clientes pode levar a uma maior satisfação e fidelidade dos clientes, bem como a uma maior inovação e eficácia dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas.

2.2.2.5 *Cognitividade*

A Cognitividade é apresentado como o último novo C do Marketing na Indústria 4.0 e refere-se à capacidade das empresas de usar tecnologias de inteligência artificial e de machine learning para processar grandes quantidades de dados e fornecer insights acessíveis. Com base nisso, os profissionais de marketing podem criar estratégias mais precisas e eficazes.

Segundo Kietzmann et al. (2018), a cognitividade é uma das principais características da Indústria 4.0 e refere-se à capacidade das tecnologias de aprender e pensar como seres humanos. Isso permite que as empresas processem grandes quantidades de dados em tempo real e usem essas informações para fornecer recomendações personalizadas aos clientes. Além disso, De Keyser e Larivière (2018) destacam que a cognitividade também pode ser usada para melhorar a experiência do cliente em tempo real. Por exemplo, ao usar chatbots e assistentes virtuais, as empresas podem fornecer atendimento ao cliente 24 horas por dia, 7 dias por semana, melhorar a velocidade de resposta e oferecer soluções personalizadas.

Portanto, a cognitividade é um C importante na Indústria 4.0, pois permite que as empresas processem grandes quantidades de dados em tempo real e usem essas informações para

fornecer recomendações personalizadas aos clientes e melhorar a experiência do cliente, e melhorar os processos de gestão, obtendo informações que melhoram o processo de tomada de decisão.

2.3 Questões de Investigação

Realizada a revisão de literatura relacionada com a questão de investigação inicial, chegamos a questões de investigação que serão respondidas no estudo empírico que se realizará a seguir. Depois de entender quais as tecnologias que compõem a Indústria 4.0 e as suas funcionalidades, as questões de investigação estão relacionadas com a operacionalização e o contexto atual da Indústria 4.0 no setor do Calçado.

Deste modo, defino como essenciais estas questões de investigação:

- Existe conhecimento da Indústria 4.0 e das suas vantagens no setor do calçado em Portugal?;
- Quais as dificuldades e problemas encontrados pelo setor em relação à concorrência internacional?;
- De que modo a Indústria 4.0 consegue suplementar os pontos fortes do setor e ultrapassar os problemas encontrados, através de ferramentas de Marketing

3 Metodologia de Estudo

3.1 Metodologia de Estudo

Neste capítulo, procurarei explicar tanto a lógica da investigação efetuada, como a metodologia escolhida para chegar à abordagem que considerarei mais adequada para conduzir o processo de investigação. As razões da escolha do tipo de metodologia utilizada para responder à questão de investigação “Como é que a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no Marketing irá levar a um aumento de competitividade no setor do calçado?” será explicada e justificada.

3.1.1 Opções Metodológicas

No processo de seleção de definição de metodologia a aplicar na investigação, procurou-se chegar a uma construção final que melhor se adaptava à natureza do tema estudado. Tratando-se de um tema ainda pouco trabalhado e aplicado no contexto real português, a investigação teria de assentar em aspetos teóricos e em conclusões indiretas, assim como cruzamento de dados.

Assim, foi definido que a investigação iria assentar em três bases diferentes.

Em primeiro lugar, e procurando não repetir conclusões a que outros já chegaram, citarei e utilizarei como referência, cruzando dados e conclusões de três trabalhos realizados por colegas, são eles: “*Indústria 4.0 – Está Portugal preparado para o Futuro*”, de Rui Miguel de Couto Carvalho; “*O setor do calçado em Portugal e a sua transformação à luz da Indústria 4.0: Um estudo de caso múltiplo*” de Fernando Maria Fonseca Vidal Borja Santos; e por fim, “*Os impactos da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 no Setor do Calçado Português.*” de Francisca Gomes Silva.

Em segundo lugar, realizarei uma análise contextual do setor de modo a definir qual o ponto de partida que o setor teve, o seu momento atual e os caminhos futuros.

Por fim, utilizarei relatórios e análises de entidades independentes (consultoras, por exemplo) para definição dos resultados da aplicação futura destas tecnologias e criação de

paralelos entre as necessidades do setor, as opções de melhoria e desenvolvimento tecnológico.

3.1.2 Objetivos de Investigação

Tendo já realizado uma revisão de literatura extensa, que permitiu conhecer e entender os conceitos e tecnologias que compõem a Indústria 4.0, torna-se importante agora avançar para uma investigação empírica que permitia verificar um conjunto de situações e questões junto do setor, assim define-se como essencial alcançar este conjunto de objetivos:

- Verificar em que situação se encontra a implementação da Indústria 4.0 na Indústria Portuguesa, de seguida, em específico no setor do calçado.
- Procurar entender como funciona o setor do calçado e quais os objetivos e o futuro que o setor terá.
- Entender de que maneira a Indústria 4.0 poderá ser a solução para os problemas que o Setor do Calçado encontra em termos de competitividade perante os concorrentes internacionais.

3.1.3 Recolha e Tratamento de Dados

Deste modo, definidas as bases em que a investigação iria assentar e quais os objetivos definidos para a investigação, passando por um processo de recolha de dados, chegou-se aos documentos utilizados na dissertação.

Primeiramente, de modo a obter uma visão interna do processo de gestão das empresas do setor do calçado, utilizei como referência três trabalhos realizados por outros colegas, mais uma vez, não senti a necessidade de realizar um estudo empírico próprio dada a qualidade de trabalho efetuado recentemente, receando estar a repetir e chegar às mesmas conclusões que outros colegas. Portanto, de modo a dar mais profundidade e capacidade de cruzamento de dados, escolhi três opções. A primeira, de Rui Miguel Couto Carvalho, que aborda Portugal como um todo e faz um estudo geral das empresas, permitindo uma observação de como vários setores individualmente estão no processo de transição para a Indústria 4.0 O segundo, de Fernando Borja Santos que tinha como objetivo verificar em concreto qual o ponto em que certas empresas do setor do calçado se encontravam no processo de transição para a Indústria 4.0. O terceiro, de Francisca Gomes Silva mais uma

vez, com a ideia de ir aprofundando a questão da Indústria 4.0, verificou o grau de implementação das tecnologias da Indústria 4.0 em empresas do setor do calçado.

Com a utilização destas três investigações, senti que havia uma profundidade e qualidade de trabalhos que podiam ser utilizados e cruzados para chegar a conclusões de boa qualidade.

De seguida, utilizando dados fornecidos pelo APICCAPS, assim como a sua própria avaliação da evolução do setor, foi possível realizar uma análise contextual do setor, de modo a perceber as suas necessidades, vantagens e possibilidades de crescimento.

Por fim, de modo a perceber o que se fala internacionalmente sobre a Indústria 4.0 e as suas aplicações industriais, analisei relatórios realizados por entidades independentes, com o objetivo de perceber de que modo a Indústria 4.0 permitirá ao setor evoluir e mitigar as suas fraquezas.

3.2 Investigação Empírica

3.2.1 Indústria 4.0 – Está Portugal preparado para o Futuro?

Na dissertação realizada por Rui Miguel de Couto Carvalho, este procedeu à realização de um conjunto de entrevistas com um conjunto alargado de empresas de manufatura em Portugal, utilizando uma base de dados de contactos fornecida pelo orientador da dissertação. A amostra recolhida é composta por 149 empresas portuguesas. A maioria das respostas foram dadas por indivíduos que estão no alto da hierarquia o que significa que os dados coletados podem ser considerados a representação mais precisa possível da gestão da empresa.

O questionário dispensado às empresas tinha como nome “Índice de Preparação” e era composto por três dimensões principais, que continham uma série de questões. Essas questões serão pontuadas numa escala de Likert de cinco pontos, que são pontuadas da seguinte forma:

1. Discordo totalmente;
2. Discordo;
3. Neutro;
4. Concordo;
5. Concordo totalmente;

3.2.1.1 Preparação do setor específico:

Objetivo principal da pergunta: As perguntas encontradas acima irão determinar os possíveis setores que inspiram as empresas a fazerem a transição para a Indústria 4.0. Fatores específicos às características deste setor, como tecnologia, mão de obra, despesas operacionais, procura dos clientes, preferências de fornecedores e nível de padronização, serão analisados com uma ou duas perguntas sobre cada um desses tópicos. Estas são algumas das características que foram encontradas durante a revisão de literatura que causaram mais preocupação na perspectiva das organizações

3.2.1.2 Preparação do país:

Objetivo principal da pergunta: As perguntas sobre a preparação do país vão, de certa forma, ter em conta os esforços que o governo do país está a fazer para tranquilizar as empresas daquele país. Observou-se se as empresas são de opinião que os planos futuros do país trazem estabilidade, tanto pela aposta nestas novas tecnologias como pela implementação de currículos que sustentarão uma futura força de trabalho qualificada.

3.2.1.3 Preparação da organização específica:

Objetivo principal da pergunta: Das três dimensões, esta será a que dará o olhar mais aprofundado sobre a situação específica da empresa. As capacidades da força de trabalho, o investimento monetário e intelectual, a segurança contra a espionagem industrial e os benefícios futuros, são ponderados nessas questões e, em última análise, determinarão qual é o nível de preparação para a Indústria 4.0 que a empresa possui.

A amostra recolhida é composta por 149 empresas portuguesas. A maioria das respostas foram dadas por indivíduos que estão no alto da hierarquia o que significa que os dados coletados podem ser considerados a representação mais precisa possível da gestão da empresa.

Neste conjunto de questões, as empresas com pontuação 5 (concordo totalmente) são consideradas como perfeitamente preparadas para a implementação da Indústria 4.0, enquanto os que pontuam 1 (Discordo totalmente) são exatamente o oposto.

Essa conclusão partiu do pressuposto de que as empresas que sentem que todos os aspetos da Indústria 4.0 são alcançáveis e não causarão muita turbulência na estrutura organizacional, serão as que provavelmente estarão bem informados e preparados para implementar esse novo fenómeno.

Por fim, desenvolveu-se um conjunto de quatro hipóteses que seriam ou não verificadas através dos resultados do questionário, são elas:

H1: As empresas portuguesas vão pontuar acima da média (>50%) no índice de preparação;

H2: As empresas que realizam negócios com outros países (exportação) pontuam melhor no índice de preparação;

H3: As empresas que possuem um maior conhecimento da Indústria 4.0 terão melhores resultados no índice de preparação;

H4: Empresas que operam em áreas de negócios com maior probabilidade de serem *Early Adopters* da Indústria 4.0 (fabricação, moldes, etc.) terão melhores resultados no índice de preparação.

Em relação à primeira hipótese, os resultados deste estudo mostram que as empresas estão preparadas para a Indústria 4.0. As empresas portuguesas conjunto de dados pontuaram acima de 50% no índice de preparação (57.802%). Isto só vem mostrar que as empresas que responderam ao questionário acreditam bastante nas suas capacidades, que mesmo uma mudança para a Indústria 4.0, e todas as dificuldades perceptíveis que surgiriam dessa mudança, não as diferem de pensar que serão capazes de prosperar neste novo ecossistema. Conclui-se também que as empresas portuguesas estão confiantes no seu país, isto porque como vimos anteriormente, Portugal parece estar ciente dos benefícios futuros que uma adoção antecipada da Indústria 4.0 poderá trazer para a economia, como tal, estão ativamente a fazer planos para ajudar as empresas de menor dimensão a atualizar a sua infraestrutura, criar currículos para a procura da futura força de trabalho e criar programas para o desenvolvimento de novas tecnologias, entre outras iniciativas. Isto pode ser motivação suficiente para as empresas serem confiantes no seu país e quererem dar o salto para a Indústria 4.0.

A variável que parece ter as empresas mais preocupadas é “Preparação do setor específico” (A).

Em relação à segunda hipótese, os resultados mostram que empresas que exportam terão de facto melhor pontuação no índice quando comparados às restantes que não exportam. Com esta hipótese confirmada podemos especular que, uma vez que o objetivo da Indústria 4.0 é criar uma rede em que todas as partes da cadeia de distribuição estão conectadas entre si por meio de vários componentes tecnológicos, e que essas partes da cadeia de distribuição tendem a estar espalhado por vários países, o fato de as empresas exportadoras, em certa medida verem seus ganhos diretamente afetados por fontes externas, provavelmente significará que elas estariam mais preocupadas em tornar os seus negócios o mais preparados possível para acomodar o futuro de seus vendas.

Desta forma, estas são as empresas que estarão mais informadas e preparadas para adotar a Indústria 4.0, desde que não vejam nenhuma queda no seu cash-flow.

Em relação à terceira hipótese, provou-se que de facto, quanto maior o conhecimento e envolvimento que uma empresa tem para com o Indústria 4.0, maior o valor que eles pontuam no índice de preparação.

Recomenda-se, que o governo português crie alguma sensibilização para a Indústria 4.0 e as suas características. Esta hipótese vem apenas mostrar que quanto mais uma empresa souber sobre a Indústria 4.0, mais ela verá que os riscos não são tão grandes quanto pensava originalmente, e isso pode até levar algumas empresas, que de outra forma nem pensariam na opção de uma fábrica inteligente, a adotar a Indústria 4.0.

Por fim, em relação à quarta hipótese, confirma-se que as empresas que estão posicionadas em determinadas áreas que têm maior probabilidade de dar o primeiro passo na direção da Indústria 4.0, são as que apresentam maior índice de preparação.

As conclusões que se retiram do estudo, são variadas para a premissa que se abordou. Como discutido anteriormente, Portugal como país nunca foi realmente capaz de explorar qualquer uma das três Revoluções Industriais anteriores. Mas com a quarta Revolução Industrial, Portugal tem outra oportunidade de fazer parte dos pioneiros e obter tantos benefícios como outros países. As características da Indústria 4.0 são tais que critérios como

a posição geográfica e os recursos naturais não são tão importantes como noutras Revoluções Industriais, e por isso, basta agora um investimento antecipado, por parte das empresas, das indústrias e do países, e pela existência de confiança de que as “fábricas inteligentes” podem trazer os resultados que prometem. Por exemplo, a Indústria 4.0 melhorará alguns aspetos das fábricas, tornando-as fábricas inteligentes, mas estas melhorias não são totalmente inovadoras (incrementais), com algumas delas já utilizadas em fábricas anteriores a este fenómeno, mas por outro lado, os efeitos que esta quarta Revolução Industrial terá nas empresas, nos setores e nos países são melhor classificados como algo do ponto de vista da inovação radical.

3.2.2 O Setor do Calçado em Portugal e a sua Transformação à Luz da Indústria 4.0: Um estudo de caso múltiplo.

Na dissertação realizada por Fernando Borja Santos, este procedeu à realização de um conjunto de entrevistas com responsáveis de empresas selecionadas previamente, com o principal objetivo de identificar as alterações em curso nestas empresas com o avançar da Indústria 4.0, e se este processo é encarado como uma evolução natural e necessária para a competitividade do setor. Não foi tida em consideração o ponto de situação das empresas na implementação das tecnologias, mas sim que já utilizassem o 4.0.

Nesta ronda de entrevistas participaram cinco empresas de calçado, sendo elas a Procalçado, Undandy, BenGoji Shoes, Xuz e Inlu Shoes.

Entre as empresas participantes, apenas a Undandy e a Procalçado têm produção própria, as restantes subcontratam a produção. Todas as empresas reconhecem que na generalidade, há um esforço da Indústria de calçado em Portugal na transição para a Indústria 4.0, resultante principalmente das exigências do mercado e da competitividade internacional. Um aspeto comum a todas as empresas é o facto de considerar o E-Commerce uma parte fundamental da Indústria 4.0, e de este ocupar um papel central nas suas estratégias de futuro. A maioria das empresas está presente em plataformas próprias e em plataformas multimarca, uma vez que as primeiras permitem criar uma relação mais profunda com os consumidores e as segundas são fundamentais para dar a conhecer os produtos a milhões de consumidores, representando uma oportunidade de expansão e de internacionalização. O principal recurso identificado pelas empresas para promoção das suas lojas online foram as redes sociais,

principalmente o Facebook e o Instagram, mas algumas empresas recorrem também ao Pinterest, Twitter e LinkedIn. A utilização de Google Adwords como ferramenta de Marketing Digital é, também, uma solução utilizada pela maioria das empresas entrevistadas. Relativamente à aposta em feiras internacionais do setor, existe uma dicotomia entre as empresas que vendem exclusivamente através de canais online, caso da Undandy e da Bengoji, que não incluem na sua estratégia de promoção a presença em feiras, e as empresas com distribuição através de canais físicos, em particular a Procalçado, que consideram as feiras internacionais importantes para levar a marca ao retalho e aos retalhistas que colocam a marca na rua, criando um ciclo virtuoso de reforço de marca, essencial para o crescimento. É interessante referenciar que nenhuma empresa participante nas entrevistas identificou o preço como uma razão para a preferência pela loja online, o que levanta questões sobre margens e definição de preço do produto final.

Verifica-se também que as empresas presentes neste estudo têm ainda pouca informação sobre as características socioeconómicas dos seus clientes, definindo como prioridade uma melhoria dos processos de recolha e tratamento de informação sobre os clientes, uma vez que esta informação é fundamental para a criação de novos produtos e coleções, e para a definição de estratégia.

As empresas identificam também um conjunto de dificuldades na implementação das suas estratégias de venda online, devido à grande competição internacional no setor, ao crescente número de empresas com lojas online (o que exige uma contínua aposta no Marketing e na qualidade e diferenciação dos produtos), a logística associada à posição geográfica de Portugal, dificuldades inerentes a ter uma estratégia de internacionalização baseada no e-commerce, assim como os custos elevados que estão associados à gestão de pagamentos, adaptação das plataformas aos mercados e a questões linguísticas.

Também se conclui que os principais obstáculos das empresas analisadas na implementação das suas estratégias de venda online são conseguir mão-de-obra especializada para a implementação e manutenção do sistema de vendas online, assim como a falta de notoriedade das marcas portuguesas nos mercados internacionais. Pegando nesta segunda questão, é referido também que se trata de um problema estrutural de Portugal, que o desenvolvimento do setor assentou sobretudo em premissas industriais, e não no desenvolvimento de marcas fortes, espelhando se na desproporção dos investimentos feitos

pelas empresas portuguesas em novos produtos e processos de produção em contraste com a elaboração de conteúdos de Marketing para divulgação desses mesmos produtos. Para evitar quebras no setor, é necessário começar já a apostar na criação de marcas fortes, que permitam às empresas ter um maior controlo sobre as cadeias de valor, refere uma das empresas na entrevista.

Nas conclusões que o autor retira das entrevistas, percebe-se que o processo de transição para a indústria 4.0 é de facto uma prioridade para as empresas selecionadas, e que esta evolução contribuiu para que se verificassem transformações na sua organização, quer em termos produtivos, quer em termos comerciais e na definição das suas estratégias para o futuro. Um bom aspeto que os gestores precisam de levar em consideração se quiserem melhorar a sua forma atual de conduzir os negócios, é a operacionalização do negócio, já que a forma como uma fábrica inteligente opera é muito distinta de uma fábrica comum, como tal, um plano bem pensado precisa de ser estabelecido para minimizar possíveis problemas. O tamanho da empresa foi discutido apresentado como um fator que pode influenciar o sucesso na implantação da Indústria 4.0. Isto porque, o sucesso de um investimento tão significativo era tal que apenas empresas com grande quantidade de capital disponível conseguiam alcançá-lo. Com a Indústria 4.0 o mesmo não é necessariamente a norma. Obviamente ainda existem os grandes conglomerados como a Siemens que estão a abrir caminho, mas as pequenas e médias empresas também são uma grande força motriz que está interessada na Quarta Revolução Industrial. Os problemas que geralmente impedem essas empresas menores de melhorar dessa maneira podem ser resumidos por problemas monetários e pelo processo de mudança da cultura da empresa. Os países estão a tentar resolver o primeiro problema criando fundos que permitem a aquisição de tecnologia, bem como, algumas dessas empresas menores estarem diretamente vinculadas por parcerias com grandes organizações possam ajudar na transmissão. Mas para os problemas que surgem da mudança da cultura da empresa, não há uma forma segura de abordar este assunto, mas assim como no caso da inovação prevalecente, uma boa gestão é necessária para garantir o sucesso. Durante esta dissertação observou-se que para a Indústria 4.0 trazer retornos de sucesso para uma empresa existem muitos pré-requisitos que precisam ser atendidos, como a implementação de todos os componentes tecnológicos (CPS, IoT, Big Data, etc.) não só pela própria empresa, mas pelos diferentes parceiros da cadeia de distribuição. Estas mudanças não são baratas ou fáceis para a estrutura do negócio, além de não haver garantia de que

funcionarão para todas as empresas. E, no entanto, porque há um interesse tão grande do mundo empresarial por este fenômeno? A resposta pode vir das promessas feitas por essas mudanças.

O nível de confiança que uma empresa deve ter em relação a um assunto tão significativo como uma nova Revolução Industrial, que apresenta a possibilidade de mudar a forma como toda a empresa lida com seus negócios, tem de ser muito alto. Questões como alterar o funcionamento interno da empresa, se não forem feitas corretamente, podem ter efeitos tão graves quanto o encerramento da referida empresa.

Portanto, uma empresa precisa de ter uma visão muito clara do seu futuro e, no caso da Indústria 4.0, ter uma noção clara dos fenômenos de um bom gestor, bem como, uma ideia sólida trazem para a probabilidade de sucesso. Infelizmente para a maioria, a Indústria 4.0 ainda é um conceito muito novo, como tal, não existem muitas empresas que a adotaram, fazendo com que as outras empresas não tenham uma compreensão clara das taxas de sucesso. Esta ponderação das vantagens e desvantagens da implantação da Indústria 4.0 é algo que se tentou analisar com o questionário. As empresas que estão cientes de sua posição em relação à adoção e os possíveis ganhos e problemas que podem surgir, tenderão a pontuar mais alto na escala Likert. Ou seja, quanto mais próxima a pontuação de uma empresa de 5, maior a probabilidade de ela estar preparada para enfrentar os problemas. Portugal parece ter empresas preparadas e dispostas a adotar a Indústria 4.0. Além disso, todas as empresas questionadas parecem ter algumas características que as apontam como as primeiras candidatas ideais para a integração da Indústria 4.0. Este facto poderá ser um ponto de ajuda para o governo português se concentrar, pelo menos numa fase inicial, nas empresas com este tipo de características, e mais adiante tentar ajudar todo o tipo de empresas. Este é um ponto importante a ser destacado, pois a maioria das empresas só se convencerá de que a Indústria 4.0 é um investimento que vale a pena quando virem outras empresas alcançando esse sucesso, e as empresas com maior probabilidade de obter sucesso com a Indústria 4.0 são as empresas que estão bem informados, têm ligação direta com parceiros fora do país e atuam em setores de alta dependência nas linhas de produção. Portugal e, em particular, as empresas do país, têm a possibilidade de tirar partido da Indústria 4.0, uma vez que parecem conhecer a sua posição atual, bem como, o que precisam de realizar para que este fenômeno se expandirá no futuro. Isto é suportado pelos valores do índice de preparação que foi recolhido junto das empresas portuguesas. E com isso, finalmente temos apoio suficiente

para responder à pergunta principal - “Portugal está preparado para o futuro?” Podemos dizer que sim.

3.2.3 Os Impactos da Implementação de Tecnologias da Indústria 4.0 no Setor do Calçado Português.

Na dissertação realizada por Francisca Gomes Silva, esta procedeu à realização de um conjunto de entrevistas com responsáveis de empresas selecionadas previamente, com o principal objetivo de identificar os impactos da implementação destas tecnologias nestas empresas com o avançar da Indústria 4.0. Neste estudo, dez produtores de calçados foram selecionados para serem entrevistados sendo que um dos objetivos dessa seleção foi poder ter uma noção real da realidade e perceções dos envolvidos do setor em relação à Indústria 4.0, assim, com a expectativa de conhecer gestores que apresentassem diferentes noções e abordagens sobre ela, com diversos graus de implementação observada nas suas instalações de produção.

A amostra utilizada nesta investigação pode ser separada em dois grupos principais de *clusters*, sendo um focado nas fábricas de São João da Madeira e o segundo grupo em Felgueiras. Duas entrevistas extras foram adicionadas com o objetivo de ter uma amostra mais completa para a investigação. Estas duas empresas, não se localizam em Felgueiras nem em São João da Madeira, mas foram especificamente escolhidas devido ao seu elevado grau de automatização e por serem tecnologicamente mais avançadas do que as restantes fábricas utilizadas nesta investigação. Os dois principais grupos (Felgueiras e São João da Madeira) são formados por 4 empresas que atuam no setor do fabrico de calçado. Para melhor contextualizar as informações retiradas das entrevistas, é importante entender as diferentes realidades destes dois locais distintos em relação às condições de fabricação. S. João da Madeira é conhecida como a “Capital do Calçado” portuguesa pelo facto de ter sido aqui que, em 1483, foi registada a primeira fábrica de calçado em Portugal. Hoje, esta indústria é conhecida por ser menos avançada tecnologicamente, quando comparada com outras localidades como Felgueiras, mas o tipo de produto também é diferente. A produção em São João da Madeira é tipicamente focada em calçados de melhor qualidade e em um tipo de produção complexo que exige atividades mais intensivas em mão de obra. Felgueiras, por outro lado, é conhecida por ter uma capacidade de produção superior a 45 e produzir maiores volumes do mesmo design, o que nos primeiros anos estava ligado a produtos de

menor qualidade, mas atualmente, devido aos avanços tecnológicos das máquinas e processos, essas fábricas são mais capazes de produzir grandes quantidades, mantendo altos padrões de qualidade.

De forma a conhecer melhor o setor do calçado português, foi realizada uma entrevista ao gestor do CTCP e também a dois gestores diferentes da APICCAPS. As seguintes entrevistas foram realizadas a dez empresas diferentes, quatro localizadas em Felgueiras, quatro localizadas em São João da Madeira, uma em Guimarães e a última em Pedroso, Vila Nova de Gaia. Onze das entrevistas foram realizadas in loco e tiveram a duração média de uma hora cada. Por dificuldades de agendamento, uma das entrevistas foi realizada por telefone. Todas as entrevistas foram realizadas com os gestores das fábricas. Onze das entrevistas foram presenciais, enquanto apenas uma das entrevistas foi feita por chamada de telemóvel devido à incompatibilidade de horários. Todas as entrevistas foram gravadas para posterior elaboração da transcrição. No início das entrevistas, foi feita uma breve exposição sobre o conceito de Indústria 4.0, como alguns exemplos das aplicações das tecnologias na indústria do calçado de forma a garantir que todos os gestores entrevistados tivessem algum conhecimento sobre o tema. Também foi dada uma explicação sobre o objetivo deste estudo. Estas entrevistas foram conduzidas de forma a ter uma noção da realidade e mais informação do que está a ser feito nas empresas portuguesas tecnologicamente mais avançadas. Neste caso, a variável mais importante para análise foi o alto grau de automação e digitalização das empresas. Outro aspecto importante é que apenas dois fabricantes possuem marcas próprias que são comercializadas de acordo com suas regras e políticas de marketing. Estas duas empresas, ao contrário das outras 8 empresas entrevistadas, atuam no segmento B2B, o que significa que possuem investimentos significativos em marketing e posicionamento de marca. Neste sentido, foi possível perceber que todos os fabricantes que fizeram parte deste estudo conhecem bem todas as tecnologias que são lançadas no mercado, embora alguns dos entrevistados não conheçam o termo “Indústria 4.0”. A APICCAPS e o Centro Tecnológico fazem um extenso trabalho para manter os fabricantes informados de todas as tecnologias. No setor do calçado, é possível perceber que este tipo de conhecimento já existe há muito tempo, com objetivo de tornar os equipamentos mais inteligentes, trabalhando em diferentes linhas de operação, modelo de flexibilidade de produção e diferentes modelos de gestão. Todas essas mudanças são aspetos muito importantes principalmente para setores que dependem da moda e que possuem

grande sazonalidade. O foco agora, é aprofundar e intensificar a velocidade de implementação, para que as tecnologias da revolução 4.0 não sejam novas e disruptivas.

Tratando-se das tecnologias conhecidas pelos fabricantes, é possível verificar que todos os entrevistados conhecem bem as novidades mais importantes lançadas no mercado. Algumas destas tecnologias, como a máquina de corte automática, estão no mercado há pelo menos 20 anos. Estas máquinas e tecnologias vão evoluindo e melhorando a sua eficiência ao longo dos anos e, naturalmente, as empresas que as utilizam acompanham todos os avanços tecnológicos. Importa também, ao analisar o grau de digitalização das empresas portuguesas, compará-las com outros players do mercado mundial, sendo que os mercados espanhol e italiano são os dois concorrentes mais diretos da indústria portuguesa de calçado. Tabela 3: Grau de digitalização da indústria portuguesa de calçado 65 mais avançado no mundo, pois, ao analisar o investimento realizado nas fábricas, os italianos e os espanhóis praticamente não investiram ao longo de os anos e continuar a produzir sapatos como há vinte anos. Em relação às opiniões recolhidas, a maioria dos fabricantes afirma que há avanços significativos em relação às tecnologias disponíveis para o setor, mas que esta indústria ainda é muito dependente do trabalho humano. Mesmo fábricas tecnologicamente mais avançadas, como Mazoni, Procalçado e AMF, relatam que, nas suas opiniões, o processo de digitalização e automação da indústria ainda está em estágio inicial.

De acordo com as informações recolhidas, é possível perceber que a maioria das empresas entrevistadas já implementou a máquina de corte automático. Segundo João Maia- Diretor da APICCAPS - a máquina de corte automática é provavelmente a tecnologia mais importante e exemplo do que é a Indústria 4.0 no setor do calçado português. Esta tecnologia vem sendo implementada há mais de 20 anos, mas continua a ser aprimorada para melhor responder às necessidades dos players do setor. Quatro empresas afirmam que já utilizam a máquina de costura automática, a fim de obter mais eficiência e ter processos mais rápidos. Isso pode ser de grande valor, especialmente devido ao fato de que está a ficar cada vez mais difícil encontrar mão de obra qualificada. A desvantagem desta tecnologia é que ainda exige alto investimento em relação aos materiais específicos para cada novo modelo. Numa época em que é mais comum ter encomendas de linhas menores, introduzir um investimento considerável em tecnologia como esta, tem que ser uma decisão pensada com muito cuidado para qualquer player do setor. Em relação às máquinas de montagem automática, geralmente os processos são mais trabalhosos e a taxa de automação é baixa. A partir dos dados

recolhidos, é possível constatar que apenas três dos fabricantes possuem máquinas de montagem automática – Mazoni, Procalçado e AMF - Calçados de Segurança. Estas são as empresas mais avançadas tecnologicamente, e também as com maior grau de automação. Quanto à AMF, é a primeira empresa do mundo a investir na tecnologia 3D Bonding. Esta tecnologia permite a ação simultânea em que uma injeção une todas as peças do produto em poucos segundos. Alguém facilmente coloca os materiais num molde 3Dimensional acabado. Em seguida, com uma injeção de polímero - as peças unem se criando o produto acabado. Com esta tecnologia, a empresa conseguiu encurtar o ciclo de produção, ao invés de passar pelas cinco etapas que normalmente são necessárias para a produção de um sapato (corte, costura, montagem, colagem ou injeção e acabamento), agora é possível produzir com apenas três fases, corte, injeção e acabamento. Apenas uma das empresas - Samba S.A.- utiliza o armazenamento automático. Isto deve se à necessidade de evitar custos que surgem com cortes danificados.

A maioria das empresas (seis) também possui um sistema de gestão integrado. Isto significa que trabalham com programas que permitem que todas as informações da empresa sejam armazenadas num lugar-comum. Todos os diferentes departamentos têm acesso a essas informações, e é possível compartilhar e trabalhar em linha. Existem sistemas mais complexos e completos do que outros. A maioria dos sistemas utilizados nesta amostra de estudo é um sistema mais simples que permite que todos os departamentos estejam conectados e tenham acesso às informações uns dos outros. Uma das principais vantagens deste sistema é o fato de ser possível ter sempre acesso fácil ao stock, evitando que o departamento de compras adquira itens que já estão no inventario. A Procalçado possui um sistema ERP mais complexo, chamado SAP. Este sistema oferece soluções de ponta a ponta para finanças, logística, distribuição e estoques. Ao trabalhar com estes programas, permite-se aos trabalhadores terem sempre acesso à informação em tempo real através de uma ligação à internet. A maioria dos sistemas também são personalizáveis, o que significa que os fabricantes podem ajustar algumas das funcionalidades do programa, de acordo com as necessidades das suas tarefas operacionais. Quanto às soluções avançadas de monitorização digital de calçado em tempo real (códigos QR; etiquetas RFID), cinco dos fabricantes entrevistados afirmam ter implementado estas tecnologias de forma a ter um controlo mais apurado, não só das matérias-primas que chegam ao fábrica, mas também dos materiais na fase WIP. Esta é uma característica muito importante destas novas tecnologias e deve ser

feita de acordo com o sistema de gestão adotado. É possível notar que diferentes empresas possuem diferentes formas de implementação de tecnologias, o que pode afetar toda a empresa, ou apenas alguns dos departamentos. A empresa já implementou códigos QR, registro de operações em chão de fábrica, de forma a trabalhar de forma *paper free*, ou seja, ter o LCD e *touchscreen*, onde os pedidos caem diretamente com recursos aos algoritmos que discriminam a sequência de Produção. Já está tudo integrado, e o pedido aparece no monitor com as quantidades e detalhes do produto.

Alguns dos principais benefícios desta quarta revolução industrial podem estar ligados ao fato de que a Indústria 4.0 possibilitará a coleta e análise de dados entre máquinas, permitindo processos mais rápidos, flexíveis e eficientes para produzir bens de maior qualidade a custos reduzidos. Isso aumentará a produtividade da manufatura, mudará a economia, promoverá o crescimento industrial e modificará o perfil da força de trabalho – alterando em última análise a competitividade de empresas e regiões. Melhorias na eficiência, flexibilidade de produção, aumento da qualidade do produto e melhorias nos tempos de produção são os principais pontos apontados como benéficos e que são resultado da implementação das tecnologias 4.0 da Indústria. Outro aspeto importante está no fato de que, por ter uma produção mais dependente de máquinas e processos automáticos, a dependência de mão de obra especializada é menos predominante, o que pode ser muito útil principalmente num momento em que há carência de trabalhadores qualificados. Todos os doze entrevistados apontam à escassez de mão de obra disponível e quão difícil é encontrar trabalhadores que tenham motivação para realizar este tipo de tarefas em uma fábrica.

Em relação aos obstáculos mencionados pelos entrevistados, é possível perceber que há alguns tópicos recorrentes nas suas respostas. O obstáculo mais citado foi a dificuldade em encontrar mão de obra qualificada. Este é um tema recorrente que foi levantado muitas vezes durante as entrevistas e que está ligado ao fato de que, atualmente, a mão de obra humana é muito escassa e a disposição das pessoas para trabalhar nas fábricas também é muito baixa. Outro ponto que foi muitas vezes mencionado tem a ver com o facto de os fabricantes estarem agora a enfrentar uma mudança nas especificidades das encomendas que recebem dos seus clientes. Se antigamente as exigências dos clientes eram mais homogêneas, hoje essa realidade não é tão observada. Os requisitos dos clientes são mais heterogêneos, o que significa que os pedidos são de séries menores de produtos e designs diferentes. Isso exige maior flexibilidade de produção por parte dos fabricantes, o que pode ser um grande

retrocesso na implementação dessas tecnologias. É possível também concluir que nem todas as tecnologias auxiliam em termos de flexibilidade de produção, embora sejam extremamente importantes em termos de automação e melhoria do tempo de produção.

Em relação aos impulsionadores para a implementação das tecnologias da Indústria 4.0, é importante analisar as opiniões dos fabricantes entrevistados que possuem uma visão geral experiente sobre o assunto. Todos os entrevistados têm opiniões semelhantes sobre este assunto. Os principais impulsionadores para a implementação das tecnologias 4.0 da indústria são os programas de formação dos trabalhadores. Afirma-se que as tecnologias estão disponíveis e melhorando a cada ano. Agora, com o investimento certo, a tecnologia permite uma produção e processos muito mais autônomos, mas a questão principal está nos trabalhadores e na sua capacidade de operar essas tecnologias.

No processo integração de Tecnologias de Informação por meio do uso das práticas da Indústria 4.0 no nível organizacional, as empresas geralmente enfrentam falta de talento para planejar, executar e manter novos sistemas. O número de engenheiros treinados na gestão de dados não estruturados e ferramentas de Big Data – cruciais para o tipo e a escala de dados gerados por sistemas conectados – está aumentando gradualmente, mas ainda está muito aquém da procura prevista. O desafio também se estende ao chão de fábrica. Com vasta experiência em manufatura convencional, muitos líderes sentem se desconfortáveis com a manufatura avançada: simplesmente têm menos experiência com as propriedades e comportamento dos materiais, bem como com as tecnologias e metodologias que utilizam. Isto pode resultar numa hesitação ou falta de vontade de adotar novas abordagens. Estas informações devem ser levadas em consideração ao analisar os impactos da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na força de trabalho das empresas. Com a implementação de novas tecnologias nas fábricas, também será necessário investir em trabalhadores qualificados, como engenheiros e gerentes, capazes de realizar tarefas de back office como programação das máquinas e controle e monitoramento da produção gerada por essas novas tecnologias.

3.2.4 Conclusões

A partir deste conjunto de entrevistas, é possível retirar diversas conclusões. Primeiramente, é importante perceber que os diversos players do mercado que participaram

nestas entrevistas identificam e aceitam a Indústria 4.0 e os seus avanços tecnológicos como essenciais para o futuro do setor. No entanto, apesar de considerarem essenciais, ainda existe uma baixa exploração e aplicação destas tecnologias na vertente de gestão e marketing. Por outro lado, a vertente de produção já possui algumas das tecnologias referidas, um avanço no processo de transição, em comparação com os países concorrentes de Portugal, já que a vertente de produção é a que exige mais investimento.

Este conjunto de entrevistas permitiu também concluir que na generalidade, as empresas partilham a mesma visão estratégica sobre os processos de transição para a Indústria 4.0.

Outra das conclusões que se obtém é que os próprios entrevistados identificam a área do Marketing como uma área a trabalhar para o futuro do setor, sentindo a necessidade de trabalhar a questão de marca para fazer os produtos chegarem aos mercados internacionais. O principal problema identificado nestas entrevistas em relação à Indústria 4.0 e à transição para o conjunto de tecnologias que diz respeito é a falta de mão-de-obra e de formação qualificada para as necessidades que essas tecnologias exigem das empresas.

3.3 Competitividade Empresarial

Neste capítulo estão presentes alguns dados relevantes relacionados com a indústria do calçado português. Mesmo enfrentando adversidade económica, o sector do calçado português é um caso de sucesso com a capacidade de se adaptar às mudanças do mercado e ser competitivo perante os obstáculos. Irei primeiramente concentrar-me em definir e contextualizar o sector do calçado português e de seguida, irei focar-me em apresentar quais as oportunidades criadas pela aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 no Marketing.

3.3.1 Enquadramento Histórico

O setor nacional do calçado desenvolveu um processo de expansão gradual a partir dos anos 70, no âmbito da primeira fase de integração de Portugal no espaço económico europeu. De referir que nesta fase, a indústria estava orientada para a produção em massa e de baixo custo (DGAE, 2017).

Uma década depois, em 1985-86, a entrada de Portugal na CEE transformou profundamente o quadro em que exercia as suas atividades. Esta transformação culminou em 1999 com a

criação do euro, que pôs fim à possibilidade de desvalorização competitiva da moeda nacional (APICCAPS, 2021). A entrada da China na Organização Mundial do Comércio em 2001 agravou o desequilíbrio comercial na Europa, afetando negativamente as empresas nacionais. Apenas três anos depois, em 2004, a competição se intensificou ainda mais com a adesão de 10 países à UE, principalmente do antigo Oriente. Para responder a este contexto adverso, a opção estratégica do setor foi dirigir a sua atuação para produtos de maior valor acrescentado. Os mercados europeus, por apresentarem elevado poder de compra e uma grande proximidade, física e cultural, foram o alvo das atenções (DGAE, 2017). Define-se como Indústria do Calçado todas as organizações que estão ativas na produção de todo o tipo de calçado, independentemente do género ou tipo de calçado. Esta evolução e desenvolvimento é realçada pela APICCAPS, no seu relatório de 2021:

“Se algumas décadas atrás o setor era formado principalmente por bons produtores de calçados de baixo custo, no décadas seguintes o setor evoluiu muito. Modernizou-se tecnologicamente: as fábricas estão hoje entre as mais avançadas do mundo.

A aposta na flexibilidade e resposta rápida às necessidades do mercado: se antes o setor só aceitava encomendas de milhares de pares, hoje aceita encomendas de dezenas ou até mesmo unidades. Acima de tudo, reforçou-se muito a capacidade de conceber um produto, a pedido dos seus clientes ou da sua própria iniciativa. Portugal é hoje reconhecido internacionalmente pela seu calçado sofisticado e de qualidade, orgulhoso das suas origens.”

A indústria nacional de calçado conseguiu reorganizar-se e modernizar-se, apostando em novas estratégias, baseadas na rapidez e na flexibilidade, com a finalidade de conseguir responder, em tempo útil, a qualquer encomenda. Ao longo do tempo, foi melhorando a qualidade dos produtos, adaptando-se às exigências da procura de cada mercado e tornando-se fortemente competitiva (DGAE, 2017).

Por outro lado, as empresas nacionais tiveram de assumir novas responsabilidades, procurando novos clientes, definindo novas estratégias de marketing assentes na internacionalização e promoção. A participação em feiras internacionais e a comercialização internacional dotaram a indústria nacional de *Know-how* sobre a atuação nos mercados externos. A competitividade da indústria nacional assentou na sofisticação da oferta, com

base na criação de coleções e marcas próprias, que permitiram uma alteração na imagem do calçado português a nível internacional, passando a estar associada à moda, à criatividade e ao design, sem esquecer o *Know-how* e a qualidade de fabricação (DGAE, 2017).

3.3.2 Situação Atual do Setor em Portugal

É considerada uma indústria altamente complexa e muito fragmentada na cadeia de valor, em que grandes organizações competem ou trabalham lado a lado com empresas mais pequenas e especializadas. Trata-se de um mercado altamente competitivo, principalmente no que diz respeito à relação com o consumidor final.

Nos últimos anos, verificou-se um crescimento estável, e de acordo com as previsões, esperasse que o mesmo continue nos próximos anos. De acordo com a APICCAPS, desde 2010 as exportações de calçado português aumentaram 29%, nas mais de 1500 empresas a operar no mercado, empregando mais de 40 mil pessoas. Estas exportações dizem respeito a 1.6 mil milhões de euros. Os mercados mais relevantes para o calçado português são a Alemanha, França e Países Baixos, no entanto nota-se um crescimento elevado nas exportações para os Estados Unidos da América.

É importante referir que 90% das empresas de calçado estão localizadas a cerca de 50km da cidade do Porto, em especial em Felgueiras e Guimarães, assim como Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira e São João da Madeira, definindo assim o cerne do *cluster* português do calçado.

A especialização principal de Portugal é o calçado de pele, um subproduto desperdiçado da indústria alimentar. No entanto, nos últimos anos, o setor tem expandido e diversificado para outras áreas como o calçado de proteção, o calçado à prova de água e o calçado de tecido.

No que diz respeito ao funcionamento do mercado, a principal estratégia de diferenciação é o preço. A estratégia de preço é a principal estratégia para segmentar o mercado e atrair consumidores de nicho, refletindo-se na qualidade do produto final. No entanto, é importante referir a falta de trabalho desenvolvido na criação de estilos e marcas que ficam na memória dos consumidores e ganham espaço lá fora. O mercado atual está em constante mudança e os consumidores precisam e esperam ver variedade de modelos a um ritmo “alucinante” .

Neste sentido, as empresas têm de estar preparadas para criar, produzir e entregar produtos baseando se na procura em tempo real pelos mesmos.

De acordo com a APICCAPS, o *cluster* do calçado tem a sua própria rede de apoio, reconhecida nacional e internacionalmente, constituída pela sua associação empresarial, centro tecnológico e centro de treino profissional. Neste sentido, as empresas de calçado possuem uma relação muito próxima os mais recentes desenvolvimentos tecnológicos do setor. Os sapatos fabricados em Portugal são dos mais caros e de melhor qualidade a nível mundial, mas é necessário criar mais marcas próprias para alcançar prestígio idêntico ao do calçado italiano. A criação e desenvolvimento de marcas próprias, associadas ao investimento na promoção externa têm possibilitado a conquista de novos clientes. Deste modo, e no âmbito da política de inovação da indústria do calçado, tem se verificado uma aposta cada vez maior das empresas portuguesas nas suas próprias marcas. Algumas marcas nacionais foram reconhecidas internacionalmente, com prémios de inovação e design, que premiaram o desenvolvimento de calçado de elevado valor acrescentado. O lançamento de uma nova marca tem, contudo, riscos e custos elevados, exigindo um investimento contínuo. É essencial apostar no marketing e em campanhas de alta qualidade para atrair mais clientes (DGAE, 2017).

Assim, a DGAE e a APICCAPS definem claramente que a competitividade da indústria nacional do calçado assenta, maioritariamente, na qualidade dos materiais, no design, na inovação, no marketing e gestão empresarial, e referem ainda que a aposta futura da indústria deve passar pela digitalização e pela necessidade de introdução de mais tecnologia no processo produtivo, assim como a formação profissional e académica, levando para a frente a expansão e modernização do setor.

No âmbito da indústria 4.0 e da nova revolução industrial, que passa pela introdução intensiva de novas tecnologias e a aproximação ao cliente final, a APICCAPS tem o objetivo de tornar a indústria portuguesa de calçado como a mais avançada a nível mundial, no período de dez anos. Para isso, define como necessário e essencial o investimento em áreas, nomeadamente o marketing e as vendas online, e promover a interligação entre empresas e universidades, sem esquecer a aposta em mão de obra qualificada e em novos modelos de negócio.

3.4 Relatórios de Investigação

3.4.1 Smartening up with Artificial Intelligence (AI) -What's in it for Germany and its Industrial Sector?

Neste estudo realizado pela empresa de consultoria empresarial americana McKinsey aborda-se a aplicação da Inteligência Artificial na Alemanha e no seu setor Industrial, quais as possibilidades e efeitos que a tecnologia traz para o setor.

O relatório conclui que a automação alimentada pela Inteligência Artificial é uma das mais significativas fontes de produtividade. O que é algo bastante importante para as economias altamente desenvolvidas, já que com o envelhecimento rápido da população, a necessidade da automação será cada vez mais importante para atingir metas de PIB.

Espera-se que a Inteligência Artificial aumente o desempenho em todos os setores e especialmente naqueles assentes em processos simples e consistentes, como o setor industrial da Alemanha.

A aplicação da Inteligência Artificial pode aumentar a produtividade na Alemanha de 0,8 a 1,4% ao ano.

Os autores escolhem várias situações em que a introdução da Inteligência Artificial apresenta maior potencial:

- Operações de Fabrico: A manutenção preventiva melhorada pela Inteligência Artificial permite uma melhor previsão e prevenção de falhas nas máquinas, combinando dados de sensores avançados de Internet das Coisas (IoT) e documentos de manutenção, bem como fontes externas. É possível um aumento de produtividade dos ativos em até 20% e os custos gerais de manutenção podem ser reduzidos em até 10%. Robôs colaborativos e sensíveis ao contexto melhorarão o rendimento da produção com base na interação homem-máquina permitidas pela Inteligência Artificial em ambientes de trabalho intensivo. Assim, aumentos de produtividade de até 20% são viáveis para determinadas tarefas – mesmo quando as tarefas não são totalmente automatizadas. O aumento do rendimento na fabricação com tecnologia de Inteligência Artificial resultará em taxas de desperdício inferiores e custos de

testagem reduzidos, vinculando milhares de variáveis entre grupos de máquinas e subprocessos. Por exemplo, na indústria de semicondutores, o uso de Inteligência Artificial pode levar a uma redução no desperdício em até 30%. Testes de qualidade automatizados podem ser realizados através da Inteligência Artificial. Ao utilizar técnicas de reconhecimento avançado para inspeção visual e detecção de falhas, é possível traduzir em aumentos de produtividade de até 50%. Especificamente, inspeção visual baseada em Inteligência Artificial baseada em reconhecimento de imagem pode aumentar as taxas de detecção de defeitos em até 90% em comparação com a inspeção humana.

- **Processos de Gestão:** O gestão da cadeia de distribuição melhorada por Inteligência Artificial melhora muito a precisão das previsões enquanto aumenta simultaneamente a otimização do reabastecimento de stock. Reduções entre 20 e 50% em erros de previsão são viáveis. Vendas perdidas devido a produtos não estarem disponíveis pode, ser reduzidas em até 65% e reduções de stock de 20 a 50% são alcançáveis. A automação da função de suporte aos negócios garantirá melhorias na qualidade do processo e eficiência. Taxas de automação de 30% são possíveis em todas as funções. Para o específico exemplo de service desks de Tecnologias Artificial, são esperadas taxas de automação de 90%.

Este estudo apresenta opções de utilização das tecnologias, seja em processos de fabrico, seja em processos de gestão. No que diz respeito às opções de uso no processo de fabricação, elas são:

Manutenção preventiva melhorada por Inteligência Artificial - A manutenção preventiva visa melhorar a produtividade dos ativos utilizando dados para antecipar falhas nas máquinas. Um método bem estabelecido e relativamente simples de reconhecer falhas no início é monitorização da condição das máquinas. Se novo sensores e dispositivos da Internet das Coisas podem ser integrados em processos e operações de produção, a disponibilidade de dados aumenta drasticamente. Algoritmos baseados em Inteligência Artificial são capazes de reconhecer erros e diferenciar o ruído das informações importantes para prever avarias e orientar decisões futuras.

Este processo dar-se-ia por fases, primeiramente os sensores detetam, por exemplo, ruídos ou vibrações e enviam dados para a base da Inteligência Artificial para processamento, depois Algoritmos de *Machine Learning* (por exemplo, detecção de anomalia) prevêem com precisão necessidades de manutenção de peças de máquinas, deste modo, um trabalhador de manutenção recebe automaticamente sugestões sobre a manutenção prevista e pode colocar na calendarização uma manutenção. A manutenção preventiva reduz em muito tempo de inatividade da máquina causados pela manutenção em comparação com outras abordagens. Comparando com a abordagem tradicional de monitoramento tradicional ou estratégia de manutenção clássica como troca baseada no tempo de utilização, pode-se esperar uma melhoria considerável devido a melhor previsão de falhas. Dependendo do ponto de partida e o nível de redundância, a disponibilidade da máquina pode ter aumentos de mais de 20%. Custos com inspeção podem ser reduzidos em até 25% e uma redução de até 10% dos custos anuais de manutenção.

Robôs colaborativos e sensíveis ao contexto - Os robôs industriais de hoje ainda enfrentam a limitação de geralmente não poderem reagir às mudanças no seu contexto de trabalho, e precisam de operar em locais fechados, designados apenas para robôs. Os avanços significativos em Inteligência Artificial, no entanto, estão a permitir uma nova geração de robôs de automação: robôs flexíveis que precisam de menos tempo de configuração e são mais fáceis de incorporar em ambientes específicos. Isso inclui um ambiente compartilhado de robôs e humanos. Existe uma vantagem significativa por meio de mais colaboração entre a força de trabalho humana e o contexto robôs, especialmente em indústrias de montagem pesada. Este processo funciona de maneira simples, um instrutor humano guia o robô no processo de aprendizagem, guiando o mesmo nos movimentos necessários para a sua função. Colaborando naturalmente com os movimentos do humano, as mãos robôs continuam a aprender e a melhorar o seu algoritmo. Uma vez terminado o processo, o robô repete a rotina de movimento independentemente do humano, sendo capaz de automaticamente adaptar a mudanças no seu ambiente. A McKinsey estima existir um potencial aumento de 55% nas atividades atuais no setor de manufatura da Alemanha, liberando mão de obra para outras áreas de trabalho de valor acrescentado. Empregando robôs sensíveis ao contexto nos processos logísticos relacionados com a entrega de peças de produtos, por exemplo, deve produzir ganhos de eficiência de 5 a 10% no Picking e de 15 a 20% redução no tempo de viagem. Os robôs colaborativos são particularmente relevante no que diz respeito às tarefas

que são não totalmente automatizáveis. Nessas configurações, eles mantêm o potencial de aumentar a produtividade em até 20%. Poupança adicional resulta de uma redução do custo de desenvolvimento e nos custos de implantação em novas tarefas (devido à relativa simplicidade de instruir robôs em novos procedimentos de movimento), bem como fábricas com design mais simples, possibilitado por um nível de segurança que elimina a necessidade de áreas “somente robôs” nas fábricas. A implementação de robôs flexíveis e adaptáveis vai mudar a forma como os processos de fabricação são configurados. As linhas de fabricação se parecerão mais com corredores de trabalho flexíveis onde humanos e robôs trabalham lado a lado e um número crescente de as tarefas são executadas por um sistema.

Aumento de rendimento na fabricação - Perdas de rendimento, ou seja, produtos que precisam ser descartados ou precisam ser retrabalhados devido a defeitos, desempenham um papel importante em ambientes de manufatura complexos. O processo de produção de chips semicondutores em várias etapas é um exemplo significativo porque o ciclo de produção vai normalmente de várias semanas a meses e incluem vários processos intermediários de teste de qualidade. O custo de testagem e as perdas de rendimento na produção de semicondutores podem constituir até 20 a 30% do custo total de produção. Disponibilidade de dados é tipicamente alta em fábricas de semicondutores devido ao seu alto grau de automação e equipamentos de produção avançados, muitas vezes com arquivos que permitem a visualização de informações detalhadas de produção datando meses ou anos. O dinheiro poupado por algoritmos de teste baseados em Inteligência Artificial que levam a melhores rendimentos, abrangem várias dimensões. Primeiro, a análise de contexto permitida pela Inteligência Artificial pode melhorar o rendimento, reduzindo as taxas de desperdício. Segundo, minimizar a quantidade de equipamentos e manutenção necessário, a Inteligência Artificial pode melhorar a eficácia geral do equipamento. Terceiro, procedimentos de teste otimizados por Inteligência Artificial são mais baratos.

Testagem de qualidade automatizada - A garantia de qualidade na produção é de importância crítica para o sucesso a longo prazo dos Produtos e Serviços. Os sistemas de garantia de qualidade normalmente exigem investimento inicial intenso e testes extensivos e calibração. Um exemplo particular é um sistema visual de inspeção de qualidade para uma linha de produção de vários produtos como placas de circuito ou calçado. Abordagens atuais para inspeção visual automatizado segue, por exemplo, uma comparação pixel a pixel de uma imagem de referência ideal de um produto com uma imagem do produto específico para

teste. Tal metodologia só é viável, no entanto, se as pré-condições relacionadas à tarefa e ao ambiente forem conhecidas. Idealmente, é fornecida à ferramenta uma montagem perfeita do produto dentro das circunstâncias ideais, assim como apresentação dos tipos de defeitos possíveis. Além disso, para o operador, a confiança nos resultados do processo de inspeção automatizado é de grande importância. Um grande número de falsos positivos podem reduzir essa confiança, correndo assim qualquer benefícios da automação. Os recentes avanços na garantia de qualidade baseada em Inteligência Artificial prometem aumentos de produtividade de até 50%. Para inspeção visual com inteligência artificial, detecção com precisão dos defeitos aumenta enquanto simultaneamente a flexibilidade é aprimorada e os tempos de implantação menores. Melhorias de até 90% na detecção de defeitos em comparação com a inspeção humana são possíveis utilizando sistemas baseados em Deep Learning. Este reduz os custos associados ao transporte de má qualidade dos produtos. A eficiência e a velocidade são melhoradas à medida que a necessidade de intervenção humana é reduzida significativamente.

No que diz respeito às opções de uso no processo de gestão, elas são:

Gestão da cadeia de distribuição melhorado por Inteligência Artificial - Uma cadeia de distribuição que funcione bem é a espinha dorsal de praticamente todos os setores. Para permitir uma correspondência aproximada entre oferta e a procura, uma previsão com precisão da procura aliada a estratégias de otimização de reabastecimento é fundamental. Isto é especialmente relevantes em configurações de produção *Just-in-Time* onde ciclos curtos e a necessidade de possuir a quantidade certa de stock são fundamentais para alcançar uma vantagem competitiva. Atualmente, é quase impossível de alcançar, uma cadeia de distribuição que funciona com máximo desempenho em todos os momentos. Isto é causado por fatores internos e externos de grande complexidade. Fatores internos incluem a introdução de novos produtos, a expansão de redes de distribuição, ou promoções de curto prazo em um contexto B2C. A sazonalidade extrema e mudanças na percepção do cliente ou na cobertura dos media estão entre os fatores externos. Sistemas tradicionais de previsão e reabastecimento são sobrecarregados pela quantidade de dados que, por exemplo, vêm de dispositivos da Internet das Coisas e pelo número de fatores de influência. Assim, a produção *Just-in-Time*, muitas vezes dependem de uma cadeia de distribuição que é altamente eficiente em condições normais, mas à custa da flexibilidade, ou seja, a incapacidade de reagir rapidamente a mudanças no contexto.

Esperam-se que as abordagens baseadas em Inteligência Artificial para previsão possam reduzir os erros de previsão em 30 a 50% em algumas situações. Os benefícios da aplicação da Inteligência Artificial na gestão da cadeia de distribuição, no entanto, vai muito para além disso. Vendas perdidas devido à indisponibilidade do produto podem ser reduzidas em até 65%. Espera-se que os custos relacionados com o transporte e armazenamento de mercadorias e administração da cadeia de distribuição diminuam em 5 a 10% e 25 a 40%, respetivamente. Devido à Inteligência Artificial, reduções gerais de stock de 20 a 50% são possíveis.

Automação da função de Suporte aos Negócios - Embora as funções de suporte ao negócio, como finanças, recursos humanos e a tecnologias de informação são essenciais para garantir a gestão eficaz de um negócio, geralmente consomem muitos recursos à organização. Os desafios surgem devido à globalização, requisitos de alta flexibilidade e pressões de custo. A próxima onda de digitalização permite que as empresas aproveitem a automação de processos robóticos em funções de suporte de negócios para aumentar a eficiência geral. As funções de suporte ao negócio têm um alto potencial. A capacidade de autoaprendizagem dos algoritmos permite maiores impulsos de eficiência. A automação é acompanhada por uma maior precisão e consistência, maior velocidade e rastreabilidade dos resultados – tudo com disponibilidade 24 horas. Além disso, são esperadas melhorias na eficácia da tomada de decisão.

Por fim, o relatório apresenta 5 recomendações para o setor industrial:

1. Entender o que a Inteligência Artificial pode fazer, dar prioridade às possibilidades de aplicação e não perder de vista a economia – sem plano de negócios nenhuma inovação sobrevive;
2. Desenvolver e trabalhar recursos analíticos centrais ao processo internamente, mas também alavancar recursos exteriores – Mão de obra qualificada é escassa;
3. Armazene dados granulares sempre que possível e torne os dados simples ou não estruturados utilizáveis – Os dados são o combustível para a criação de valor;

4. Aproveite o conhecimento do setor para impulsionar a aplicação da Inteligência Artificial - *Know-how* especializado é um facilitador para capturar todo o potencial da Inteligência Artificial;
5. Dê passos pequenos e rápidos através de testes e simulações – a transformação da Inteligência Artificial não requer grandes investimentos iniciais, mas a agilidade é um pré-requisito para o sucesso.

3.4.2 Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners' Perspective

Como fonte de análise, foi utilizado um relatório de investigação realizado pelo Instituto de Investigação Capgemini. Os principais fatores que surgem deste relatório são:

A Europa está a liderar o caminho, com mais da metade de seus principais fabricantes implementando pelo menos um uso de Inteligência Artificial em processos de fabricação (na Europa, a Alemanha lidera o grupo, com 69% de seus fabricantes implementando Inteligência Artificial). A Europa é seguida pelo Japão (30% de implementação) e pelos EUA (28%).

Três possibilidades de uso destacam-se em termos de adequação para iniciar a jornada de Inteligência Artificial de um fabricante:

- Manutenção inteligente
- Controlo de qualidade do produto
- Planeamento da Procura

Estes casos de uso têm uma combinação ideal de várias características, que os tornam um local ideal para começar a implementação de Inteligência Artificial nos processos de gestão e fabricação:

1. Clara relação entre o Valor e benefícios do negócio;
2. Relativa facilidade de implementação;

3. Disponibilidade de dados, por exemplo, dados de desempenho de máquinas e equipamentos para manutenção inteligente, fotos e vídeos capturando produtos acabados para qualidade, etc;
4. Disponibilidade de *Know-how* em Inteligência Artificial e/ou soluções padronizadas existentes
5. A oportunidade de adicionar recursos que auxiliam na visibilidade e explicabilidade, permitindo que os funcionários entendam como as decisões são tomadas e facilitando a adoção pelas equipas operacionais.

Uma variedade de organizações líderes está a começar a utilizar a inteligência artificial nos seus processos de fabricação – aproveitando os benefícios que oferecem em relação aos métodos tradicionais.

A Bridgestone, fabricante de pneus japonesa, introduziu um novo sistema de montagem de pneus – “EXAMATION” – para melhorar a qualidade de seus pneus. Este sistema fornece controlo automático de garantia de qualidade no processo de produção – uma abordagem que anteriormente dependia de avaliação humana. Este sistema está equipado com uma ferramenta de inteligência artificial que utiliza sensores para medir as características de pneus individuais com base em 480 fatores de qualidade. A EXAMATION utiliza essas informações para controlar os processos de produção em tempo real, garantindo que todos os componentes são montados em condições ideais. Este sistema ajuda a promover níveis altíssimos de precisão na fabricação de pneus, resultando em uma melhoria de mais de 15% na uniformidade quando comparado com o processo de fabricação convencional.

A Danone usa *Machine Learning* para prever a variabilidade e o planeamento da procura. O novo recurso melhorou o seu processo de previsão e levou a um planeamento mais eficiente entre diferentes funções, como marketing e vendas. Levou a uma redução de 20% na taxa de erro de previsão e uma redução de 30% nas vendas perdidas.

O sistema “Dreamcatcher” da General Motors utiliza *Machine Learning* para transformar a prototipagem. A solução foi testada recentemente com a realização de um protótipo de uma peça de suporte de cinto de segurança, que resultou num design de peça única 40% mais leve e 20% mais forte que o design original de oito componentes.

A Inteligência Artificial apresenta potencial em toda a amplitude e profundidade dos processos de fabricação:

- **Planeamento da Procura** - A Inteligência Artificial permite que a organização optimize a disponibilidade do produto, diminuindo os stocks e a deterioração. A Inteligência Artificial também pode ajudar a entender melhor os padrões de vendas;
- **Gestão de Stock** - A Inteligência Artificial pode ser utilizada para entender melhor os níveis de stock, permitindo que as organizações desenvolvam planos com antecedência e evitem roturas de stock;
- **Produção** - O TAKT pode ser reduzido utilizando a Inteligência Artificial para agilizar os processos de fabricação, melhorando o rendimento;
- **Segurança** - A Inteligência Artificial é utilizada para entender melhor os fatores de risco no chão de fábrica e pode ajudar no aumento de segurança das operações;
- **Desenvolvimento de produtos** - A Inteligência Artificial permite que as organizações acelerem o desenvolvimento de produtos, reduzindo os tempos de teste e permitindo dados mais concretos sobre as necessidades dos clientes;
- **Controlo de processos** - A Inteligência Artificial pode ajudar as organizações a otimizar processos para atingir níveis de produção com maior consistência, economia e segurança;
- **Controlo de qualidade** - As inspeções de qualidade do produto trazem uniformidade e eficiência no controlo de qualidade, utilizando processos baseados em imagens e sensores;
- **Manutenção** - Utilizando a Inteligência Artificial, as organizações podem prever e se preparar para falhas de ativos, reduzindo (ou mesmo evitando) o tempo de inatividade.

Como fator essencial da investigação foi analisado de perto 22 casos de uso exclusivos em relação a uma série de características. Acreditamos que três desses 22 casos de uso servem como um bom ponto de partida para os fabricantes concentrarem os seus esforços, pois possuem uma combinação ideal dos fatores. Esses três casos de uso são:

1. Manutenção inteligente
2. Inspeção de qualidade do produto
3. Planeamento da Procura

Manutenção inteligente - A manutenção inteligente de máquinas e equipamentos do chão de fábrica é o passo mais fácil de aplicar na adoção da Inteligência Artificial . Quando aplicado a gargalo de produção, o seu Retorno sobre Investimento pode ser significativo. Além de minimizar o tempo de inatividade, a manutenção inteligente permitida pela Inteligência Artificial também reduz os custos de manutenção e aumenta a produtividade.

É relativamente fácil de implementar, dada a disponibilidade de dados de boa qualidade e a experiência para analisá-los no contexto de negócios. Diversas soluções integradas estão disponíveis, tanto de start-ups especializadas como de grandes players.

A utilização da Inteligência Artificial no processo de manutenção inteligente na Manufatura é bastante simples. O sistema de Inteligência Artificial é treinado utilizando dados de falhas anteriores da máquina; Os sensores dos equipamentos da planta recolhem continuamente dados sobre vários parâmetros operacionais que afetam o desempenho da máquina; Esses dados são guardados e organizados no armazenamento de dados; O sistema baseado em Inteligência Artificial analisa esses dados e faz uma variedade de recomendações enquanto melhora a exatidão de suas próprias previsões; Alerta o pessoal de serviço quando a probabilidade de falha ultrapassar um limite pré definido; Identificando os principais fatores de quebra de equipamentos a partir de um grande número de causas possíveis; Tempos ideais para realizar a manutenção para minimizar as perdas de produção; Os dados reais de falhas são realimentados no sistema de Inteligência Artificial para melhorar sua precisão no futuro.

Benefícios esperados: Alto tempo de atividade e disponibilidade, levando a alta eficácia geral do equipamento. Baixo custo de manutenção, evitando perda de produção. Baixo stock de peças de reposição.

Inspeção de qualidade do produto - Da mesma forma que detetar tendências subtis em determinados parâmetros permite prever a falha potencial de ativos, a análise de parâmetros do processo pode ajudar a prever e evitar problemas de qualidade. Em muitos processos, a inspeção visual em linha pode capturar tendências que não poderiam ser detetadas de outra forma. A ampla disponibilidade de câmaras de alta resolução, juntamente com a poderosa tecnologia de reconhecimento de imagem, reduziu drasticamente o custo da inspeção em linha em tempo real. Este caso de uso permite que os fabricantes lidem efetivamente com o

ambiente regulatório rigoroso que existe em segmentos como o automóvel e os produtos de consumo. Em particular, é útil com os regulamentos sobre especificações e conformidade do produto. Qualquer não conformidade pode levar a perdas significativas, desde clientes insatisfeitos até multas e processos judiciais.

Como funciona um sistema de controlo de qualidade baseado em camera? Um sistema de visão computacional baseado em câmara clica em imagens de peças/inventário de entrada; O sistema de Inteligência Artificial é treinado com milhares de imagens de peças coletadas por câmaras no passado; O sistema de Inteligência Artificial compara essas imagens com imagens reais de peças não defeituosas, identificando assim as defeituosas; As peças defeituosas são separadas do restante stock e descartadas ou enviadas para correção.

Benefícios esperados: Melhor qualidade do produto final, custo reduzido e maior precisão de inspeção. Custo reduzido de garantia de qualidade (menos controlo final).

Planeamento da Procura - As organizações estão a utilizar a *Machine Learning* para prever as mudanças na procura dos consumidores o mais próximo possível. Isso significa que podem realizar as alterações necessárias nos cronogramas de produção e na aquisição de matérias-primas. Uma melhor previsão traz vários benefícios, desde melhor atendimento ao cliente até a redução de Stock.

O processo de utilização da tecnologia para lidar com a evolução da procura é relativamente simples de entender. O sistema baseado em Inteligência Artificial é treinado utilizando histórico de vendas, eventos climáticos locais e outros dados de terceiros, como redes sociais; O sistema baseado em Inteligência Artificial faz previsões para a procura futura do consumidor com base em como as combinações de eventos no passado afetaram a procura.

Benefícios esperados: Crescimento da receita devido à melhor correspondência entre procura e oferta. Poupança de custos devido à menor dependência de excesso de stock e redução do desperdício. Tempo livre das equipas para se concentrarem na construção de estratégias de previsão diferenciadas e exceder as expectativas dos clientes.

Este relatório apresenta também recomendações para dimensionar a Inteligência Artificial nos processos de fabricação:

- **Implementação de protótipos de Inteligência Artificial bem-sucedidos em ambientes de engenharia** – É importante proceder à aplicação Inteligência Artificial para processar dados em tempo real do ambiente ao vivo e criar integrações robustas com sistemas de Tecnologias de informação e Sistemas Industriais de Internet das Coisas (IIoT).
- **Investir no estabelecimento de uma base de dados** - Projetar uma estrutura de governação de dados e construir uma plataforma de dados e Inteligência Artificial. Desenvolver conhecimentos de Inteligência Artificial, ciência de dados e engenharia de dados com conhecimento de fabricação.
- **Dimensionar a solução da Inteligência Artificial em toda a rede de manufatura** - Desenvolva a aplicação de IA na plataforma de Inteligência Artificial e disponibilize-o em vários locais/fábricas e observe continuamente o seu desempenho para geração de valor, qualidade de output e confiabilidade.

Por fim, o relatório tem como conclusão de que a Inteligência Artificial apresenta ter o potencial de revolucionar as operações de manufatura. No entanto, embora descubramos que os principais fabricantes globais começaram a experimentar o uso de Inteligência Artificial, a implantação em escala é rara. A menos que mais organizações passem de pilotos e provas de conceito para escala, uma nova era 4.0 na fabricação ainda continuará sendo uma meta ilusória. Ao adotar uma estratégia orientada à escala – que concentra esforços nos casos de uso mais valiosos e estabelece fortes bases de governança, plataforma e talento – os fabricantes podem transformar o potencial revolucionário da Inteligência Artificial na próxima revolução industrial.

3.4.3 How AI Boosts Industry and Innovation

Esta investigação foi desenvolvida pela Accenture, em colaboração com a Frontier Economics. A Accenture é uma empresa multinacional de consultoria. Nesta investigação, a consultora modelou o impacto da Inteligência Artificial em 12 países desenvolvidos que juntos geram mais de 50% da produção econômica mundial. Esta investigação mostra que a Inteligência Artificial tem um grande potencial para evitar a espiral de baixo lucro e inaugurar uma nova era de crescimento para empresas em todos os setores.

A Accenture, em associação com a Frontier Economics, modelou o impacto econômico potencial da Inteligência Artificial para 16 indústrias que cobrem um campo diversificado, de manufatura a serviços públicos e saúde. Como critério de referência, utilizando o crescimento do valor adicionado bruto (VAB), próximo ao PIB. O VAB é uma medida de produto que contabiliza o valor dos bens e serviços produzidos num determinado setor. Pode ser pensado como a contribuição de diferentes setores para o crescimento econômico. Esta pesquisa mostra que a Informação e Comunicação, Manufatura e Serviços Financeiros são os três setores que verão as maiores taxas de crescimento anual do VAB em um cenário de Inteligência Artificial, com 4,8%, 4,4% e 4,3%, respectivamente, até 2035.

Na Manufatura, precursores como a Internet das Coisas (IoT) criam condições favoráveis para a integração perfeita de sistemas inteligentes. As tecnologias de IoT de hoje permitem que dispositivos físicos, como linhas de montagem, se conectem e comuniquem entre si através de sistemas digitais. Além disso, a Inteligência Artificial pode preencher a lacuna entre as formas atuais de automação e aprendizagem com formas mais avançadas.

O que é que os aumentos na produção econômica gerados pela Inteligência Artificial podem significar para a lucratividade em vários setores? Melhorias significativas nos resultados, de acordo com a investigação – a Inteligência Artificial tem o potencial de aumentar as taxas de lucratividade em uma média de 38% até 2035 em 16 setores. A Accenture identificou três canais pelos quais a Inteligência Artificial pode reverter o ciclo de baixa lucratividade em todos os setores: Automação Inteligente, Aumento de Mão de Obra e Capital e Difusão da Inovação.

Automação Inteligente - A Inteligência Artificial oferece enormes vantagens em relação à automação tradicional. Vejamos a gestão da cadeia de distribuição, onde tempo significa dinheiro. Mas não é apenas a cadeia produtiva que pode beneficiar da automação inteligente. Com tempo e recursos valiosos gastos na procura de leads de vendas, as atividades de vendas também estão prestes a mudar drasticamente com a Inteligência Artificial.

Aumento de Trabalho e Capital - A Inteligência Artificial está configurada para aumentar a produtividade do trabalho, permitindo que os trabalhadores deleguem tarefas de baixo valor agregado à Inteligência Artificial e sejam mais produtivos nas suas tarefas principais.

A aplicação da Inteligência Artificial está se a espalhar para áreas onde o intelecto e o pensamento crítico dominam há muito tempo. A Inteligência Artificial também pode ajudar as empresas a maximizar suas taxas de utilização de ativos. As indústrias pesadas, como Energia e Manufatura, exigem grandes investimentos iniciais, tornando-as particularmente vulneráveis à perda de receita associada ao tempo de inatividade de ativos.

Difusão da inovação - A Inteligência Artificial está pronta para impulsionar a inovação, acelerando o desenvolvimento de novos produtos. Esse aumento na inovação elimina custos redundantes e gera novos fluxos de receita, aumentando assim a lucratividade.

A Inteligência Artificial também está ajudando as empresas a criar novos produtos com base em objetivos e restrições de design.

A dependência da manufatura em máquinas pesadas prepara a indústria para a aplicação de tecnologias de Inteligência Artificial. Não só o trabalho humano se tornará mais produtivo, mas a Inteligência Artificial também levará à realização de todo o potencial das máquinas existentes no chão de fábrica. O impacto da Inteligência Artificial se traduzirá em um aumento da participação nos lucros de 39% na manufatura.

Independentemente do setor, as empresas têm uma oportunidade considerável de aplicar a Inteligência Artificial agora e inventar novos recursos de negócios para crescimento, lucratividade e sustentabilidade sem precedentes. Como um novo fator de produção, a Inteligência Artificial interagirá com os inputs tradicionais de capital e trabalho para criar novos desafios, e os líderes precisarão de evoluir de novas e inesperadas maneiras à medida que os seus papéis se tornaram cada vez mais interdependentes.

Para preparar as organizações para um futuro de sucesso com Inteligência Artificial, os líderes empresariais têm a oportunidade de adotar as oito estratégias a seguir:

- Estratégia e Liderança de Inteligência Artificial
- Reinventar o HR
- Aprender com as Máquinas
- Nomear um Chief Data Supply Chain Officer
- Criar uma cultura de Inteligência Artificial aberta
- Ir além da automação

- Levar a multidão para a Cloud
- Medir o retorno sobre algoritmos

3.4.4 Aplicação Prática das Tecnologias e Resultados Esperados

Os gestores de Marketing planeiam usar a Inteligência Artificial em áreas como a Segmentação e a Análise de Dados (relacionadas com o processo de definição da Estratégia de Marketing), personalização e previsão de comportamentos. Como referido anteriormente, todos os cinco novos princípios de Marketing (Cliente, Comunicação, Cooperação, Co-Criação, Cognitividade) não só se entrelaçam através da componente de conectividade existente, como também formam uma ideia holística de criação de ferramentas de marketing eficazes nos tempos da Quarta Revolução Industrial. Se as empresas contemporâneas provarem a sua capacidade de adotar estas regras como diretrizes para planear o seu marketing, este movimento irá oferecer-lhes uma nova e única perspetiva para se destacarem e construir vantagens competitivas de longo prazo que devem levar a sucesso comercial ainda maior no mundo digital moderno.

Portanto, propõem-se uma agenda que marcará a investigação futura na área, com o objetivo de efetivamente definir como a Inteligência Artificial irá afetar as estratégias de marketing e os comportamentos dos consumidores. Na presença da Inteligência Artificial, como é que as vendas devem ser organizadas, e quais as capacidades que os vendedores precisam? Primeiramente, é importante definir qual a melhor estrutura organizacional da área das vendas, que inclua tanto a Inteligência Artificial como Inteligência Humana. De seguida, como é que uma empresa deve gerir o equilíbrio entre o completo foco que a Inteligência Artificial dá às necessidades expressas dos clientes em comparação com a gestão das relações que os vendedores mantêm com os clientes. Por fim, será que os vendedores serão capazes de ser treinados para gerir situações relacionadas com as preocupações dos clientes com a Inteligência Artificial, especialmente em questões como a privacidade dos dados e ética?

Na presença da Inteligência Artificial, como é que as vendas devem ser organizadas, e quais as capacidades que os vendedores precisam? Primeiramente, é importante definir qual a melhor estrutura organizacional da área das vendas, que inclua tanto a Inteligência Artificial como Inteligência Humana. De seguida, como é que uma empresa deve gerir o equilíbrio

entre o completo foco que a Inteligência Artificial dá às necessidades expressas dos clientes em comparação com a gestão das relações que os vendedores mantem com os clientes. Por fim, será que os vendedores serão capazes de ser treinados para gerir situações relacionadas com as preocupações dos clientes com a Inteligência Artificial, especialmente em questões como a privacidade dos dados e ética? É evidente que o processo de vendas exigirá inovação não apenas de tecnologias de Inteligência Artificial, mas também em habilidades de trabalho e design do próprio posto de trabalho. Devido ao impacto incerto da Inteligência Artificial, as empresas precisam de perceber quais as melhores maneiras de desenvolver (continuamente) a Inteligência Artificial. Em entrevistas com os gestores seniores da Stitch Fix, estes indicam que a empresa incentiva os engenheiros informáticos a perseguir os projetos sozinhos tanto que continuam a realizar os testes preliminares de novas ideias para os projetos. Um dos engenheiros informáticos da Stitch Fix criou uma aplicação semelhante ao Tinder chamada “Style Shuffle”, que permitia aos utilizadores indicar quais os seus estilos de roupa. Esta aplicação não só informou os estilistas das preferências dos consumidores (benefício esperado), mas também ajudou a coincidir os estilistas com os seus consumidores em específico (benefício inesperado). (Davensport, Guha, Grewal, & Bresscott, 2019)

Ao implementar a Inteligência Artificial, as empresas podem obter melhores resultados se permitirem que os seus engenheiros informáticos passem algum tempo em projetos pessoais não autorizados. Esta é uma prática de investigação e desenvolvimento já em vigor em várias empresas. Estudar qual a melhor maneira de implementar a Inteligência Artificial, para aproveitar os benefícios esperados e inesperados da tecnologia, é uma área de investigação importante no futuro.

3.4.4.1 Product

Os Produtos Inteligentes estão integrados na cadeia de valor como parte ativa dos sistemas, monitorizando as suas próprias etapas de produção através do armazenamento de dados, podendo solicitar os recursos necessários e controlar os processos produtivos de forma autónoma. Além disso, os produtos inteligentes, como produtos finais, devem ser autoconscientes sobre os parâmetros em que devem ser utilizados, fornecendo informações sobre o seu status durante todo o seu ciclo de vida. Os produtos inteligentes podem ser descritos como CPS devido à sua capacidade de permitir a conexão entre os mundos físico e virtual. Estes produtos são constituídos por várias características importantes como

computação, armazenamento de dados, comunicação e interação com seu ambiente, podendo identificar, armazenar dados sobre o seu próprio processo de produção e fornecer informações sobre as restantes etapas da produção e manutenção. A Conectividade apresenta-se como uma das características fundamentais dos produtos inteligentes, pois permite a sua interação com outros dispositivos e sistemas, possibilitando o monitoramento em tempo real, a coleta de dados e o compartilhamento de informações relevantes em diferentes níveis da cadeia de valor.

Além disso, os produtos inteligentes possuem um alto grau de autonomia, sendo capazes de perceber e interagir de forma autônoma com o seu ambiente físico ao longo de seu ciclo de vida. A Inteligência Artificial consegue ajudar as empresas a prever o que os consumidores irão comprar. A utilização de Inteligência Artificial deve levar a uma substancial melhoria na capacidade de previsão das empresas. Dependente do nível de precisão, as empresas podem até substancialmente alterar o seu modelo de negócio, fornecendo serviços e bens aos consumidores numa base contínua, baseando se em dados e previsões acerca das suas necessidades.

Uma área de investigação especialmente importante pode estar relacionada com o quão bem os algoritmos de previsão orientados pela Inteligência Artificial podem se estender à previsão de procura de novos produtos por parte dos consumidores.

3.4.4.2 *Place*

O modelo de negócio utilizado atualmente pelos retalhistas online, requer que o consumidor faça os pedidos de compra, após o qual se dá o envio dos produtos (modelo Shopping-then-Shipping). Com a introdução da Inteligência Artificial, os retalhistas terão a capacidade de prever o que os consumidores irão desejar (assumindo que estas previsões terão nível alto de precisão), alterando para um modelo de ‘Shipping-then-Shopping’. Quer isto dizer que os retalhistas poderão usar a Inteligência Artificial para identificar as preferências e necessidades dos consumidores e enviar lhes os produtos sem um pedido de compra formal, com os consumidores a reservarem a opção de devolver o que não necessitam. Esta mudança poderá transformar as estratégias de marketing dos retalhistas, assim como os modelos de negócio e os comportamentos dos consumidores.

Neste cenário, podemos observar a importância do C de Cognitividade, uma vez que é através da inteligência artificial que se torna possível antecipar as necessidades e preferências dos consumidores, adaptando os serviços e produtos oferecidos de acordo com as suas expectativas. Além disso, a Cooperação entre os diferentes departamentos da empresa também se torna crucial para o sucesso desta estratégia, uma vez que a utilização da inteligência artificial implica a colaboração de profissionais de áreas como tecnologia da informação, marketing e logística.

Por fim, a Conectividade é fundamental para a implementação desta estratégia, uma vez que a inteligência artificial requer a recolha e análise de grandes quantidades de dados provenientes de diferentes fontes. É necessário que os sistemas de informação estejam interligados para que os dados possam ser processados de forma eficiente e eficaz. A utilização da inteligência artificial para prever as necessidades e preferências dos consumidores pode transformar não só o modelo de negócio dos retalhistas online, mas também a experiência de compra dos consumidores.

3.4.4.3 Price

Quando se trata de definir o preço dos produtos, os retalhistas precisam de ter em consideração não apenas os custos envolvidos na produção e distribuição, mas também as preferências dos clientes e o valor percebido pelos mesmos. Adicionalmente, quando investigamos como fazer as melhores previsões para os RNP's (Really New Products), os estudos também podem examinar qual a melhor maneira de combinar a visão fornecida pela Inteligência Artificial com a apreciação humana. Isso envolve uma cooperação entre a Inteligência Artificial e as equipas de marketing, a fim de entender a psicologia do consumidor e identificar padrões nas preferências dos clientes.

Espera-se que a Inteligência Artificial desempenhe um papel importante na previsão, não apenas do que os clientes querem comprar, mas também qual o preço que deve ser cobrado, e se deve ser oferecido uma promoção. Os retalhistas podem usar a Conectividade para obter dados em tempo real sobre as compras e pesquisas dos clientes, o que pode ajudá-los a identificar tendências de mercado e ajustar seus preços em conformidade. A Comunicação também é crucial, pois os retalhistas devem ser transparentes sobre as razões por trás das flutuações de preços e promover as suas ofertas promocionais de forma clara.

Portanto, uma área importante para investigação futura está relacionada com de que forma a Inteligência Artificial pode ser utilizada para prever qual o preço ideal, e se deve ou não ser aplicada uma promoção ao preço. A Cognitividade também é importante, pois os retalhistas precisam de entender como os clientes percebem o valor dos seus produtos e como podem comunicar esse valor da forma mais eficaz possível.

3.4.4.4 *Promotion*

Os esforços colocados na análise de dados não-numéricos oferecem a possibilidade de melhorar a compreensão do que os consumidores querem e melhorar o serviço prestado aos clientes, o que está diretamente relacionado à Conectividade e Cognitividade. Algumas funções da Inteligência Artificial conseguem analisar dados não-numéricos (em alguns casos, dá se a conversão em dados numéricos), principalmente utilizando o reconhecimento de discurso e imagens, o que amplia as possibilidades de conexão entre os consumidores e as empresas, além de permitir a compreensão cognitiva das suas necessidades.

Estas capacidades foram alcançadas com as "deep learning neural networks". Por exemplo, a Conversica utiliza um assistente virtual chamado Angie, que envia emails em Outbound Marketing a até 30 mil leads por mês, e consegue interpretar as respostas recebidas e identificar as leads mais promissoras, o que está relacionado à Comunicação e Cognitividade. Na realidade, a Inteligência Artificial utilizada pela Conversica através da Angie amplia as capacidades dos vendedores. Num teste piloto realizado por uma empresa de telecomunicações chamada Century Link, a Angie adequadamente compreendeu mais de 95% dos emails recebidos (os restantes foram enviados para agentes humanos para interpretação), e a Century Link obteve um retorno 20 vezes sobre os seus investimentos nesta tecnologia.

Tendo em consideração o discutido anteriormente, no caso da Conversica, a Inteligência Artificial pode alterar todas etapas do processo de Vendas, desde a prospecção de clientes até à abordagem, passando pela apresentação dos produtos ao acompanhamento pós-venda. Portanto, surgem inúmeras questões de investigação:

- Pode a Inteligência Artificial analisar as comunicações realizadas pelos consumidores e outras informações dos consumidores (por exemplo, publicações nas Redes Sociais), de modo a conceber futuras comunicações que serão mais persuasivas ou aumentam o envolvimento dos clientes?
- Pode a Inteligência Artificial fornecer feedback em tempo real aos vendedores para os ajudar a melhorar o seu discurso de vendas, tendo em conta as respostas verbais e faciais dos consumidores?
- Como poderá a Inteligência Artificial combinar elementos textuais e outros contributos de comunicação (por exemplo, através da voz), os próprios comportamentos dos consumidores, e outras informações para prever recompras?

Considerando as conclusões de (Luo, Tong, & Zhe, 2019), as empresas devem implementar a Inteligência Artificial no processo de vendas de uma maneira eficaz, o que pode ser alcançado através de uma abordagem conectada, cooperativa e cognitiva. Adicionalmente, as empresas devem considerar como reorganizar os seus processos de vendas e inovação, tendo em conta todas as mudanças referidas. Outra importante via de investigação diz respeito à alocação de recursos, em especial à Publicidade, que pode ser melhor direcionada e otimizada através da aplicação de tecnologias de Inteligência Artificial, o que está diretamente relacionado à Comunicação e Cognitividade. A publicidade concentra-se principalmente em desenvolver a sensibilização dos consumidores e em fazer chegar informação detalhada aos clientes sobre os produtos, mas a capacidade de previsão das necessidades dos clientes permitida pela aplicação de tecnologias de Inteligência Artificial pode reduzir a necessidade de investimentos tão elevados em publicidade.

3.5 Discussão de Resultados

Tendo realizada a investigação desenhada inicialmente, é altura de verificar se as questões de investigação, definidas anteriormente, foram respondidas.

A primeira questão de investigação assentava na necessidade de perceber se existia conhecimento acerca da Indústria 4.0, as suas tecnologias e vantagens no Setor do Calçado em Portugal. Confirma-se que sim, existe de facto um conhecimento e um nível de preparação do setor para a Indústria 4.0, estando até já identificadas possíveis questões que surgirão futuramente, principalmente no que diz respeito à mão de obra disponível no

mercado, e como esta dita “revolução” irá necessitar de profissionais que neste momento não estão disponíveis em abundância no mercado.

A segunda questão, relacionada com as dificuldades e problemas encontrados no setor em termos de competitividade internacional, percebeu-se que as dificuldades que existem não dizem respeito à produção, já que é considerado por todos a ideia de que a produção portuguesa é de qualidade, capaz de competir com a concorrência internacional, dizem respeito sim à construção e desenvolvimento de marcas, que neste momento dão uma vantagem competitiva em relação à concorrência. Cedo se percebeu que Portugal, por ter partido de uma situação de produção com vista a outros consumidores (qualidade inferior, produção em massa), possuía já os investimentos necessários em termos de produção, para ter capacidade de se adaptar aos avanços tecnológicos futuros, no entanto, as marcas pelas quais esses produtos são vendidos não têm o valor necessário aos olhos dos consumidores internacionais quando comparado com as internacionais.

Por fim, a terceira questão de investigação, diz respeito à maneira como a Indústria 4.0 poderá oferecer avanços tecnológicos nas ferramentas de Marketing, de modo a ultrapassar os problemas identificados. Primeiramente, pelo que é dito pelos gestores, é necessário existir um investimento profundo na área do marketing, de modo a suprimir esses problemas. Assim, lado a lado, enquanto se investe nos profissionais de Marketing e nos planos de Marketing, incorpora-se logo os processos e tecnologias da Indústria 4.0. A necessidade de investimento e a falta de bases permite uma introdução mais detalhada e “limpa” dos processos, com poucas resistências aos processos. E ainda, foi detalhado de que modo as tecnologias podiam ser incorporadas nos processos de Marketing, em especial, nos vários P’s.

4 Conclusão

A presente secção diz respeito à conclusão dos principais tópicos que foram abordados ao longo desta investigação, bem como os principais dados encontrados para responder à questão de investigação inicial. Além disso, inclui as principais limitações desta investigação, bem como recomendações para estudos futuros.

4.1 Conclusões

O objetivo deste estudo foi a realização de uma análise ao setor do Calçado em Portugal, e de que maneira a Indústria 4.0 poderá fornecer ferramentas ao Marketing para aumentar a competitividade das empresas.

Depois de realizar uma extensa revisão de literatura acerca da Indústria 4.0 e da evolução do Marketing com a introdução destas tecnologias, pude entender quais as tecnologias que compõem esta futura revolução industrial, e quais as maneiras que as mesmas podem ser implementadas na gestão das indústria e na produção de produtos. Com o objetivo de estudar o setor do calçado, procurei também, com sucesso, entender como funcionava o setor, o seu historial, o caminho até ao presente, e as opções para o futuro. Pude também perceber quais as necessidades do setor e os seus pontos fracos.

Foi possível relacionar ambas as questões, a necessidade de corrigir problemas de gestão e produção, de como a atingir os níveis competitivos da concorrência internacional, utilizando tecnologia que faz parte da Indústria 4.0, que se define como uma revolução industrial. Essa relação foi verificada em entrevistas com players do setor, assim como com relatórios realizados por consultoras estrangeiras que já conhecem e estão atentas às tecnologias da

Indústria 4.0, assim como as suas vantagens e benefícios, e problemas futuros que poderão encontrar.

Com isto, podemos oferecer sugestões de aplicação de tecnologia nas diversas vertentes de Marketing, de modo a elevar Portugal na vertente internacional, assim como identificar quais os possíveis obstáculos que irão ser encontrados quando se der a transição.

Este estudo torna se interessante quando se pensa que Portugal nunca foi realmente capaz de tomar medidas para explorar qualquer uma das três revoluções industriais anteriores. Mas com a quarta Revolução Industrial, Portugal tem outra chance de fazer parte dos pioneiros e obter tantos benefícios quanto outros países. As características da Indústria 4.0 são tais que, critérios como posição e recursos naturais não são tão importantes como nas outras Revoluções Industriais.

4.2 Limitações e Sugestões de pesquisa futura

As principais limitações que se encontrou na realização desta dissertação prendem se principalmente por se tratar de tecnologias que apesar de estarem bastante identificadas, de um ponto de vista teórico e prático, continua a tratar-se de tecnologias bastante recentes que ainda precisam de trabalho para serem implementadas da maneira idealizada, havendo até a chance de não se poder aplicar da maneira idealizada. É fácil dizer que a Inteligência Artificial poderá ser aplicada de modo a prever as necessidades dos consumidores, mas do “poderá” ao “irá” vai um longo caminho. É necessário trabalhar as tecnologias de modo a poderem ser aplicadas dessa maneira.

Como pesquisa futura, a sugestão vai exatamente ao encontro das limitações. É importante que com o passar do tempo, se avalie a aplicação das tecnologias de modo a perceber se a sua aplicação correu da maneira esperada, e quais as vantagens ou consequências da sua aplicação na generalidade da gestão do negócio. No entanto, define-se a possibilidade de futuramente, seguindo a linha de investigação (de aprofundamento e segmentação das questões) realizar um conjunto de entrevistas junto de gestores de marketing de empresas do calçado.

5 Bibliografia

- Internet of Things, Big Data, Industry 4.0- Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. (2017).
- Aaker, A., & Jacobson, R. (s.d.). The value relevance of Brand attitude in High-Technology Markets. *Journal of Marketing Research*.
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems.
- APICCAPS. (2020). Footure - Plano Estratégico Cluster do Calçado.
- APICCAPS. (2020). *Footure 4.0*.
- APICCAPS. (2021). *Facts & Numbers*.
- Banco de Portugal. (2012). *Análise Setorial da Indústria do Calçado*.
- Bettiol, M., Capestro, M., & Di Maria, E. (2017). Industry 4.0: The strategic role of Marketing.
- Borja Santos, F. M. (Outubro de 2018). O Setor do Calçado em Portugal e a sua Transformação à Luz da Indústria 4.0 - Um Estudo de Caso Múltiplo.
- Capgemini - Research Institute. (s.d.). *Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners Perspective*.
- Carvalho, R. M. (September de 2017). Industry 4-0 - Is Portugal prepared for the Future?
- Davensport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bresscott, T. (2019). How artificial intelligence will change the future of Marketing.
- De Keyser, A., & Larivière, B. (2018). Co-creating the customer experience: insights from the digital age. *Co-creating the customer experience: insights from the digital age*.
- Deloitte. (s.d.). *16 Artificial Intelligence projects from Deloitte - Practical cases of Applied AI*.
- Deloitte. (s.d.). *2022 Global Marketing Trends - Thriving through customer centricity*.
- Deloitte. (s.d.). *The Fourth Industrial Revolution - At the intersection of readiness and responsibility*.
- Fang, W., & Anna, S. C. (2016). Utilizing customer knowledge in innovation: Antecedents and impact of customer involvement on new product performance.

- FEDTIN 4.0. (s.d.). *Estudo sobre a Indústria 4.0 aplicado à indústria do calçado na Europa.*
- Ford, M. (2013). Could Artificial Intelligence create an Unemployment Crisis?
- Ghobakhloo, M. (2019). Industry 4.0, Digitization, and Opportunities for Sustainability.
- Haller, S., Karnouskos, S., & Schroth, C. (2008). The Internet of Things in an Enterprise Context.
- Hermann, M., Tobias, P., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industry 4.0 Scenarios.
- Huang, M., Rust, R., & Maksimovic, V. (2019). The Feeling Economy: Managing in the next generation of AI.
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2018). Artificial Intelligence in Service.
- Jazdi, N. (2014). Cyber Physical Systems in the context of Industry 4.0.
- Kagermann, H. (2014). Chancen von Industry 4.0 Nutzen.
- Kagermann, H., Lukas, W., & Wahlster, W. (s.d.). Industry 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. (9 de May de 2018). Sustainable Industry 4.0 Framework: A systematic literatura review identifying the current trends and perspectives.
- Kietzmann, J., Hermkens, K., & McCarthy, P. (2018). Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media. *Business Horizons*.
- Kotler, P. (s.d.). Marketing Management: Analysis, Planning and Control.
- Kotler, P., & Heppelmann, J. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*.
- Lehmann, C., & Uhlemann, T. H. (2017). The Digital Twin. Realizing the Cyber-Physical Production system for Industry 4.0.
- Luo, X., Tong, S., & Zhe, Q. (2019). Machines vs Humans: the Impact of Chatbot disclosure on consumer purchases.
- Martínez-Lopez, F. J., & Casillas, J. (2013). Artificial Inteliigence-based systems applied in Industrial Marketing: An historical overview, current and future insights.
- McKinsey. (s.d.). *Smartening up with Artificial Intelligence - What's in it for Germany and its Industrial Sector?*
- MIT Technology Review. (s.d.). *The Global AI Agenda*.
- Nosalska, K., & Mazurek, G. (2019). Marketing Principles for Industry 4.0 - A Conceptual Framework.

- Oesterreich, T. D., & Tauteberg, F. (2016). Understanding the implications of Digitisation and automation in the context of Industry 4.0: Triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (28 de June de 2018). Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies.
- Pires, A. R. (2021). Industry 4.0 - Effect on the value chain of the Portuguese footwear industry.
- Porter, M., & Happelmann, J. (2015). How smart, connected products are transforming companies.
- Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., De Amicis, R., . . . Vallarino, I. (2015). Visual computing as a key enabling technology for industry 4.0 and industrial internet.
- Prahalad, C., & Ramaswamy, V. (s.d.). Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of Interactive Marketing*.
- Purdy, M., & Daugherty, P. (s.d.). *How AI Boosts Industry Profits and Innovation*. Accenture.
- Rand, W., Rust, R., & Kim, M. (2018). Complex Systems: Marketing's new Frontier.
- República Portuguesa - Direção Geral das Atividades Económicas. (2017). *Indústria do Couro e do Calçado*.
- Romero, F., & Pereira, A. C. (2017). A Review of the Meanings and the Implications of the Industry 4.0. *Manufacturing Engineering Society International Conference*. Spain.
- Romero, F., & Pereira, A. C. (2017). A Review of the meanings and the Implications of the Industry 4.0 Concept.
- Rubmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., & Waldner, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.
- Rust, R. T. (2019). The Future of Marketing.
- Saarikko, T., Westergren, U., & Blomquist, T. (2017). The Internet of Things: Are you ready for the Internet of Things?
- Schögel, M., & Friedli, T. (2017). Industry 4.0 and its implications for marketing and sales: A review of the literature. *Journal of Marketing Theory and Practice*.
- Shandwick, W. (2016). Global consumers are seven times more likely to see a positive than negative impact of artificial intelligence on society and their personal lives.
- Sheth, J., & Sisodia, R. (2015). Marketing and the Internet of Things: A research agenda. *Journal of Marketing Management*.
- Silva, F. G. (March de 2019). Impacts of the Implementation of Industry's 4.0 technologies in the Portuguese Footwear Industry.
- Sozuer, S., Carpenter, G., Kopalle, P., McAlister, L., & Lehmann, D. (2020). The Past, Present and Future of Marketing Strategy.

- Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (s.d.). Industrie 4.0 and Smart Manufacturing - A Review of Research Issues.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry4.0 - A Glimpse.
- Varki, S., & Rust, R. T. (1998). Technology and Optimal Segment Size.
- Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2016). Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production.
- Wu, Y., Li, H., & Wang, Z. (2018). Internet of Things in marketing: A review. *Journal of Industrial Information Integration*.
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2016). Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges.