

Gustavo Brandão dos Anjos de Meireles

**PERCEÇÃO DO IMPACTO DA INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL NAS PMES DO SETOR TÊXTIL
PORTUGUÊS – ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Gestão de
Empresas

Orientador: Professor Doutor António José Monteiro de Oliveira

Instituto Superior de Administração e Gestão

PORTO, NOVEMBRO DE 2024

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Gustavo Brandão dos Anjos de Meireles, abaixo assinada, estudante do Mestrado em Gestão de Empresas do Instituto Superior de Administração e Gestão, com o n.º 221260007, declaro por minha honra que o presente trabalho académico foi elaborado exclusivamente por mim, e respeita os direitos de autor e não contém qualquer plágio.

Por ser verdadeira e me ter sido solicitada apresento esta declaração assinada por mim.

Porto, 20/11/2024

Gustavo Brandão de Meireles

AGRADECIMENTOS

Quero expressar a minha sincera gratidão ao ISAG – European Business School, pela oportunidade de desenvolvimento académico e pessoal que me proporcionou ao longo deste percurso. A instituição foi essencial para o meu crescimento e para a concretização deste trabalho, pelo que agradeço todo o apoio e recursos disponibilizados.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Professor Doutor António José Monteiro de Oliveira, pela orientação, pelos valiosos conselhos e pela dedicação ao longo desta jornada. O seu conhecimento foi fundamental para a realização deste estudo e uma inspiração constante.

Gostaria também de agradecer à minha namorada, Joana Varela Ferreirinha, pelo apoio incondicional, pela motivação constante e pela presença ao meu lado, que foram essenciais nos momentos mais desafiantes.

Um agradecimento profundo à minha família, que sempre me apoiou e incentivou ao longo de todo este percurso académico, proporcionando-me a estabilidade e o encorajamento necessários para concretizar este objetivo.

Agradeço ao meu amigo Pedro Melo, pelo incentivo e pelas palavras de apoio ao longo deste percurso. A sua amizade foi crucial e muito valorizada, especialmente nos momentos em que mais precisei.

E por fim, agradeço ao meu amigo Ricardo Alves, que me fez lembrar que a ajuda sem esperar nada em troca é a mais genuína e sincera.

A todos, o meu profundo agradecimento.

If you can fill the unforgiving minute
With sixty seconds' worth of distance run
Yours is the Earth and everything that's in it,
And—which is more—you'll be a Man, my son!

R.Kipling

RESUMO

O paradigma atual que envolve o universo empresarial e a inovação tecnológica está em constante mutação, o evoluir da ciência impacta cada vez mais as empresas de todas as escalas e o acesso a informação tem exigido um reajustamento constante por parte dos gestores.

O presente estudo analisa a perceção do impacto da implementação de Inteligência Artificial (IA) nas pequenas e médias empresas (PMEs) do setor têxtil em Portugal.

Num contexto de rápida evolução tecnológica, as organizações têxteis enfrentam desafios significativos e oportunidades decorrentes da adoção de soluções baseadas em IA. O objetivo central desta pesquisa é compreender como a IA está a remodelar as operações, estratégias e competitividade das empresas têxteis em solo português.

O trabalho inicia-se com uma revisão da literatura sobre a interseção entre a IA e a indústria têxtil, destacando as principais tendências, ferramentas e aplicações relevantes. Posteriormente, realiza-se uma análise do panorama atual das empresas têxteis em Portugal, investigando a sua prontidão e disposição para adotar tecnologias baseadas em IA.

Os resultados obtidos visam identificar os benefícios concretos da implementação da IA, bem como os desafios específicos enfrentados pelas empresas têxteis em Portugal.

Este estudo contribui para a literatura ao oferecer insights sobre a transformação digital em curso no setor têxtil português e fornece recomendações práticas para gestores e decisores.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, PMEs, Setor Têxtil Português, Perceção Empresarial, Inovação Tecnológica

ABSTRACT

The current paradigm surrounding the business world and technological innovation is in constant flux. Scientific advancements increasingly impact companies of all sizes, and the access to information demands continuous adjustments from managers.

This study examines the perception of the impact of Artificial Intelligence (AI) implementation in small and medium-sized enterprises (SMEs) within the textile sector in Portugal.

In a context of rapid technological evolution, textile organizations face significant challenges and opportunities arising from the adoption of AI-based solutions. The primary objective of this research is to understand how AI is reshaping operations, strategies, and competitiveness within the Portuguese textile industry.

The study begins with a literature review on the intersection of AI and the textile industry, highlighting key trends, tools, and relevant applications. Subsequently, an analysis of the current landscape of textile companies in Portugal is conducted, exploring their readiness and willingness to adopt AI-based technologies.

The findings aim to identify the tangible benefits of AI implementation as well as the specific challenges faced by textile companies in Portugal.

This study contributes to the literature by providing insights into the ongoing digital transformation of the Portuguese textile sector and offers practical recommendations for managers and decision-makers

Key-words: Artificial Intelligence, SMEs, Portuguese Textile Sector, Business Perception, Technological Innovation

ÍNDICE

DECLARAÇÃO DE HONRA.....	I
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
LISTA DE QUADROS E FIGURAS	X
LISTA DE APÊNDICES	XI
INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	1
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DEFINIÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO	3
2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO	3
2.3. APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS	5
2.3.1. <i>Transformação Digital, Inovação e Riscos</i>	5
2.3.2. <i>Automação e robótica</i>	5
2.3.3. <i>Análise de dados e Big Data</i>	6
2.3.4. <i>Assistentes Virtuais e Processamento de Linguagem Natural</i>	6
2.3.5. <i>Tendências Futuras</i>	6
2.4. RISCOS E DESAFIOS ÉTICOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	7
2.4.1. <i>Viés e Discriminação</i>	7
2.4.2. <i>Privacidade e Segurança de Dados</i>	7
2.4.3. <i>Desemprego e Desigualdade Económica</i>	8
2.5. A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SETOR INDUSTRIAL	9
2.5.1. <i>Impacto da IA em setores industriais diversos</i>	9
2.5.2. <i>O Papel da IA na Indústria 4.0</i>	10
2.5.3. <i>Casos de Sucesso da Implementação de IA em Indústrias</i>	10
2.6. O SETOR TÊXTIL EM PORTUGAL.....	11

2.6.1.	<i>Evolução Histórica do Setor Têxtil em Portugal</i>	11
2.6.2.	<i>Relevância Económica do Setor Têxtil em Portugal</i>	12
2.6.3.	<i>Desafios e Oportunidades no Setor Têxtil Português</i>	12
2.6.4.	<i>O Papel do Setor Têxtil Português no Contexto Internacional</i>	13
2.7.	IMPACTO DA IA NAS PMES DO SETOR TÊXTEL	13
2.7.1.	<i>Potenciais benefícios e desafios da IA para as PMEs</i>	14
2.7.2.	<i>Exemplos de uso da IA no setor têxtil português</i>	15
3.	METODOLOGIA	17
3.1.	DESCRIÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO PARA RECOLHA DE DADOS	17
3.2.	EXPLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE ANÁLISE	17
3.3.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	18
4.	QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO	20
4.1.	ENQUADRAMENTO	20
4.2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	23
5.1.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	23
5.1.1.	<i>Contextualização das Empresas</i>	23
5.1.2.	<i>Conhecimento e Percepção sobre IA</i>	23
5.1.3.	<i>Prontidão para Adotar IA</i>	24
5.1.4.	<i>Desafios e Fragilidades</i>	24
5.1.5.	<i>Impactos e Resultados Esperados</i>	24
5.2.	IMPLICAÇÕES PARA AS PMES DO SETOR TÊXTEL	25
6.	CONCLUSÕES	27
6.1.	RESUMO DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES	27
7.	LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	29
7.1.	LIMITAÇÕES	29
7.2.	RECOMENDAÇÕES	29
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	APÊNDICES	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP – Associação têxtil e vestuário de Portugal

CEE – Comunidade económica europeia

ERP- Planeamento de Recursos Empresariais

IA – Inteligência Artificial

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

PLN – Processamento de linguagem natural

PME – Pequenas e médias empresas

VAB – Valore acrescentado bruto

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Tabela 1- Enquadramento Histórico.....	4
--	---

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1.....	49
-----------------	----

INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

1.1. Contextualização do tema

Numa época de grande evolução tecnológica (Grewal *et al.*, 2021) é exigido às empresas, em fases cada vez mais preliminares, a adoção de novas tecnologias para se manterem competitivas (Zamani, 2022) num mercado ainda global (Witt, 2019).

Neste contexto de inovação, surge o conceito de Inteligência Artificial (IA). O generalizado e disruptivo impacto nas realidades socioeconómicas levou (Schwab, 2017) a considerar um dos pilares determinantes da 4ª Revolução Industrial, todavia ainda que seja entendido como um conceito recente, foi reconhecida oficialmente nos anos 1950 (Hughes *et al.*, 2023).

A inteligência artificial tem emergido como uma das tecnologias mais disruptivas da era digital (Kitsios & Kamariotou, 2021) prometendo transformar significativamente os processos produtivos e os modelos de negócios em vários setores da economia global (Kanbach *et al.*, 2024). Desde o seu desenvolvimento inicial até às aplicações mais sofisticadas que vemos hoje, a IA tem evoluído para se tornar uma ferramenta para empresas que procuram melhorar a eficiência, a inovação e a competitividade no mercado (Adigwe *et al.*, 2024). No entanto, enquanto as grandes empresas têm liderado a adoção da IA (Tominc *et al.*, 2024) as PME's enfrentam desafios únicos na implementação desta tecnologia (Bhalerao *et al.*, 2022).

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), as PME's representem cerca de 99% de todas as empresas e empregam aproximadamente 70% da força de trabalho global, na União Europeia, as PME's são responsáveis por 56,4% do valor acrescentado bruto (VAB) total, de acordo com dados do Eurostat de 2022, representando assim uma preocupação inerente, face à sua relevância socioeconómica para a União Europeia.

O setor têxtil, historicamente um dos pilares da economia portuguesa (Braga *et al.*, 2018), era em 2022 composto, segundo o Banco de Portugal (2024), em 99,38% por PME's, que têm como uma das principais vantagens competitivas a inovação (Santos & Castanho, 2022). Contudo, à medida que o setor enfrenta uma concorrência global cada vez mais acirrada (Stadheim, 2023), as PME's têxteis estão a ser pressionadas a adotar novas tecnologias, incluindo a IA, para manterem a sua competitividade (Hossain *et al.*, 2022). Neste contexto, compreender o impacto da IA, do ponto de vista das suas

oportunidades, desafios e barreiras à implementação torna-se crucial para as PME's do setor têxtil português.

Este estudo pretende investigar a perceção que os gestores das PME's têxteis portuguesas têm sobre a IA, o impacto que acreditam que esta tecnologia poderá ter nas suas operações e o grau de preparação para a sua adoção. Além disso, exploram-se os riscos associados à utilização da IA, particularmente em empresas de menor dimensão e com recursos limitados, com o intuito de fornecer recomendações para uma implementação bem-sucedida.

1.2. Objetivos da pesquisa

O objetivo central desta pesquisa é analisar a perceção do impacto da IA nas pequenas e médias empresas (PME's) do setor têxtil em Portugal. A partir desta análise, pretende-se compreender de que forma as PME's estão a integrar ou se preparam para integrar a IA nos seus processos produtivos, bem como as barreiras que enfrentam no processo de adoção desta tecnologia.

Para atingir este objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Identificar as principais áreas em que as PME's do setor têxtil português consideram que a IA pode ter impacto.

- Avaliar as vantagens e desafios percebidos na adoção da IA pelas PME's têxteis.

- Investigar as barreiras que impedem ou dificultam a adoção da IA neste setor.

- Explorar exemplos de utilização de IA nas PME's do setor têxtil português.

- Examinar a perceção dos gestores sobre os riscos da implementação de IA, tanto do ponto de vista económico como ético.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Inteligência Artificial definição e contextualização

Os primeiros passos nesta matéria remontam há décadas atrás, Alan Turing, considerado um dos fundadores da inteligência artificial, já em 1950, referia que se uma pessoa não conseguir distinguir se está a conversar com um humano ou com uma máquina, a máquina demonstra um comportamento inteligente (Turing, 1950). Nesse ano, apresentou o artigo *Computing Machinery and Intelligence*, no qual introduziu o "Teste de Turing". Este teste foi projetado para determinar se uma máquina pode demonstrar comportamento inteligente indistinguível do de um humano.

Em 1956, foi cunhado o termo "Inteligência Artificial" (McCarthy *et al.*, 1956), considerado o momento a partir do qual se reconhece formalmente a IA como um campo independente de estudo (Khisamova *et al.*, 2019).

2.2. Evolução histórica do conceito

A evolução da IA tem sido marcada por avanços significativos ao longo de várias décadas (Duan *et al.*, 2019), refletindo a crescente sofisticação das tecnologias e o impacto transformador que estas têm exercido sobre a sociedade e a economia global (Balani & Bhosle, 2023). Desde as suas origens teóricas, passando pelos primeiros desenvolvimentos práticos, até ao seu estado atual de aplicação generalizada em diversas indústrias, a IA tem sido uma área de investigação multidisciplinar, envolvendo cientistas da computação, matemáticos, engenheiros e filósofos (Stenseke, 2022).

O conceito de IA, enquanto campo de estudo dedicado à criação de máquinas capazes de realizar tarefas que tradicionalmente exigem inteligência humana (Muthukrishnan *et al.*, 2020), remonta aos primeiros debates sobre o potencial das máquinas para simular o pensamento humano (Chauvet, 2018). No entanto, foi apenas no século XX que a IA começou a emergir como uma disciplina científica propriamente dita (Khisamova *et al.*, 2019), com o desenvolvimento de algoritmos e sistemas capazes de resolver problemas específicos (Delipetrev *et al.*, 2020). A evolução da IA passou por diversas fases (Xu *et al.*, 2019), desde os primeiros programas baseados em regras até à criação de redes neurais e, mais recentemente, ao surgimento de técnicas de aprendizagem profunda *Deep Learning*, (Xu *et al.*, 2019)

A tabela seguinte apresenta um resumo das principais etapas da evolução histórica da IA, destacando os momentos-chave que contribuíram para o seu desenvolvimento e as inovações tecnológicas que permitiram avanços na área.

Tabela 1- Enquadramento Histórico

Período	Autor	Contribuição/Obra Principal	Descrição
Década de 1950	Alan Turing	"Computing Machinery and Intelligence" (1950)	Introduziu o "Teste de Turing" para avaliar o comportamento inteligente das máquinas.
Década de 1950	John McCarthy	Cunhou o termo "Inteligência Artificial" (1956)	Organizou a conferência de Dartmouth, que marcou o início formal da IA como campo de estudo.
Década de 1960	Joseph Weizenbaum	Eliza (1964)	Desenvolveu o primeiro chatbot, simulando uma conversa com um psicoterapeuta.
Década de 1980	Geoffrey Hinton	Redes Neurais e Backpropagation (1986)	Contribuiu significativamente para o desenvolvimento de redes neurais artificiais e algoritmos de retropropagação.
Década de 1990	Yann LeCun	Convolutional Neural Networks (CNNs)	Desenvolveu as CNNs, que são fundamentais para a visão computacional e reconhecimento de imagem.
Década de 1990	IBM	Deep Blue (1997)	Criou o Deep Blue, que venceu o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov.
Década de 2000	Stuart Russell & Peter Norvig	"Artificial Intelligence: A Modern Approach" (2003)	Publicaram um dos livros mais influentes e abrangentes sobre IA, cobrindo diversos aspectos teóricos e práticos.
Década de 2010	Andrew Ng	Deep Learning e Coursera	Popularizou o deep learning e a educação em IA através de cursos online acessíveis a uma audiência global.
Década de 2020	OpenAI; Microsoft; Google	OpenAI Sources	Lançamento de modelos de linguagem natural de grande escala, mostrando avanços significativos em NLP.

Fonte: Elaboração própria

2.3. Aplicações e Tendências

2.3.1. Transformação Digital, Inovação e Riscos

A IA ocupa uma posição de destaque na vanguarda da transformação digital (Sairete *et al.*, 2021). Contudo, apesar do seu papel preponderante, a IA ainda é motivo de controvérsia e debate (Owolabi *et al.*, 2024), especialmente quanto à sua aplicação prática e às implicações sociais e económicas que dela decorrem (Whittlestone & Clarke, 2022). Uma das principais utilizações reside na automatização de tarefas repetitivas, conforme discutido por (J. Ribeiro *et al.*, 2021), o que tem permitido um aumento significativo da produtividade empresarial (Lerner & Stern, 2019). Este incremento é alcançado através da redução da necessidade de intervenção humana em processos rotineiros, uma questão aprofundada por Ben Ayed & Hanana, (2021)

No entanto, é precisamente essa redução da intervenção humana que suscita preocupações consideráveis (Khogali & Mekid, 2023), uma vez que pode ter implicações profundas sobre o emprego e as competências necessárias no futuro (Judijanto *et al.*, 2022). Este cenário impõe uma abordagem cautelosa e ponderada por parte das instituições, que devem garantir que a adoção desta tecnologia seja equilibrada e que as potenciais consequências negativas sejam devidamente mitigadas (Judijanto *et al.*, 2022). Assim, o debate em torno da IA deve ser conduzido com rigor e responsabilidade (Comissão Europeia, 2020) , considerando não apenas os benefícios imediatos, mas também, as implicações de longo prazo para a sociedade como um todo (Mensah, 2023).

2.3.2. Automação e robótica

Uma das aplicações mais comuns da IA encontra-se na automação (Sarker, 2022), onde a tecnologia é usada para realizar tarefas rotineiras e repetitivas, reduzindo a necessidade de intervenção humana (Ted Tschang *et al.*, 2021). No sector industrial, os robôs dotados de IA utilizados em linhas de produção têm já revelado grande impacto (Pillai *et al.*, 2022). A robótica, em particular, evoluiu para sistemas autónomos capazes de desempenhar tarefas complexas (Soori *et al.*, 2023), como a montagem de componentes (Bogue, 2022), manutenção preventiva (Lodhi *et al.*, 2024) e até intervenções médicas (Habuzza *et al.*, 2021). A combinação da IA com tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) tem facilitado uma maior integração entre máquinas e

sistemas de gestão (Alahi *et al.*, 2023), o que possibilitou, por exemplo, a criação das primeiras fábricas inteligentes (Soori *et al.*, 2023b).

2.3.3. Análise de dados e Big Data

A IA tem sido também utilizada para analisar grandes quantidades de dados em tempo real, sendo a Big Data o seu combustível (Tahir & Khan, 2023), permitindo o apoio na tomada de decisão através da análise de padrões de comportamento e a previsão de tendências (Eboigbe *et al.*, 2023). Por exemplo, no sector financeiro, algoritmos de IA são utilizados para analisar o comportamento do mercado com base em modelos preditivos (Huang *et al.*, 2024). No sector da saúde, a IA aplicada ao big data está a ser testada em sistemas que analisam exames médicos e sugerem diagnósticos como podemos comprovar com o estudo de (Dong *et al.*, 2021).

2.3.4. Assistentes Virtuais e Processamento de Linguagem Natural

O desenvolvimento de assistentes virtuais é uma das utilizações mais visíveis da IA no quotidiano dos consumidores (Hornung & Smolnik, 2022). Estes sistemas baseiam-se em tecnologias de processamento de linguagem natural (PLN) (Johri *et al.*, 2021), para interpretar e responder a comandos humanos (Johri *et al.*, 2021). O PLN tem sido utilizado para o desenvolvimento de *chatbots* (Gunawan *et al.*, 2021), em serviços de apoio ao cliente e comércio eletrónico (Olujimi & Ade-Ibijola, 2023), permitindo interações em tempo real e personalizadas (Kedi *et al.*, 2024), o que aumenta a eficiência e a satisfação dos clientes (Kedi *et al.*, 2024).

2.3.5. Tendências Futuras

As tendências globais indicam que a adoção da IA continuará a expandir-se em várias áreas (Kopalle *et al.*, 2022). Uma das principais tendências é o crescimento da IA explicável (Saranya & Subhashini, 2023), que visa tornar os processos de decisão da IA mais transparentes (Chan, 2024), permitindo que os utilizadores compreendam como os algoritmos chegam a determinadas conclusões (Chan, 2024).

A convergência da IA com outras tecnologias emergentes, como a computação quântica e o 5G, promete impulsionar ainda mais a inovação (Verma, 2023). A computação quântica, em particular, pode aumentar exponencialmente a capacidade de

processamento da IA (Padmanaban, 2024), permitindo resolver problemas que atualmente não são abordáveis com a tecnologia convencional (Kumar Jain *et al.*, 2023). O 5G, por sua vez, proporcionará maior conectividade e velocidade de transmissão de dados, permitindo o desenvolvimento de aplicações de IA em tempo real (Wang *et al.*, 2020), como cidades inteligentes (Mazhar *et al.*, 2022) e veículos conectados (Iyer, 2021).

2.4. Riscos e desafios éticos da Inteligência Artificial

2.4.1. Viés e Discriminação

Os algoritmos de IA podem perpetuar e amplificar vieses existentes se forem treinados em dados tendenciosos (Mensah, 2023). Por exemplo, sistemas de reconhecimento facial podem ter taxas de erro significativas, devido à falta de diversidade nos dados de treino (Ferrara, 2024). Este tipo de viés pode levar a decisões injustas e prejudicar grupos já marginalizados (Cossette-Lefebvre & Maclure, 2023).

Para mitigar esses riscos, é crucial que os profissionais que utilizam esta tecnologia implementem práticas de desenvolvimento éticas e inclusivas (Borenstein & Howard, 2021). Isso inclui a utilização de conjuntos de dados diversos e representativos e a realização de testes rigorosos para identificar e corrigir vieses nos algoritmos (Zhang *et al.*, 2023). Além disso, é necessário promover a transparência nos processos de desenvolvimento de IA (Patel *et al.*, 2024), garantindo que os usuários finais compreendam como as decisões são tomadas pelos sistemas (Shin *et al.*, 2022).

2.4.2. Privacidade e Segurança de Dados

A IA depende de grandes quantidades de dados para funcionar eficazmente (Ma *et al.*, 2024), o que levanta preocupações sobre a privacidade e a segurança dos dados (Murdoch, 2021).

Regulamentações como a GDPR da União Europeia foram implementadas para proteger os dados dos cidadãos (Gerke & Rezaeikhonakdar, 2022), mas ainda existem desafios significativos na garantia da conformidade (Jain *et al.*, 2024).

A proteção da privacidade é um desafio crescente à medida que a IA se torna mais integrada nas nossas vidas quotidianas (Galetsi *et al.*, 2023). Sistemas de IA em aplicações de saúde, finanças e redes sociais recolhem diariamente dados pessoais

detalhados (Almeida *et al.*, 2022), aumentando o risco de exploração indevida (Rodrigues, 2020). É essencial que as empresas adotem práticas robustas de segurança cibernética para proteger esses dados (Dhoni & Kumar, 2023). A encriptação de dados, o uso de protocolos seguros e a realização de auditorias regulares são algumas das práticas recomendadas para mitigar riscos (Miryala & Gupta, 2022)

Além disso, é fundamental que os utilizadores estejam cientes dos dados que estão a partilhar e tenham controlo sobre como esses dados são utilizados (Shin *et al.*, 2022). Transparência nas políticas de privacidade e a obtenção de consentimento informado são passos importantes para garantir que os direitos dos utilizadores sejam respeitados (Patel *et al.*, 2024). Nesse sentido, hoje avalia-se o dever de apurar responsabilidades pelo uso indevido de dados (Smith, 2021) e o dever de implementar medidas para minimizar a coleta de dados desnecessários (Goldsteen *et al.*, 2020)

2.4.3. Desemprego e Desigualdade Económica

Um dos temas mais amplamente debatidos tem sido o potencial aumento do desemprego originado pela implementação da IA (Guliyev, 2023).

A automação de tarefas pode levar à substituição de trabalhadores humanos, especialmente em setores como a manufatura (Prinsloo *et al.*, 2019). Este fenómeno pode exacerbar a desigualdade económica, uma vez que os empregos que requerem baixa qualificação são mais suscetíveis à automação (Badiuzzaman & Rafiquzzaman, 2020). Trabalhadores em funções repetitivas ou manuais são os mais vulneráveis, o que pode levar a um aumento do desemprego estrutural (Krenz *et al.*, 2020).

Um dos principais argumentos é que a IA também poderá criar novos empregos (Wilson & Daugherty, 2018), mas estes geralmente exigem habilidades técnicas avançadas (Verma, 2023). O desafio reside na requalificação da força de trabalho para que os trabalhadores possam ocupar estes novos postos de trabalho (Li, 2022). No entanto, a transição pode ser difícil e demorada (Kergroach, 2017), deixando muitos trabalhadores temporariamente sem emprego (Zemtsov, 2020).

A desigualdade económica pode também ser agravada se apenas as empresas e os indivíduos com recursos significativos puderem investir em tecnologia de IA (Skare *et al.*, 2024).

Neste contexto, é fundamental analisar o impacto que o investimento em IA tem tido em diferentes tipos de empresas (Hradecky *et al.*, 2022), desde as PME's até às grandes corporações.

2.5. A Inteligência Artificial no setor industrial

A IA tem vindo a desempenhar um papel crucial na transformação de diversos setores industriais (Manta *et al.*, 2024), contribuindo para a automação, otimização de processos e, em última análise, para o aumento da produtividade e competitividade. Este capítulo aborda o impacto da IA em diferentes setores da indústria, o seu papel no contexto da Indústria 4.0 e alguns casos de sucesso que ilustram as vantagens da sua implementação.

2.5.1. Impacto da IA em setores industriais diversos

A IA tem provocado uma verdadeira revolução em diversos setores industriais (Daniel Ajiga *et al.*, 2024), sendo vista como uma ferramenta capaz de aumentar a eficiência (Mishra *et al.*, 2022), reduzir custos (Javaid *et al.*, 2022) e melhorar a qualidade dos produtos e serviços (Kedi *et al.*, 2024). A sua versatilidade permite-lhe ser aplicada em múltiplos contextos (Hansen *et al.*, 2020), variando desde a gestão de cadeias de abastecimento até à manutenção preditiva de máquinas (Bhargava *et al.*, 2022).

No setor automóvel, por exemplo, a IA é amplamente utilizada no desenvolvimento de veículos autónomos (Bartoš *et al.*, 2021; Theissler *et al.*, 2021) e na otimização das linhas de montagem (Banerjee *et al.*, 2024). Robôs equipados com IA desempenham tarefas de montagem complexas (Kahnamouei & Moallem, 2024), enquanto algoritmos inteligentes são capazes de prever falhas nas máquinas (Unal *et al.*, 2022), permitindo uma manutenção preventiva (Unal *et al.*, 2022) que minimiza o tempo de inatividade e os custos associados (Bhargava *et al.*, 2022).

No setor energético, a IA está a ser usada para monitorizar redes de energia (Ali & Choi, 2020) e prever flutuações de procura (Ahmad *et al.*, 2021), ajudando a ajustar a produção em tempo real e a melhorar a eficiência energética (Manuel *et al.*, 2024). A IA também desempenha um papel importante na gestão de ativos e na prevenção de falhas em infraestruturas críticas (Fu *et al.*, 2023), como redes de distribuição de eletricidade e oleodutos (Nagaty, 2023).

No setor farmacêutico e de saúde, a IA tem vindo a acelerar o desenvolvimento de novos medicamentos (Raparathi, 2021; Tripathi *et al.*, n.d.) e a melhorar o diagnóstico de doenças (Joudar *et al.*, 2023). Sistemas que têm por base esta tecnologia são usados para analisar grandes volumes de dados clínicos (Raparathi, 2021) e identificar padrões que ajudam a desenvolver novos tratamentos (Lu *et al.*, 2021). Além disso, a IA tem-se

mostrado eficaz na personalização de tratamentos (King, 2023), analisando o perfil genético de cada paciente para recomendar terapias adaptadas às suas necessidades específicas (Singh *et al.*, 2023).

A indústria de manufatura, em particular, tem sido bastante impactada pela IA (Rizvi *et al.*, 2021), especialmente no que diz respeito à otimização de processos de produção (Mateo & Redchuk, 2024). Esta inovação é utilizada para prever a procura de produtos, ajustar a produção de acordo com as necessidades do mercado (Badulescu *et al.*, 2024) e monitorizar o desempenho de máquinas e operários em tempo real (Walter, 2023).

Esta abordagem tem permitido às empresas reduzir desperdícios (Soori *et al.*, 2023b), aumentar a qualidade dos seus produtos (Boursali *et al.*, 2024) e responder de forma mais ágil às mudanças no mercado (Mohiuddin Babu *et al.*, 2022).

2.5.2. O Papel da IA na Indústria 4.0

A Indústria 4.0 (Culot *et al.*, 2020), também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, caracteriza-se pela fusão de tecnologias digitais, físicas e biológicas (Nagy *et al.*, 2022), permitindo uma maior automatização e troca de dados em tempo real (J. Ribeiro *et al.*, 2021). Neste contexto, a IA tem um papel fundamental como *driving force* da indústria 4.0 (Javaid *et al.*, 2022), sendo o motor que alimenta muitas das inovações e avanços hoje implementadas (Javaid *et al.*, 2022).

2.5.3. Casos de Sucesso da Implementação de IA em Indústrias

Uma das principais contribuições da IA para a Indústria 4.0 é a manutenção preditiva (Sandu, 2022a), que permite a análise contínua do estado das máquinas em tempo real (Keleko *et al.*, 2022), identificando potenciais problemas antes que estes causem falhas graves (Achouch *et al.*, 2022). Com base em dados históricos e sensores instalados nas máquinas (Kumar Sandu, 2022b), os sistemas de IA são capazes de prever quando é que uma peça ou equipamento pode falhar (Ruiz-Sarmiento *et al.*, 2020), permitindo uma intervenção proativa e minimizando os custos de manutenção e tempo de inatividade (Nguyen *et al.*, 2022).

Além disso, a IA tem um papel preponderante na fabricação inteligente (Kalla, 2024), onde algoritmos avançados são usados para otimizar cada etapa do processo produtivo (Yalamati & Vaddy, 2024). Estes algoritmos não só analisam a eficiência das máquinas e dos trabalhadores, como também ajustam automaticamente os parâmetros de

produção (Kumar Sandu, 2022b). A robotização de processos industriais tem permitido um elevado grau de personalização de produtos (Pech & Vrchota, 2022), ao mesmo tempo que mantém níveis de produção em massa (Yetis *et al.*, 2022).

A logística e o controlo de qualidade são outras áreas da Indústria 4.0 que se têm beneficiado da IA (Leontaris *et al.*, 2023; Soori *et al.*, 2024). No primeiro caso, a IA é usada para otimizar rotas de entrega, prever congestionamentos de trânsito (Boukerche *et al.*, 2020) e melhorar a gestão de stocks Umeorah *et al.*, 2024). No que diz respeito ao controlo de qualidade, os sistemas de IA conseguem detetar defeitos em produtos com uma precisão superior à dos métodos tradicionais (Deepak *et al.*, 2024), garantindo um nível elevado de conformidade com os padrões de qualidade (Mozaffar *et al.*, 2021).

Em suma, a implementação da IA em várias indústrias tem proporcionado resultados notáveis (Javaid *et al.*, 2022), com inúmeros exemplos que evidenciam o seu impacto positivo (Rathor, 2023) na produtividade (Rathor, 2023) e competitividade das empresas (Enholm *et al.*, 2022).

2.6. O Setor Têxtil em Portugal

O setor têxtil tem uma longa tradição em Portugal (Oliveira, 2023), sendo uma parte integrante da sua estrutura económica. Ao longo dos anos, este setor tem passado por diversas mudanças e inovações, adaptando-se às novas exigências dos mercados globais (V. M. Ribeiro & Soares, 2024). Neste capítulo, será apresentada uma caracterização detalhada do setor têxtil português, explorando a sua evolução, a relevância económica atual, os principais desafios e as oportunidades futuras.

2.6.1. Evolução Histórica do Setor Têxtil em Portugal

A história do setor têxtil em Portugal remonta a séculos atrás, quando as primeiras produções artesanais de tecidos começaram a surgir (Sequeira, 2012). Durante o século XIX, a Revolução Industrial trouxe mudanças significativas (Seixas *et al.*, 2022). Foi nesta altura que as primeiras fábricas têxteis começaram a ser instaladas (Oliveira, 2023).

Com o passar dos anos, especialmente após a adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia (CEE) em 1986 (Flury *et al.*, 2020), o setor têxtil sofreu uma nova transformação (Braga *et al.*, 2018). A integração no mercado europeu trouxe novas oportunidades (Ferreira Do Amaral, 2006), mas também intensificou a concorrência

(Amador & Soares, 2012), levando as empresas portuguesas a modernizar-se e a apostar em inovação para se manterem competitivas (Sebastián Royo, 2006).

Nos últimos 20 anos, com a crescente competitividade, o setor enfrentou novos desafios (Machado & Miranda, 2020), nomeadamente com a crescente competição de países com menores custos de produção, como a China e o Bangladesh (Razzaque *et al.*, 2020). Assim, as empresas portuguesas vêm-se obrigadas a ter de se reinventar e adaptar (Galvão *et al.*, 2021), que o fizeram através da aposta em segmentos de mercado de maior valor, como a moda sustentável (Moreira Carvalho *et al.*, 2023), o que tem permitido ao setor manter-se competitivo no contexto global (Moreira Carvalho *et al.*, 2023).

2.6.2. Relevância Económica do Setor Têxtil em Portugal

Atualmente, segundo a Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATP), o setor contribui com cerca de 10% do total das exportações portuguesas e é responsável por empregar mais de 130.000 pessoas, a maioria delas em empresas localizadas no norte de Portugal.

O setor caracteriza-se por uma forte componente exportadora, com os mercados europeus, como Espanha, França, Alemanha e Reino Unido, a representarem os principais destinos dos produtos têxteis portugueses (Ribeiro & Soares, 2024).

2.6.3. Desafios e Oportunidades no Setor Têxtil Português

Embora o setor têxtil tenha uma base sólida em Portugal, enfrenta ainda desafios, tais como, por exemplo, o surgimento dos têxteis técnicos, que têm vindo a ganhar protagonismo no setor (Moreira Carvalho *et al.*, 2023). Estes produtos, concebidos com características específicas, como resistência a altas temperaturas ou propriedades antibacterianas, destinam-se a nichos de mercado exigentes, como os setores da saúde, desporto e construção (Aldalbahi *et al.*, 2021). Este segmento tem sido uma das apostas para a diversificação do setor e um motor de crescimento nos últimos anos (Ejaz *et al.*, 2020).

A sustentabilidade é um dos principais temas que afeta o setor globalmente (Farhana *et al.*, 2022). A produção têxtil é conhecida pelo seu impacto ambiental, nomeadamente pelo consumo elevado de água e a geração de resíduos (Sarwar & Khan, 2022). Em resposta a estas preocupações, muitas empresas portuguesas têm vindo a adotar

práticas mais sustentáveis (Pinto, 2020), como o uso de fibras recicladas e a implementação de tecnologias de produção que reduzam o consumo de recursos (Patti *et al.*, 2020). Esta aposta na sustentabilidade tem sido vista como uma oportunidade para atrair consumidores que dão prioridade a produtos ecológicos e éticos (Ogunmola & Kumar, 2024).

Outro fator de relevo é a digitalização. As empresas têxteis portuguesas estão cada vez mais a integrar soluções tecnológicas para melhorar a eficiência dos seus processos produtivos, automatizar operações e responder mais rapidamente às exigências do mercado (Oliveira, 2022).

2.6.4. O Papel do Setor Têxtil Português no Contexto Internacional

Portugal tem conseguido consolidar-se como um dos principais produtores de têxteis na Europa (Ferreira, 2024), e a reputação dos seus produtos, reconhecidos pela qualidade e inovação, tem sido um fator determinante para a sua competitividade a nível global (Moreira Carvalho *et al.*, 2023).

O futuro do setor têxtil português parece, assim, estar ligado à capacidade de inovar e de se adaptar às novas exigências do mercado, nomeadamente no que diz respeito à sustentabilidade e à digitalização. A aposta contínua em tecnologias de ponta e a adaptação às tendências globais, como o consumo consciente e a moda circular, será crucial para o crescimento e a sobrevivência das empresas portuguesas no cenário global.

2.7. IMPACTO DA IA NAS PMES DO SETOR TÊXTIL

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), as PMEs representam cerca de 99% de todas as empresas e empregam aproximadamente 70% da força de trabalho global.

A IA tem se tornado uma ferramenta transformadora em diversas indústrias (J. Ribeiro *et al.*, 2021), incluindo o setor têxtil (Sikka *et al.*, 2024). Para as PMEs, a introdução da IA traz tanto oportunidades de crescimento (Soni, 2023) e eficiência (Wagobera Edgar Kedi *et al.*, 2024b) quanto desafios relacionados à adaptação e integração tecnológica (Bhalerao *et al.*, 2022). Neste capítulo, são discutidos os potenciais benefícios e desafios da IA para as PMEs do setor têxtil, as principais barreiras à sua adoção,

exemplos concretos de aplicação da IA no setor têxtil português, e uma análise de estudos anteriores sobre o impacto desta tecnologia nas PMEs

2.7.1. Potenciais benefícios e desafios da IA para as PMEs

A IA pode proporcionar diversas vantagens às PMEs do setor têxtil (Dikhanbayeva *et al.*, 2022), destacando-se a sua capacidade de otimizar processos produtivos e melhorar a gestão dos recursos (Mohammed *et al.*, 2023). Com a integração da IA, tarefas manuais ou repetitivas estão a ser automatizadas (Rizvi *et al.*, 2021), permitindo que as empresas reduzam erros humanos (Kumar *et al.*, 2021) e melhorem a qualidade dos seus produtos (Potla, 2023). A IA também tem uma influência forte na previsão da procura por produtos (Pradeep, 2023), ajudando as empresas a ajustar a produção de acordo com as flutuações do mercado.

Outro benefício importante é a personalização (Wang *et al.*, 2020). A IA permite que as empresas ajustem os seus produtos às preferências dos consumidores de maneira mais eficaz (Khrais, 2020). No setor têxtil, onde a moda e o design têm um papel central (Claxton & Kent, 2020), a personalização pode ser um fator competitivo crucial. A IA pode analisar as tendências de mercado em tempo real (Okeleke *et al.*, 2024), ajudando as PMEs a identificar rapidamente novos padrões de consumo e a adaptar as suas coleções de acordo com as expectativas dos clientes.

Além disso, a IA pode trazer benefícios na gestão de dados (Urban *et al.*, 2023). As PMEs podem utilizar ferramentas que utilizam esta tecnologia para processar e analisar grandes volumes de informações (Hansen & Bøgh, 2021), como dados de vendas, padrões de produção e feedback de clientes. Esta análise permite uma melhor tomada de decisões estratégicas (Narne *et al.*, 2024) e ajuda a identificar áreas de melhoria nas operações da empresa (Praveen & Kaluvakuri, 2022).

Apesar dos seus benefícios, a sua adoção apresenta vários desafios (Bhalerao *et al.*, 2022). Um dos principais obstáculos para as PMEs é o investimento inicial necessário (Bhalerao *et al.*, 2022). As soluções de IA muitas vezes exigem infraestruturas tecnológicas avançadas, como software especializado e equipamentos de processamento de dados, o que pode ser dispendioso (Bhalerao *et al.*, 2022). Para pequenas empresas com recursos limitados, este investimento pode parecer proibitivo, especialmente quando comparado com os retornos de curto prazo (Hansen & Bøgh, 2021).

A falta de um equilíbrio claro de poder e de funções bem definidas entre ciência, ética e política tem se demonstrado como um dos principais desafios (Sætra & Fosch-Villaronga, 2021)

Neste enquadramento torna-se relevante compreender quais os setores que poderão ser mais afetados e porquê.

Segundo Espina-Romero *et al.*, (2023), os principais setores são a indústria tecnológica, o setor empresarial, setor financeiro, o setor da indústria transformadora e setor da saúde, ainda que demonstre evidências de impacto em diversos outros setores.

O desenvolvimento da IA foi marcado por diversas inconsistências e limitações (Kaul *et al.*, 2020), incluindo extensos intervalos de diminuição no interesse e no financiamento (Scott *et al.*, 2022), estas limitações têm vindo a ser mitigadas (Soni, 2023), mas sabemos que em 2015 as grandes tecnológicas gastaram cerca de \$8,5 bilhões de dólares em acordos e investimentos em IA, quatro vezes mais do que em 2010 (The Economist, 2016) e só em 2014 e 2015 oito empresas, entre as quais a Google e a Microsoft, adquiriram 26 start-ups que produziam tecnologias de IA por um valor estimado de 5 bilhões de dólares (Scott *et al.*, 2022). O que está definido na literatura como comportamento predatório (*e.g.*). Revela-se assim um desafio a crescente competitividade, afetado pela falta de competências técnicas (Seethamraju & Hecimovic, 2022). Muitas PME's não têm especialistas em tecnologia no seu quadro de colaboradores, o que dificulta a implementação e gestão de soluções baseadas em IA (van Noordt & Tangi, 2023). A formação de funcionários e a contratação de especialistas podem aumentar os custos (Morandini *et al.*, 2023), além de representar um desafio adicional para empresas que não estão habituadas a lidar com novas tecnologias.

Por fim, a resistência à mudança é um problema comum (Shahid *et al.*, 2024). Em empresas do setor com práticas estabelecidas e processos tradicionais, pode haver relutância em adotar esta tecnologia devido ao medo de mudanças drásticas no funcionamento e nas operações da empresa (Khan *et al.*, 2023).

2.7.2. Exemplos de uso da IA no setor têxtil português

Embora as barreiras à adoção sejam consideráveis, algumas PME's têxteis em Portugal já têm vindo a integrar IA nas suas operações com sucesso. Este capítulo visa analisar a aplicação de soluções de inteligência artificial no setor têxtil português, com foco em casos práticos de empresas que adotaram esta tecnologia para otimizar os seus processos.

Uma das empresas é a *Smartex.Ai*, é uma empresa portuguesa especializada no desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial aplicadas à indústria têxtil. A empresa utiliza algoritmos de visão computacional e *machine learning* para identificar, em tempo real, defeitos nos tecidos durante o processo de produção. O sistema da *Smartex.Ai* está integrado nas linhas de produção têxteis e utiliza câmaras de alta resolução para capturar imagens dos tecidos enquanto eles são fabricados, analisando-os automaticamente para detetar falhas como irregularidades, manchas, buracos e outros problemas de qualidade.

Atualmente, com base nos dados indicados pela empresa no seu *website*, as máquinas equipadas com o sistema da *Smartex.Ai* já permitiram a poupança de aproximadamente 792 mil quilos de tecido, o que demonstra uma redução substancial no desperdício de materiais. Além disso, a utilização deste sistema contribuiu para a poupança de 17 milhões de kWh de energia, um fator crucial tanto para a redução de custos operacionais das fábricas como para a diminuição da pegada ecológica da produção. Outro impacto relevante é a redução de cerca de 94 milhões de litros de água, um recurso crítico na indústria têxtil, frequentemente associado a elevados níveis de consumo e desperdício. Finalmente, a *Smartex.Ai* ajudou a evitar a emissão de cerca de 4,6 milhões de quilos de CO₂, contribuindo para a mitigação das alterações climáticas e para o cumprimento de metas de sustentabilidade ambiental.

Este caso ilustra de forma evidente como a inteligência artificial, ao ser aplicada no controlo de qualidade em tempo real, pode transformar as práticas produtivas na indústria têxtil, promovendo maior eficiência, sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

3. METODOLOGIA

Dada a natureza exploratória deste estudo, foi adotada uma abordagem qualitativa baseada em entrevista, com o objetivo de compreender as diferentes formas de implementação de IA e os seus impactos em PMEs em Portugal.

3.1. Descrição do método utilizado para recolha de dados

A presente investigação adota assim uma abordagem qualitativa baseada em entrevista, adequada para explorar as perceções e experiências subjetivas (Gill, 2020). dos gestores de PMEs do setor têxtil em Portugal quanto à implementação de IA. Este tipo de metodologia é particularmente indicado para compreender fenómenos complexos, em que os significados atribuídos pelos participantes desempenham um papel central na análise (Gill, 2020). A pesquisa qualitativa permite captar as interpretações individuais e contextuais que os gestores têm sobre os desafios e oportunidades associados à transformação digital.

Na investigação qualitativa, é fundamental identificar um grupo com características culturais semelhantes para analisar os padrões que emergem das suas interações. Segundo (Creswell, 2018) este tipo de estudo procura compreender o significado de um fenómeno a partir da perspetiva dos participantes.

A metodologia qualitativa como método para examinar os dados recolhidos por entrevista revela-se especialmente eficaz para identificar relações entre conceitos emergentes (Creswell, 2018), alinhando-se ao objetivo de compreender como os gestores percecionam o impacto da IA em suas empresas e no setor como um todo.

3.2. Explicação do procedimento de análise

O procedimento de análise adotado neste estudo visou assegurar uma interpretação rigorosa e sistemática dos dados recolhidos. Em primeiro lugar, as entrevistas foram integralmente transcritas, permitindo um exame das respostas fornecidas pelos participantes. Este processo inicial foi essencial para garantir que nenhuma informação relevante fosse negligenciada. A partir das transcrições, foi realizada uma codificação temática, que consiste em identificar padrões e temas recorrentes nos relatos dos entrevistados. Esta técnica, utilizada em pesquisas qualitativas, possibilita organizar e categorizar as informações de forma estruturada, facilitando a extração de insights relevantes.

Para a codificação temática, foram definidos critérios que refletissem os objetivos do estudo, como benefícios percebidos, desafios enfrentados e estratégias de implementação de tecnologias de inteligência artificial. Cada resposta foi cuidadosamente analisada à luz desses critérios, permitindo a construção de categorias principais e subcategorias que refletem as percepções dos gestores sobre a adoção de IA nas PMEs do setor têxtil. Além disso, a análise comparativa entre as respostas possibilitou identificar semelhanças e divergências entre os entrevistados, enriquecendo a interpretação dos dados.

Posteriormente, as categorias foram organizadas de modo a facilitar a interpretação das informações e a ligação com os objetivos definidos no estudo. Este procedimento assegurou que os resultados obtidos fossem apresentados de forma clara, fundamentada e alinhada às questões centrais da investigação. O método adotado foi essencial para compreender, de maneira aprofundada, os desafios e as oportunidades da implementação de inteligência artificial neste setor específico, permitindo a elaboração de recomendações relevantes para gestores e decisores políticos.

3.3. Caracterização da Amostra

A amostra deste estudo é de conveniência, foram abordados 50 gestores de PMEs do setor têxtil em Portugal, no entanto, apenas 12 aceitaram responder às questões de entrevista. A seleção foi realizada de forma intencional, garantindo a inclusão de participantes que pudessem oferecer uma perspetiva diversificada sobre a implementação de IA no setor. Todos os participantes ocupam cargos de gestão ou liderança, proporcionando um conhecimento abrangente das operações, estratégias e desafios enfrentados pelas suas empresas.

Os gestores têm idades compreendidas entre os 35 e os 60 anos, com uma média de 46 anos. No que diz respeito ao género, a amostra é composta por 7 homens e 5 mulheres, refletindo uma diversidade moderada. Quanto à formação académica, a maioria (75%) possui formação superior em áreas como gestão, engenharia têxtil ou marketing, enquanto os restantes (25%) têm formação técnica complementada por experiência prática no setor.

As empresas representadas variam em tamanho e faturação. Cerca de 50% são classificadas como pequenas empresas, enquanto as restantes 50% são médias empresas. Geograficamente, a maioria das empresas (67%) está localizada no norte de Portugal, sobretudo nas regiões de Braga e Porto, conhecidas pela forte presença da

indústria têxtil. As restantes encontram-se distribuídas pelas regiões centro e sul do país.

Em termos de tempo de atividade, 8 empresas (67%) estão no mercado há mais de 20 anos, demonstrando um histórico consolidado, enquanto 4 empresas (33%) têm menos de 10 anos de operação, representando uma nova geração de empresas inovadoras. A maioria (75%) dedica-se à produção e comercialização de produtos têxteis, enquanto os restantes 25% operam em áreas de investigação, desenvolvimento e inovação (I&D), com foco em têxteis técnicos.

Relativamente ao uso de tecnologias emergentes, 5 empresas (42%) já implementaram soluções baseadas em IA, principalmente para automação de processos ou previsão de demanda. As restantes 7 empresas (58%) ainda não adotaram tecnologias de IA, mas manifestaram interesse em explorar essas possibilidades no futuro.

A seleção dos participantes baseou-se em critérios de acessibilidade, relevância e disponibilidade para participar no estudo. Antes de iniciar as entrevistas, todos os gestores foram informados sobre os objetivos da investigação e foi-lhes garantida a confidencialidade das suas respostas e a utilização dos dados exclusivamente para fins académicos. Esta amostra diversificada possibilita uma análise abrangente das perceções e desafios associados à adoção da IA no setor têxtil português.

4. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

4.1. Enquadramento

Este estudo, focado na perceção empresarial sobre a adoção de IA em PMEs do setor têxtil português, foi desenvolvido, com base em temas discutidos na literatura sobre transformação digital e inovação tecnológica. O guião de entrevista que pode ser observado no apêndice 1, é composto por 16 questões, foi elaborado para captar as perceções dos gestores em relação aos benefícios, desafios e impactos associados à implementação da IA. A revisão teórica foi essencial para justificar a inclusão de cada grupo de perguntas, assegurando que os temas abordados refletissem os aspetos mais relevantes para o setor têxtil, como a otimização de processos, a personalização de produtos e os desafios relacionados com custos, formação e apoio externo.

As entrevistas permitiram uma análise detalhada das experiências e opiniões dos gestores, explorando não apenas as potencialidades da IA, mas também os entraves que dificultam a sua adoção, como a falta de recursos financeiros e de competências técnicas. A partir das respostas recolhidas, foi possível compreender como os gestores percecionam o impacto da IA nas operações das suas empresas e no setor como um todo, fornecendo insights importantes para futuras estratégias de implementação e apoio governamental. Este enfoque não só reforça a pertinência do estudo no contexto atual de transformação digital, mas também contribui para ampliar o entendimento sobre os desafios específicos enfrentados pelas PMEs têxteis em Portugal.

4.2. Fundamentação teórica

Este estudo, no âmbito da perceção empresarial sobre a adoção de IA em PMEs do setor têxtil português, baseia-se em temas recorrentes identificados na literatura para a construção das questões de entrevista. A revisão de estudos sobre IA permitiu identificar os principais benefícios, desafios e impactos que as empresas percebem ou experienciam com a implementação dessa tecnologia. A fundamentação teórica justifica a inclusão de cada grupo de perguntas, que visa capturar as perceções dos gestores sobre a IA, bem como os seus efeitos e potencial dentro do setor.

Questão 1 – “Pode descrever brevemente a sua empresa, incluindo o seu tamanho, principais produtos/serviços e mercado-alvo”, fundamentada no trabalho teórico de Bhalerao *et al.* (2022)

Questão 2 – “Qual o papel das novas tecnologias, em geral, no funcionamento diário da sua empresa?”, fundamentada no trabalho teórico de Ribeiro *et al.* (2021)

Questão 3 – “Já ouviu falar de Inteligência Artificial? O que entende por este conceito?”, fundamentada no trabalho teórico de Urban *et al.* (2023)

Questão 4 – “Na sua opinião, quais são os benefícios que a IA pode trazer para o setor têxtil?”, fundamentada no trabalho teórico de Ribeiro *et al.* (2021)

Questão 5 – “Considera que a IA pode representar uma ameaça ou um benefício para as PMEs? Porquê?”, fundamentada no trabalho teórico de Bhalerao *et al.*, (2022); Javaid *et al.* (2022)

Questão 6 – “A sua empresa já utiliza alguma ferramenta ou tecnologia baseada em IA? Se sim, quais ferramentas e com que objetivos? Se não, porque é que ainda não foi adotada?”, fundamentada no trabalho teórico de (Muthukrishnan *et al.*, 2020; Xu *et al.*, 2019)

Questão 7 – “Que fatores mais influenciam a decisão de adotar ou não tecnologias de IA na sua empresa?”, fundamentada no trabalho teórico de van Noordt & Tangi (2023)

Questão 8 – “Quais as áreas ou processos da sua empresa que acredita que poderiam ser melhorados com o uso de IA?”, fundamentada no trabalho teórico de

Questão 9 – “Quais são, na sua opinião, os principais desafios ou barreiras para a implementação de IA na sua empresa?”, fundamentada no trabalho teórico de (Xu *et al.*, 2019)

Questão 10 – “Considera que a sua equipa tem as competências necessárias para lidar com ferramentas de IA?”, fundamentada no trabalho teórico de Krenz *et al.*, (2020)

Questão 11 – “A sua empresa tem acesso a recursos financeiros e tecnológicos suficientes para implementar IA?”, fundamentada no trabalho teórico de Sikka *et al.*, (2024)

Questão 12 – “De que forma acredita que a IA pode transformar a competitividade da sua empresa no mercado?”, fundamentada no trabalho teórico de Rathor, (2023)

Questão 13 – “Na sua visão, quais seriam os principais benefícios operacionais da IA para o setor têxtil em Portugal?”, fundamentada no trabalho teórico de Ben Ayed & Hanana (2021)

Questão 14 – “Que impacto é que a adoção de IA teria no relacionamento com os seus clientes ou fornecedores?”, fundamentada no trabalho teórico de Kedi *et al.* (2024a)

Questão 15 – “Considera que o setor têxtil português está preparado para a transformação digital impulsionada pela IA?”, fundamentada no trabalho teórico de Santos & Castanho (2022)

Questão 16 – “O que gostaria de ver implementado a nível governamental ou em associações de classe para apoiar a integração de IA nas PMEs têxteis?”, fundamentada no trabalho teórico da Comissão Europeia (2020)

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Apresentação dos resultados obtidos

5.1.1. Contextualização das Empresas

As empresas representadas na amostra demonstraram uma diversidade significativa em termos de tamanho, produtos e serviços. Das 12 empresas, 7 (58%) são classificadas como pequenas empresas, com menos de 50 colaboradores, enquanto 5 (42%) são médias empresas, com até 249 colaboradores. A maioria (67%) dedica-se à produção de vestuário e têxteis-lar, enquanto as restantes operam em nichos específicos, como têxteis técnicos.

Relativamente ao papel das novas tecnologias no funcionamento diário, 8 gestores (67%) destacaram a utilização de ferramentas digitais para gestão de operações e comunicação com clientes. No entanto, apenas 4 empresas (33%) utilizam tecnologias mais avançadas, como análise de dados em tempo real ou sistemas de planeamento de recursos empresariais (ERP).

5.1.2. Conhecimento e Perceção sobre IA

A familiaridade com a IA variou entre os gestores. Nove participantes (75%) demonstraram um entendimento básico do conceito, associando-o à automação e à análise preditiva. Três gestores (25%) admitiram ter pouca clareza sobre as suas aplicações práticas, especialmente no contexto das PMEs têxteis.

Quando questionados sobre os benefícios da IA para o setor, 10 gestores (83%) destacaram a possibilidade de otimizar processos e personalizar produtos. A IA é vista como uma ferramenta essencial para aumentar a eficiência e melhorar a qualidade dos produtos. Contudo, 2 gestores (17%) consideraram que, devido às limitações financeiras e técnicas, a IA pode ser mais vantajosa para grandes empresas do que para PMEs.

Quanto ao equilíbrio entre ameaças e benefícios, 7 gestores (58%) acreditam que a IA representa mais benefícios, especialmente no aumento da competitividade. No entanto, 5 gestores (42%) expressaram preocupações sobre o impacto na força de trabalho e nos custos operacionais.

5.1.3. Prontidão para Adotar IA

Das 12 empresas entrevistadas, apenas 4 (33%) já utilizam ferramentas de IA, como softwares de previsão de procura e otimização de estoques. Os gestores destas empresas afirmaram que a IA ajudou a reduzir desperdícios e a melhorar o planeamento estratégico. As restantes 8 empresas (67%) ainda não adotaram IA, principalmente devido a custos elevados e falta de clareza sobre os benefícios tangíveis.

Os fatores que mais influenciam a decisão de adotar IA incluem o retorno sobre o investimento (67%), a disponibilidade de recursos financeiros (58%) e a existência de apoio governamental (50%). Sete gestores (58%) identificaram áreas como produção, gestão de estoques e previsão de tendências como setores prioritários para a implementação da IA.

5.1.4. Desafios e Fragilidades

Os desafios associados à implementação de IA foram amplamente destacados pelos gestores entrevistados. Entre os principais obstáculos mencionados, os custos elevados emergiram como a maior barreira, sendo citados por 11 dos 12 gestores, ou seja, 92% da amostra. Este fator é especialmente relevante em empresas menores, onde os recursos financeiros são mais limitados. Além disso, a falta de formação técnica foi referida por 67% dos participantes, que salientaram a ausência de competências específicas nas suas equipas para lidar com ferramentas avançadas de IA. Adicionalmente, 75% dos gestores indicaram a insuficiência de apoio externo, como subsídios governamentais ou programas direcionados às necessidades das PMEs, como um entrave significativo. Embora todos reconheçam a importância de capacitar as suas equipas, apenas 42% das empresas têm iniciativas concretas para promover a formação técnica necessária.

5.1.5. Impactos e Resultados Esperados

Os gestores também exploraram os possíveis impactos positivos da IA nas operações empresariais. A maioria, representando 83% dos entrevistados, acredita que a tecnologia pode transformar a competitividade das empresas no mercado, aumentando a eficiência operacional e reduzindo custos. Além disso, 58% afirmaram que a IA pode contribuir para a otimização de cadeias de abastecimento e para a melhoria do planeamento estratégico. Outro aspeto relevante destacado foi o impacto no

relacionamento com os clientes, com 50% dos gestores a referirem que a IA pode facilitar a personalização de produtos e serviços, fortalecendo a satisfação e fidelização do cliente. Apesar desses benefícios, 33% dos entrevistados expressaram preocupação com o impacto da automação nos colaboradores, temendo que a substituição de algumas funções operacionais possa gerar resistências internas e dificuldades de adaptação nas equipas. Esses fatores ilustram a complexidade das implicações da IA, que combina oportunidades promissoras com desafios significativos.

5.2. Implicações para as PME's do setor têxtil

A implementação de IA PME's do setor têxtil em Portugal apresenta-se como uma oportunidade estratégica para reforçar a competitividade e a capacidade de inovação destas organizações. O setor têxtil português, caracterizado pela sua longa tradição e por um elevado número de PME's, enfrenta atualmente desafios de competitividade num mercado globalizado, onde a pressão para inovar e aumentar a eficiência é constante. A IA pode desempenhar um papel crucial ao permitir que estas empresas otimizem os seus processos, reduzam custos e melhorem a qualidade dos seus produtos.

Para muitas PME's, a IA oferece a possibilidade de automatizar tarefas repetitivas e melhorar o controlo de qualidade, libertando os recursos humanos para atividades de maior valor acrescentado. Esta automatização é particularmente relevante no setor têxtil, onde a produção em escala e a manutenção de elevados padrões de qualidade são fundamentais. Adicionalmente, a utilização de IA para prever tendências de mercado e ajustar a produção de acordo com a procura pode ajudar as PME's a reduzir o desperdício de materiais e a responder mais rapidamente às mudanças nas preferências dos consumidores, permitindo-lhes adaptar-se melhor às dinâmicas do mercado.

A capacidade da IA em personalizar a experiência do cliente pode ser explorada como uma vantagem competitiva. As PME's têxteis, que muitas vezes se destacam pela flexibilidade e pelo atendimento personalizado, podem recorrer a ferramentas de IA para entender melhor as necessidades dos seus clientes e oferecer produtos que correspondam de forma mais precisa às suas expectativas. Esta adaptação pode fortalecer a relação com os clientes e fomentar a fidelização, um aspeto essencial num setor onde a diferenciação é cada vez mais valorizada.

No entanto, a adoção de IA nas PME's do setor têxtil não está isenta de desafios. Muitos pequenos e médios empresários enfrentam limitações financeiras e estruturais que

dificultam o investimento em tecnologias avançadas. Além disso, a falta de competências técnicas no domínio da IA é uma barreira significativa, uma vez que a implementação e gestão eficaz desta tecnologia requerem conhecimento especializado. Este contexto sugere a necessidade de apoio institucional, quer ao nível de incentivos financeiros, quer na formação de recursos humanos, para facilitar a transição digital nas PME's.

Em última análise, as PME's do setor têxtil em Portugal que decidirem adotar a IA terão de lidar com o equilíbrio entre os benefícios potenciais e os desafios de implementação. A IA tem o potencial de transformar a forma como estas empresas operam, mas exige um compromisso com a inovação e um investimento em formação e infraestrutura. Ao aproveitar o poder da IA, o setor têxtil português pode não só consolidar a sua posição no mercado interno, mas também reforçar a sua competitividade a nível internacional, promovendo uma indústria mais adaptada às exigências tecnológicas do futuro.

6. CONCLUSÕES

6.1. Resumo das principais conclusões

As conclusões apontam para a existência de um entendimento generalizado sobre o potencial transformador da IA, mas também evidenciam barreiras significativas à sua implementação, que exigem esforços colaborativos entre empresas, instituições governamentais e associações do setor.

De modo geral, os gestores das PMEs demonstraram reconhecer a relevância da IA como um fator estratégico para aumentar a competitividade das suas empresas. Este reconhecimento está alinhado com tendências globais de inovação, nas quais a IA surge como uma ferramenta indispensável para a automação de processos, melhoria de qualidade e personalização de produtos. No entanto, a familiaridade com a IA e as suas aplicações específicas no setor têxtil ainda variam consideravelmente, refletindo diferentes níveis de preparação e interesse na sua adoção. Embora parte dos gestores acredite no papel transformador da IA, outros veem-na como uma tecnologia de difícil acesso, especialmente devido às restrições financeiras e técnicas.

Os desafios enfrentados pelas PMEs destacam-se como um dos principais temas deste estudo. Entre os mais mencionados estão os custos elevados de implementação, a falta de competências técnicas dentro das equipas e a ausência de incentivos governamentais específicos. Estas barreiras são agravadas pelo carácter tradicional de muitas empresas do setor, que ainda hesitam em adotar inovações tecnológicas disruptivas. Além disso, a resistência interna à mudança foi apontada como uma dificuldade recorrente, evidenciando a necessidade de estratégias de capacitação que envolvam não apenas formação técnica, mas também uma sensibilização mais ampla sobre os benefícios e impactos da IA.

Por outro lado, as oportunidades oferecidas pela IA foram amplamente reconhecidas pelos gestores. O estudo reforça a perceção de que a tecnologia pode trazer melhorias significativas para as operações internas das empresas, como a automatização de tarefas repetitivas, a otimização da cadeia de abastecimento e a redução de desperdícios. A possibilidade de personalização de produtos também é vista como uma vantagem estratégica para atender às demandas crescentes de consumidores que valorizam experiências exclusivas e personalizadas. No entanto, os gestores destacaram que a concretização desses benefícios dependerá de investimentos em formação e parcerias estratégicas.

As implicações mais amplas da IA no setor têxtil português são um ponto crucial nas conclusões deste estudo. Apesar dos desafios, a IA tem o potencial de impulsionar a sustentabilidade do setor, especialmente ao reduzir desperdícios de materiais e energia, e ao apoiar a transição para modelos de negócios mais verdes. Além disso, os gestores sugeriram que a implementação bem-sucedida da IA poderia fortalecer a presença internacional das PMEs portuguesas, consolidando-as como líderes em inovação e qualidade no mercado global.

7. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Limitações

Embora este estudo ofereça uma análise detalhada sobre a percepção dos 12 gestores sobre o impacto da IA no setor têxtil português, é importante reconhecer algumas limitações que podem ter influenciado os resultados e as conclusões apresentadas.

Em primeiro lugar, a investigação baseou-se num número restrito de gestores, o que limita a generalização dos resultados para o setor como um todo. A seleção de empresas dispostas a partilhar informações também representou uma limitação, uma vez que os dados podem refletir apenas aquelas empresas que já apresentam uma predisposição para a inovação.

Outro fator a considerar é a natureza rápida e dinâmica da evolução da IA, que faz com que os dados aqui analisados possam rapidamente tornar-se desatualizados, especialmente num setor em constante adaptação.

7.2. Recomendações

Dado o foco deste estudo na percepção do impacto da IA nas PMEs do setor têxtil português, identificam-se várias áreas que poderiam beneficiar de pesquisas adicionais.

Primeiramente, seria valioso desenvolver estudos longitudinais que acompanhem a implementação de IA ao longo do tempo, proporcionando uma visão mais detalhada sobre as mudanças que ocorrem nas operações e resultados das PMEs em resposta à adoção de tecnologias avançadas.

Outra sugestão é a realização de estudos quantitativos para medir o impacto específico da IA nas PMES portuguesas em indicadores como produtividade, redução de custos, e satisfação dos clientes. Estudos desta natureza poderiam fornecer dados objetivos que complementaríamos as percepções analisadas neste trabalho. Adicionalmente, uma investigação sobre a adaptação dos trabalhadores a novas tecnologias e os efeitos da IA no mercado de trabalho do setor têxtil português seria relevante, uma vez que a automação e a transformação digital afetam não apenas a eficiência, mas também as dinâmicas laborais.

Estes estudos futuros poderiam enriquecer o conhecimento sobre a integração da IA no setor têxtil português, oferecendo direções práticas para que as PMEs naveguem os desafios e maximizem as oportunidades que a inteligência artificial apresenta.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Sattarpanah Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 16). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12168081>
- Adigwe, C. S., Olaniyi, O. O., Olabanji, S. O., Okunleye, O. J., Mayeke, N. R., & Ajayi, S. A. (2024). Forecasting the Future: The Interplay of Artificial Intelligence, Innovation, and Competitiveness and its Effect on the Global Economy. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 24(4), 126–146. <https://doi.org/10.9734/ajeba/2024/v24i41269>
- Ahmad, T., Zhang, D., Huang, C., Zhang, H., Dai, N., Song, Y., & Chen, H. (2021). *Artificial Intelligence in Sustainable Energy Industry: Status Quo, Challenges and Opportunities*.
- Alahi, M. E. E., Sukkuea, A., Tina, F. W., Nag, A., Kurdthongmee, W., Suwannarat, K., & Mukhopadhyay, S. C. (2023). Integration of IoT-Enabled Technologies and Artificial Intelligence (AI) for Smart City Scenario: Recent Advancements and Future Trends. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s23115206>
- Aldalbahi, A., El-Naggar, M. E., El-Newehy, M. H., Rahaman, M., Hatshan, M. R., & Khattab, T. A. (2021). *polymers Effects of Technical Textiles and Synthetic Nanofibers on Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.3390/polym13>
- Ali, S. S., & Choi, B. J. (2020). State-of-the-art artificial intelligence techniques for distributed smart grids: A review. *Electronics (Switzerland)*, 9(6), 1–28. <https://doi.org/10.3390/electronics9061030>
- Almeida, D., Shmarko, K., & Lomas, E. (2022). The ethics of facial recognition technologies, surveillance, and accountability in an age of artificial intelligence: a comparative analysis of US, EU, and UK regulatory frameworks. *AI and Ethics*, 2(3), 377–387. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00077->
- Amador, J. , & Soares, A. C. (2012). *A concorrência na economia portuguesa: uma visão sobre os setores transacionável e não transacionável*.
- Badiuzzaman, M., & Rafiquzzaman, M. (2020). *Automation and Robotics: A Review of Potential Threat on Unskilled and Lower Skilled Labour Unemployment in Highly Populated Countries*. 16–24.

- Badulescu, Y., Cañas, F., & Cheikhrouhou, N. (2024). Judgmental adjustment of demand forecasting models using social media data and sentiment analysis within industry 5.0 ecosystems. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2024.100272>
- Balani, A., & Bhosle, K. (2023). IMPACT OF AI ON THE GLOBAL ECONOMY (WITH SPECIAL REFERENCE TO AI USAGE IN SANITATION AND SEWAGE). *INNOVATION CHALLENGES IN MULTIDISCIPLINARY RESEARCH & PRACTICE (ICMRP-2023)*, 84. www.publication.rfiindia.com
- Banerjee, A., Pawar, A. , Kalambe, D., Jadhav, M., & M, P. , & S. (2024). ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FOR AUTOMOBILE INDUSTRY. *Industrial Engineering Journal*, 53.
- Bartoš, M., Bulej, V., Bohušík, M., Stancek, J., Ivanov, V., & Macek, P. (2021). An overview of robot applications in automotive industry. *Transportation Research Procedia*, 55, 837–844. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.052>
- Ben Ayed, R., & Hanana, M. (2021). Artificial Intelligence to Improve the Food and Agriculture Sector. In *Journal of Food Quality* (Vol. 2021). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2021/5584754>
- Bhalerao, K., Kumar, A., & Pujari, P. (2022). *A STUDY OF BARRIERS AND BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ADOPTION IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE*. FORGOTTEN BOOKS.
- Bhargava, A., Bhargava, D., Kumar, P. N., Sajja, G. S., & Ray, S. (2022). Industrial IoT and AI implementation in vehicular logistics and supply chain management for vehicle mediated transportation systems. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13, 673–680. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01581-2>
- Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1(1), 61–65. <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00002-7>
- Boukerche, A., Tao, Y., & Sun, P. (2020). *Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation systems*. 182.
- Boursali, A., Benderbal, E., & Souier, M. (2024). *Integrating AI with Lean Manufacturing in the Context of Industry 4.0/5.0: Current Trends and Applications*. 206–217.
- Braga, V., Maria, A., Braga, S., Gonçalves, A. C., & Braga, A. (2016). *The Portuguese textile industry business co-operation: Informal relationships for international entry*. <https://www.researchgate.net/publication/306137913>

- Chan, G. K. Y. (2024). AI employment decision-making: integrating the equal opportunity merit principle and explainable AI. *AI and Society*, 39(3), 1027–1038. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01532-w>
- Chauvet, J.-M. (2018). *The 30-Year Cycle In The AI Debate*. <http://arxiv.org/abs/1810.04053>
- Claxton, S., & Kent, A. (2020). The management of sustainable fashion design strategies: An analysis of the designer's role. *Journal of Cleaner Production*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122112>
- Comissão Europeia. (2020). *Livro Branco sobre a Inteligência Artificial – uma abordagem europeia para a excelência e a confiança*.
- Cossette-Lefebvre, H., & Maclure, J. (2023). AI's fairness problem: understanding wrongful discrimination in the context of automated decision-making. *AI and Ethics*, 3(4), 1255–1269. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00233-w>
- Creswell, J. W. . (2018). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). *Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions*.
- Daniel Ajiga, Patrick Azuka Okeleke, Samuel Olaoluwa Folorunsho, & Chinedu Ezeigweneme. (2024). The role of software automation in improving industrial operations and efficiency. *International Journal of Engineering Research Updates*, 7(1), 022–035. <https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.7.1.0031>
- Deepak, G., Parthiban, M., Nath, M., Alfurhood, S., Mouleswararau, B., & Kishore, V. R. (2024). *Ai-enhanced thermal modeling for integrated process-product-system optimization in zero-defect manufacturing chains*. 55.
- Delipetrev, Blagoj., Tsinaraki, Chrisa., & Kostić, U. . (2020). *AI watch, historical evolution of artificial intelligence : analysis of the three main paradigm shifts in AI*. Publications Office of the European Union.
- Dhoni, P., & Kumar, R. (2023). *Synergizing Generative AI and Cybersecurity: Roles of Generative AI Entities, Companies, Agencies, and Government in Enhancing Cybersecurity*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.23968809.v1>
- Dikhanbayeva, D., Aitzhanova, M., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2022). Analysis of Textile Manufacturing SMEs in Kazakhstan for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 107, 888–893. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.080>

- Duan, Y., Edwards, J. S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data-evolution, challenges and research agenda (An opinion paper for International Journal of Information Management). *International Journal of Information Management*, 48, 63–71. <https://www.youtube.com/watch?v=mNEQsl1-iZs>
- Ejaz, A., Buda, R., Birau, R., Tenea, A. C., & Spulbar, C. (2020). The impact of domestic portfolio diversification strategies in Toronto stock exchange on Canadian textile manufacturing industry. *Industria Textila*, 71(3), 215–222. <https://doi.org/10.35530/IT.071.03.1696>
- Emmanuel Osamuyimen Eboigbe, Oluwatoyin Ajoke Farayola, Funmilola Olatundun Olatoye, Obiageli Chinwe Nnabugwu, & Chibuike Daraojimba. (2023). BUSINESS INTELLIGENCE TRANSFORMATION THROUGH AI AND DATA ANALYTICS. *Engineering Science & Technology Journal*, 4(5), 285–307. <https://doi.org/10.51594/estj.v4i5.616>
- Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2022). *Artificial Intelligence and Business Value: a Literature Review*. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w/Published>
- Espina-Romero, L., Noroño Sánchez, J. G., Gutiérrez Hurtado, H., Dworaczek Conde, H., Solier Castro, Y., Cervera Cajo, L. E., & Rio Corredoira, J. (2023). Which Industrial Sectors Are Affected by Artificial Intelligence? A Bibliometric Analysis of Trends and Perspectives. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 16). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/su151612176>
- Farhana, K., Kadirgama, K., Mahamude, A. S. F., & Mica, M. T. (2022). Energy consumption, environmental impact, and implementation of renewable energy resources in global textile industries: an overview towards circularity and sustainability. *Materials Circular Economy*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s42824-022-00059-1>
- Ferrara, E. (2024). Fairness and Bias in Artificial Intelligence: A Brief Survey of Sources, Impacts, and Mitigation Strategies. In *Sci* (Vol. 6, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/sci6010003>
- Ferreira Do Amaral, J. (2006). *O Impacto Económico da Integração de Portugal na Europa*.

- Ferreira, H. (2024). *Avaliação da sustentabilidade energética e ambiental e seus impactos no desenvolvimento sustentável numa empresa do setor têxtil*.
- Flury, C., Geiss, M., & Guerrero Cantarell, R. (2020). Building the technological European Community through education: European mobility and training programmes in the 1980s. *European Educational Research Journal*, 20(3), 348–364. <https://doi.org/10.1177/1474904120980973>
- Fu, G., Sun, S., Hoang, L., Yuan, Z., & Butler, D. (2023). Artificial intelligence underpins urban water infrastructure of the future: A holistic perspective. *Cambridge Prisms: Water*, 1. <https://doi.org/10.1017/wat.2023.15>
- Galetsi, P., Katsaliaki, K., & Kumar, S. (2023). Exploring benefits and ethical challenges in the rise of mHealth (mobile healthcare) technology for the common good: An analysis of mobile applications for health specialists. *Technovation*, 121, 102598. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2022.102598>
- Galvão, A. R., Marques, C. S., Mascarenhas, C., Braga, V., & Pereira, R. (2021). Motivations and barriers for the sustainable internationalization of the portuguese textile sector. *Sustainability (Switzerland)*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/su132313147>
- Gerke, S., & Rezaeikhonakdar, D. (2022). Privacy aspects of direct-to-consumer artificial intelligence/machine learning health apps. *Intelligence-Based Medicine*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2022.100061>
- Gill, M. J. (2020). Phenomenology as qualitative methodology. In & N. M.-M. M. Järvinen (Ed.), *Qualitative analysis: Eight approaches* (pp. 73–94). SAGE Publications.
- Goldsteen, A., Ezov, G., Shmelkin, R., Moffie, M., & Farkash, A. (2020). *Data Minimization for GDPR Compliance in Machine Learning Models*. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00095-8>
- Grewal, D., Gauri, D. K., Roggeveen, A. L., & Sethuraman, R. (2021). Strategizing Retailing in the New Technology Era. *Journal of Retailing*, 97(1), 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2021.02.004>
- Guliyev, H. (2023). Artificial intelligence and unemployment in high-tech developed countries: New insights from dynamic panel data model. *Research in Globalization*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100140>
- Habuza, T., Navaz, A. N., Hashim, F., Alnajjar, F., Zaki, N., Serhani, M. A., & Statsenko, Y. (2021). AI applications in robotics, diagnostic image analysis and precision medicine: Current limitations, future trends, guidelines on CAD systems for

- medicine. In *Informatics in Medicine Unlocked* (Vol. 24). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100596>
- Hansen, E. B., & Bøgh, S. (2021). Artificial Intelligence and Internet of Things in Small & Medium-Sized Enterprises: A Survey. In *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 58, pp. 362–372).
- Hansen, E. B., Iftikhar, N., & Bøgh, S. (2020). Concept of easy-to-use versatile artificial intelligence in industrial small & medium-sized enterprises. *Procedia Manufacturing*, 51, 1146–1152. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.161>
- Helena Nbéu Nkula Manuel, Husseini Musa Kehinde, Chijioke Paul Agupugo, & Adélia Cestina Nkula Manuel. (2024). The impact of AI on boosting renewable energy utilization and visual power plant efficiency in contemporary construction. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2), 1333–1348. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2450>
- Hornung, O., & Smolnik, S. (2022). AI invading the workplace: negative emotions towards the organizational use of personal virtual assistants. *Electronic Markets*, 32(1), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00493-0>
- Hossain, M. A., Agnihotri, R., Rushan, M. R. I., Rahman, M. S., & Sumi, S. F. (2022). Marketing analytics capability, artificial intelligence adoption, and firms' competitive advantage: Evidence from the manufacturing industry. *Industrial Marketing Management*, 106, 240–255. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.08.017>
- Hradecky, D., Kennell, J., Cai, W., & Davidson, R. (2022). Organizational readiness to adopt artificial intelligence in the exhibition sector in Western Europe. *International Journal of Information Management*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102497>
- Hughes, H., M. O'Reilly, McVeigh, N., & Ryan, R. (2023). *The top 100 most cited articles on artificial intelligence in radiology: a bibliometric analysis*. 78(2), 99–106.
- Isabel, J., & Sequeira, R. (2012). *PRODUÇÃO TÊXTIL EM PORTUGAL NOS FINAIS DA IDADE MÉDIA*.
- Iyer, L. S. (2021). AI enabled applications towards intelligent transportation. *Transportation Engineering*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100083>
- Jain, V., Balakrishnan, A., Beeram, D., Najana, M., & Chintale, P. (2024). Leveraging Artificial Intelligence for Enhancing Regulatory Compliance in the Financial Sector. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(5), 124–140. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v72i5p116>

- Javaid, M., Haleem Abid, Pratap, R., & Suman, R. (2022). *Artificial Intelligence Applications for Industry 4.0: A Literature-Based Study*. 7, 88–111.
- Joshi Pradeep. (2023). *Proceedings of International Conference on Fashion Apparel & Textile 2023 INCFAT'23*.
- Joudar, S., Albahri, S., Hamid, S., Zahid, A., & Algaysi, A. (2023). *Artificial intelligence-based approaches for improving the diagnosis, triage, and prioritization of autism spectrum disorder: a systematic review of current trends and open issues*. 56, 53–117.
- Judijanto, L., Asfahani, Bakri, A. A., Susanto, E., & Kulsum, U. (2022). *AI-Supported Management through Leveraging Artificial Intelligence for Effective Decision Making*.
- Kahnamouei, J. T., & Moallem, M. (2024). Advancements in control systems and integration of artificial intelligence in welding robots: A review. In *Ocean Engineering* (Vol. 312). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.119294>
- Kalla, D. (2024). Integrating IoT, AI, And Big Data For Enhanced Operational Efficiency In Smart Factories. *Educational Administration: Theory and Practice*, 14235–14245. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.6492>
- Kanbach, D. K., Heiduk, L., Blueher, G., Schreiter, M., & Lahmann, A. (2024). The GenAI is out of the bottle: generative artificial intelligence from a business model innovation perspective. In *Review of Managerial Science* (Vol. 18, Issue 4, pp. 1189–1220). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00696-z>
- Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. In *Gastrointestinal Endoscopy* (Vol. 92, Issue 4, pp. 807–812). Mosby Inc. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
- Keleko, A. T., Kamsu-Foguem, B., Ngouna, R. H., & Tongne, A. (2022). Artificial intelligence and real-time predictive maintenance in industry 4.0: a bibliometric analysis. *AI and Ethics*, 2(4), 553–577. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00132-6>
- Kergroach, S. (2017). Industry 4.0: New challenges and opportunities for the labour market. *Foresight and STI Governance*, 11(4), 6–8. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.4.6.8>

- Khan, A. N., Jabeen, F., Mehmood, K., Soomro, M. A., & Bresciani, S. (2023). Paving the way for technological innovation through adoption of artificial intelligence in conservative industries. *Journal of Business Research*, 165.
- Khisamova, Z. I., Begishev, I. R., & Sidorenko, E. L. (2019). Artificial intelligence and problems of ensuring cyber security. *International Journal of Cyber Criminology*, 13(2), 564–577. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3709267>
- Khogali, H. O., & Mekid, S. (2023). The blended future of automation and AI: Examining some long-term societal and ethical impact features. *Technology in Society*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102232>
- Khrais, L. T. (2020). Role of artificial intelligence in shaping consumer demand in e-commerce. *Future Internet*, 12(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/fi12120226>
- King, M. R. (2023). The Future of AI in Medicine: A Perspective from a Chatbot. In *Annals of Biomedical Engineering* (Vol. 51, Issue 2, pp. 291–295). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10439-022-03121-w>
- Kitsios, F., & Kamariotou, M. (2021). Artificial intelligence and business strategy towards digital transformation: A research agenda. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su13042025>
- Kopalle, P. K., Gangwar, M., Kaplan, A., Ramachandran, D., Reinartz, W., & Rindfleisch, A. (2022). Examining artificial intelligence (AI) technologies in marketing via a global lens: Current trends and future research opportunities. *International Journal of Research in Marketing*, 39(2), 522–540. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.11.002>
- Krenz, A., Prettnner, K., Strulik, H., Bellone, F., Dalgaard, C.-J., Funke, M., Guillou, S., Iacopetta, M., Impullitti, G., Klasing, M., Restrepo, P., Stemmler, H., & Wang, M.-C. (2020). *Standard-Nutzungsbedingungen: Robots, Reshoring, and the Lot of Low-Skilled Workers* *. <http://time>.
- Jhalani, R. K., Jain, S. K., Dubey, M., Sharda, P., Lambhate, T., & Patel, P. (2023). INNOVATION CHALLENGES IN MULTIDISCIPLINARY RESEARCH & PRACTICE (ICMRP-2023). In *INNOVATION CHALLENGES IN MULTIDISCIPLINARY RESEARCH & PRACTICE (ICMRP-2023)*. www.publication.rfiindia.com
- Sandu, A. K. (2022a). AI-Powered Predictive Maintenance for Industrial IoT Systems. *Digitalization & Sustainability Review*, 2(1), 1–14.
- Kumar Sandu, A. (2022b). *AI-Powered Predictive Maintenance for Industrial IoT Systems*. <https://www.researchgate.net/publication/380969569>

- Leontaris, L., Mitsiaki, A., Charalampous, P., Dimitriou, N., Leivaditou, E., Karamanidis, A., Margetis, G., Apostolakis, K. C., Pantoja, S., Stephanidis, C., Tzovaras, D., & Papageorgiou, E. (2023). A blockchain-enabled deep residual architecture for accountable, in-situ quality control in industry 4.0 with minimal latency. *Computers in Industry*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103919>
- Lerner, Joshua., & Stern, Scott. (2019). *Innovation policy and the economy, 2018. Volume 19 edited by Josh Lerner and Scott Stern*. The University of Chicago Press.
- Li, L. (2022). Reskilling and Upskilling the Future-ready Workforce for Industry 4.0 and Beyond. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y>
- Lodhi, S. K., Gill, A. Y., & Hussain, I. (2024). AI-Powered Innovations in Contemporary Manufacturing Procedures: An Extensive Analysis. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts*, 3(4), 15–25. <https://doi.org/10.47709/ijmdsa.v3i4.4616>
- Lu, Z. xia, Qian, P., Bi, D., Ye, Z. wei, He, X., Zhao, Y. hong, Su, L., Li, S. liang, & Zhu, Z. long. (2021). Application of AI and IoT in Clinical Medicine: Summary and Challenges. *Current Medical Science*, 41(6), 1134–1150. <https://doi.org/10.1007/s11596-021-2486-z>
- Machado, C. F., & Miranda, R. M. M. (2020). *About Competencies, Creativity, and Innovation in the Portuguese Textile and Clothing Sector*. 93–112.
- Manta, A. G., Bădîrcea, R. M., Doran, N. M., Badareu, G., Gherțescu, C., & Popescu, J. (2024). Industry 4.0 Transformation: Analysing the Impact of Artificial Intelligence on the Banking Sector through Bibliometric Trends. *Electronics (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/electronics13091693>
- Mateo, F. W., & Redchuk, A. (2024). *Artificial Intelligence as a Process Optimization Driver under Industry 4.0 Framework and the Role of IIoT, a Bibliometric Analysis*. 357–372.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., & Rochester, N. (1956). *A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE*.
- Mensah, G. B. (2023). Artificial Intelligence and Ethics: A Comprehensive Review of Bias Mitigation, Transparency, and Accountability in AI Systems. *Preprint*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23381.19685/1>

- Miryala, N. K., & Gupta, D. (2022). Data Security Challenges and Industry Trends. *IJARCCCE*, 11(11). <https://doi.org/10.17148/ijarcce.2022.111160>
- Mishra, S., Ewing, M. T., & Cooper, H. B. (2022). Artificial intelligence focus and firm performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 50(6), 1176–1197. <https://doi.org/10.1007/s11747-022-00876-5>
- Mohammed, S. B., Krothapalli, B., & Althati, C. (2023). *Advanced Techniques for Storage Optimization in Resource-Constrained Systems Using AI and Machine Learning*.
- Mohiuddin Babu, M., Akter, S., Rahman, M., Billah, M. M., & Hack-Polay, D. (2022). The role of artificial intelligence in shaping the future of Agile fashion industry. *Production Planning and Control*. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2060858>
- Morandini, S., Fraboni, F., De Angelis, M., Puzzo, G., Giusino, D., & Pietrantoni, L. (2023). THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON WORKERS' SKILLS: UPSKILLING AND RESKILLING IN ORGANISATIONS. *Informing Science*, 26, 39–68. <https://doi.org/10.28945/5078>
- Moreira M, M., Santos Gonçalves, B., Gonçalves de Figueiredo, L. F., & Köhler Schulte, N. (2023). *Design pró-sustentabilidade na formação de mulheres e a falta de divulgação do produto de moda nas mídias digitais*. 16, 39.
- Mozaffar, M., Liao, S., Xie, X., Saha, S., Park, C., Cao, J., Liu, W. K., & Gan, Z. (2021). *Mechanistic Artificial Intelligence (Mechanistic-AI) for Modeling, Design, and Control of Advanced Manufacturing Processes: Current State and Perspectives*.
- Murdoch, B. (2021). Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. *BMC Medical Ethics*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12910-021-00687-3>
- Muthukrishnan, N., Maleki, F., Ovens, K., Reinhold, C., Forghani, B., & Forghani, R. (2020). *Brief history of artificial intelligence* (Vol. 30).
- Nagaty, K. A. (2023). IoT Commercial and Industrial Applications and AI-Powered IoT. In *Frontiers of Quality Electronic Design (QED): AI, IoT and Hardware Security* (pp. 465–500). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16344-9_12
- Nagy, A., Tóth, A., Bognár, S., & David, F. (2022). *Industry 4.0 and Innovation*. 10, 3–5.
- Narne, S., Adedoja, T., Mohan, M., & Ayyalasomayajula, T. (2024). AI-Driven Decision Support Systems in Management: Enhancing Strategic Planning and Execution. In

International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication. <http://www.ijritcc.org>

- Nguyen, V.-T., Do, P., Vosin, A., & lung, B. (2022). Artificial-intelligence-based maintenance decision-making and optimization for multi-state component systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 228. <https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>
- Ogunmola, G. A., & Kumar, V. (2024). A strategic model for attracting and retaining environmentally conscious customers in E-retail. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2024.100274>
- Oliveira, F. (2022). *Melhoria das práticas de gestão da manutenção e implementação de um software CMMS numa empresa do setor têxtil*. Universidade do Minho.
- Olujimi, P. A., & Ade-Ibijola, A. (2023). NLP techniques for automating responses to customer queries: a systematic review. In *Discover Artificial Intelligence* (Vol. 3, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s44163-023-00065-5>
- Owolabi, A., Mousavi, M. M., Gozgor, G., & Li, J. (2024). The impact of carbon risk on the cost of debt in the listed firms in G7 economies: The role of the Paris agreement. *Energy Economics*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107925>
- Padmanaban, H. (2024). Quantum Computing and AI in the Cloud. *Journal of Computational Intelligence and Robotics By The Science Brigade (Publishing) Group 14 Journal of Computational Intelligence and Robotics*, 4. <https://doi.org/10.55662/JCIR.2024.4101>
- Patel, H. B., Mishra, S., Jain, R., & Kansara, N. (2024). *The Future of Quantum Computing and its Potential Applications*.
- Patrick Azuka Okeleke, Daniel Ajiga, Samuel Olaoluwa Folorunsho, & Chinedu Ezeigweneme. (2024). Predictive analytics for market trends using AI: A study in consumer behavior. *International Journal of Engineering Research Updates*, 7(1), 036–049. <https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.7.1.0032>
- Patti, A., Cicala, G., & Acierno, D. (2020). *polymers Eco-Sustainability of the Textile Production: Waste Recovery and Current Recycling in the Composites World*. <https://doi.org/10.3390/polym1301>
- Pech, M., & Vrchota, J. (2022). The Product Customization Process in Relation to Industry 4.0 and Digitalization. *Processes*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/pr10030539>

- Pillai, R., Sivathanu, B., Mariani, M., Rana, N. P., Yang, B., & Dwivedi, Y. K. (2022). Adoption of AI-empowered industrial robots in auto component manufacturing companies. *Production Planning and Control*, 33(16), 1517–1533. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882689>
- Pinto, L. (2020). Green supply chain practices and company performance in Portuguese manufacturing sector. *Business Strategy and the Environment*, 29(5), 1832–1849. <https://doi.org/10.1002/bse.2471>
- Potla, R. T. (2023). Integrating AI and IoT with Salesforce: A Framework for Digital Transformation in the Manufacturing Industry. *Journal of Science & Technology*, 4(1), 125–135. <https://doi.org/10.55662/jst.2023.4103>
- Praveen, V., & Kaluvakuri, K. (2022). Title *AI-Driven Fleet Financing: Transparent, Flexible, and Upfront Pricing for Smarter Decisions* Volume 12, ISSUE 03, Pages: 2366-2377 Paper Authors To Secure Your Paper as Per UGC Guidelines We Are Providing A Electronic Bar code *AI-Driven Fleet Financing: Transparent, Flexible, and Upfront Pricing for Smarter Decisions*. 11. <https://doi.org/10.48047/IJIER/V11/ISSUE>
- Prinsloo, J., Sinha, S., & von Solms, B. (2019). A review of industry 4.0 manufacturing process security risks. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 23). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app9235105>
- Raparthi, M. (2021). *Human-Computer Interaction Perspectives Human-Computer Interaction Perspectives Precision Health Informatics-Big Data and AI for Personalized Healthcare Solutions: Analyzing Their Roles in Generating Insights and Facilitating Personalized Healthcare Solutions*.
- Rathor, K. (2023). Impact of using Artificial Intelligence-Based Chatgpt Technology for Achieving Sustainable Supply Chain Management Practices in Selected Industries. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 71(3), 34–40. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v71i3p106>
- Razzaque, M. A., Rahman, J., & Akib, H. (2020). *Bangladesh-China Trade and Economic Cooperation: Issues and Perspectives*.
- Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 - A Literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>
- Ribeiro, V. M., & Soares, I. (2024). Internal competitiveness and market leadership in the adoption of green technologies in the Portuguese textiles and apparel industry.

- Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 69.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.103899>
- Rita, & Gomes de Oliveira. (2023). *MESTRADO HISTÓRIA CONTEMPORÂNEA As marcas de têxteis em Portugal (1883-1933)*.
- Rizvi, A. T., Haleem, A., Bahi, S., & Javaid, M. (2021). *Artificial Intelligence (AI) and Its Applications in Indian Manufacturing: A Review*. 825–835.
- Rodrigues, R. (2020). Legal and human rights issues of AI: Gaps, challenges and vulnerabilities. *Journal of Responsible Technology*, 4, 100005.
<https://doi.org/10.1016/j.jrt.2020.100005>
- Ruiz-Sarmiento, J. R., Monroy, J., Moreno, F. A., Galindo, C., Bonelo, J. M., & Gonzalez-Jimenez, J. (2020). A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87.
<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.103289>
- Sætra, H. S., & Fosch-Villaronga, E. (2021). Research in AI has Implications for Society: How do we Respond? *Morals & Machines*, 1(1), 60–73.
<https://doi.org/10.5771/2747-5174-2021-1-60>
- Sairete, A., Balfagih, Z., Brahim, T., Amin Mousa, M. El, Lytras, M., & Visvizi, A. (2021). Editorial - Artificial Intelligence: Towards Digital Transformation of Life, Work, and Education. In *Procedia Computer Science* (Vol. 194, pp. 1–8). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.001>
- Santos, E., & Castanho, R. A. (2022). The Impact of Size on the Performance of Transnational Corporations Operating in the Textile Industry in Portugal during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2).
<https://doi.org/10.3390/su14020717>
- Saranya, A., & Subhashini, R. (2023). A systematic review of Explainable Artificial Intelligence models and applications: Recent developments and future trends. In *Decision Analytics Journal* (Vol. 7). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100230>
- Sarker, I. H. (2022). AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. *SN Computer Science*, 3(2).
<https://doi.org/10.1007/s42979-022-01043-x>
- Sarwar, T., & Khan, S. (2022). Textile Industry: Pollution Health Risks and Toxicity. In S. S. Muthu; & A. Khadir (Eds.), *Textile Wastewater Treatment: Sustainable Bio-nano Materials and Macromolecules, Volume 1* (Vol. 1). Springer Nature.

- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution By*. World Economic Forum.
- Sebastián Royo. (2006). Portugal, Espanha e a União Europeia. In *Relações Internacionais* (Issue 9, pp. 91–103).
- Seethamraju, R., & Hecimovic, A. (2022). Adoption of artificial intelligence in auditing: An exploratory study. *Australian Journal of Management*, 48. <https://doi.org/10.1177/03128962221108440>
- Shahid, R., Shahid, H., Shijie, L., & Jian, G. (2024). Developing nexus between economic opening-up, environmental regulations, rent of natural resources, green innovation, and environmental upgrading of China - empirical analysis using ARDL bound-testing approach. *Innovation and Green Development*, 3(1). <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100088>
- Shin, D., Kee, K. F., & Shin, E. Y. (2022). Algorithm awareness: Why user awareness is critical for personal privacy in the adoption of algorithmic platforms? *International Journal of Information Management*, 65, 102494. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2022.102494>
- Sikka, M. P., Sarkar, A., & Garg, S. (2024). Artificial intelligence (AI) in textile industry operational modernization. In *Research Journal of Textile and Apparel* (Vol. 28, Issue 1, pp. 67–83). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/RJTA-04-2021-0046>
- Singh, A. V., Chandrasekar, V., Paudel, N., Laux, P., Luch, A., Gemmati, D., Tisato, V., Prabhu, K. S., Uddin, S., & Dakua, S. P. (2023). Integrative toxicogenomics: Advancing precision medicine and toxicology through artificial intelligence and OMICs technology. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 163). Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114784>
- Skare, M., Gavurova, B., & Blažević Burić, S. (2024). Artificial intelligence and wealth inequality: A comprehensive empirical exploration of socioeconomic implications. *Technology in Society*, 79, 102719. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2024.102719>
- Smith, H. (2021). Clinical AI: opacity, accountability, responsibility and liability. *AI and Society*, 36(2), 535–545. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01019-6>
- Soni, V. (2023). *Impact of Generative AI on Small and Medium Enterprises' Revenue Growth: The Moderating Role of Human, Technological, and Market Factors* (Vol. 6).

- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023a). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. In *Cognitive Robotics* (Vol. 3, pp. 54–70). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023b). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. In *Internet of Things and Cyber-Physical Systems* (Vol. 3, pp. 192–204). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.006>
- Soori, M., Jough, F. K. G., Dastres, R., & Arezoo, B. (2024). AI-Based Decision Support Systems in Industry 4.0, A Review. *Journal of Economy and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.08.005>
- Stadheim, V. (2023). Product specialisation, global competition, and industrial decline: Portugal's path to crisis. *Competition and Change*, 27(5), 770–789. <https://doi.org/10.1177/10245294231168521>
- Umeorah, S. C., Abikoye, E. ;, Adelaja, A. O., & Ayodele, O. F. (2024). Artificial Intelligence (AI) in working capital management: Practices and future potential. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(1), 1436–1451. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2141>
- Stenseke, J. (2022). Interdisciplinary Confusion and Resolution in the Context of Moral Machines. *Science and Engineering Ethics*, 28(3). <https://doi.org/10.1007/s11948-022-00378-1>
- Ted Tschang, F., Ramon Llull, U., & Ted Tschang, F. (2021). *Artificial intelligence as augmenting automation: Implications for employment* (Vol. 35, Issue 4). In-Press. https://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research
- Theissler, A., Pérez-Velázquez, J., Kettelgerdes, M., & Elger, G. (2021). Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry. *Reliability Engineering and System Safety*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107864>
- Tominc, P., Oreški, D., Čančer, V., & Rožman, M. (2024). Statistically Significant Differences in AI Support Levels for Project Management between SMEs and Large Enterprises. *AI (Switzerland)*, 5(1), 136–157. <https://doi.org/10.3390/ai5010008>
- Tripathi, A., Misra, K., Dhanuka, R., & Singh, J. P. (n.d.). *Send Orders for Reprints to reprints@benthamscience.net Recent Patents on Biotechnology, XXXX, XX, 000-000 1 Artificial Intelligence in Accelerating Drug Discovery and De-velopment*. <http://gdbtools.unibe.ch:8080/PPB/>

- Turing, A. M. (1950). mind a quarterly review of psychology and philosophy i.-computing machinery and intelligence. In *Mind* (Ed.), *Mind* (Vol. 59, pp. 433–460). <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>
- Unal, P., Albayrak, Ö., Jomâa, M., & Berre, A. J. (2022). Data-Driven Artificial Intelligence and Predictive Analytics for the Maintenance of Industrial Machinery with Hybrid and Cognitive Digital Twins. In *Technologies and Applications for Big Data Value* (pp. 299–319). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78307-5_14
- Urban, R., Haluzová, S., Strunga, M., Surovková, J., Lifková, M., Tomášik, J., & Thurzo, A. (2023). AI-Assisted CBCT Data Management in Modern Dental Practice: Benefits, Limitations and Innovations. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/electronics12071710>
- van Noordt, C., & Tangi, L. (2023). The dynamics of AI capability and its influence on public value creation of AI within public administration. *Government Information Quarterly*, 40(4). <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101860>
- Verma, M. (2023). Blockchain and AI Convergence: A New Era of Possibilities the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0). In *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)* (Vol. 7, Issue 5). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>
- Wagobera Edgar Kedi, Chibundom Ejimuda, Courage Idemudia, & Tochukwu Ignatius Ijomah. (2024a). AI Chatbot integration in SME marketing platforms: Improving customer interaction and service efficiency. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(7), 2332–2341. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i7.1327>
- Wagobera Edgar Kedi, Chibundom Ejimuda, Courage Idemudia, & Tochukwu Ignatius Ijomah. (2024b). AI Chatbot integration in SME marketing platforms: Improving customer interaction and service efficiency. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(7), 2332–2341. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i7.1327>
- Wang, W., Kumar, N., Chen, J., Gong, Z., Kong, X., Wei, W., & Gao, H. (2020). Realizing the Potential of Internet of Things for Smart Tourism with 5G and AI. *IEEE Network*, 34(6), 295–301. <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2000250>
- Whittlestone, J., & Clarke, S. (2022). *AI Challenges for Society and Ethics*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780197579329.013.3>

- Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). *Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces*.
- Witt, M. A. (2019). De-globalization: Theories, predictions, and opportunities for international business research. *Journal of International Business Studies*, 50(7), 1053–1077. <https://doi.org/10.1057/s41267-019-00219-7>
- Xu, F., Uszkoreit, H., Du, Y., Fan, W., Zhao, D., & Zhu, J. (2019). Explainable AI: A Brief Survey on History, Research Areas, Approaches and Challenges. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11839 LNAI, 563–574. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32236-6_51
- Yalamati, S., & Vaddy, R. K. (2024). *Algorithmic Insights: Exploring AI and ML in Practical Applications*.
- Yetis, H., Karakose, M., & Baygin, N. (2022). Blockchain-based mass customization framework using optimized production management for industry 4.0 applications. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101151>
- Zamani, S. Z. (2022). Small and Medium Enterprises (SMEs) facing an evolving technological era: a systematic literature review on the adoption of technologies in SMEs. *European Journal of Innovation Management*, 25(6), 735–757. <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2021-0360>
- Zemtsov, S. (2020). New technologies, potential unemployment and ‘nescience economy’ during and after the 2020 economic crisis. *Regional Science Policy and Practice*, 12(4), 723–743. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12286>
- Zhang, B., Zhang, S., Feng, J., & Zhang, S. (2023). Age-level bias correction in brain age prediction. *NeuroImage: Clinical*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2023.103319>

APÊNDICES

APÊNDICE I – GUIÃO DE ENTREVISTA

Introdução:

O meu nome é Gustavo Meireles, e estou atualmente a frequentar o mestrado em Gestão de Empresas no ISAG – European Business School. Esta entrevista faz parte da minha dissertação de mestrado, cujo tema é "Perceção do impacto da inteligência artificial nas pmes do setor têxtil português".

O objetivo deste estudo é compreender como os gestores de pequenas e médias empresas no setor têxtil percecionam as oportunidades e desafios associados à implementação de Inteligência Artificial, bem como explorar os benefícios e impactos desta tecnologia nas operações e estratégias empresariais.

Gostaria, assim, de solicitar a sua colaboração para responder a algumas questões relacionadas com este tema. Quero também garantir que todas as informações partilhadas serão tratadas com total confidencialidade e utilizadas apenas para fins académicos.

Perfil Sociodemográfico:

1. **Qual a sua idade?**
2. **Qual o seu género?**
3. **Qual a sua formação académica?**
4. **Há quanto tempo trabalha na empresa?**
5. **Qual é o seu cargo atual na empresa?**
6. **Já teve experiências anteriores em gestão ou em outro setor que influenciam a sua visão sobre tecnologias como a IA?**

1. Contextualização da Empresa

1. Pode descrever brevemente a sua empresa, incluindo o seu tamanho, principais produtos/serviços e mercado-alvo?
2. Qual o papel das novas tecnologias, em geral, no funcionamento diário da sua empresa?

2. Conhecimento e Perceção sobre Inteligência Artificial

3. Já ouviu falar de Inteligência Artificial? O que entende por este conceito?
4. Na sua opinião, quais são os benefícios que a IA pode trazer para o setor têxtil?
5. Considera que a IA pode representar uma ameaça ou um benefício para as PMEs? Porquê?

3. Prontidão para Adotar IA

6. A sua empresa já utiliza alguma ferramenta ou tecnologia baseada em IA?
 - o Se sim, quais ferramentas e com que objetivos?
 - o Se não, porque é que ainda não foi adotada?
7. Que fatores mais influenciam a decisão de adotar ou não tecnologias de IA na sua empresa?

8. Quais as áreas ou processos da sua empresa que acredita que poderiam ser melhorados com o uso de IA?

4. Desafios e Fragilidades

9. Quais são, na sua opinião, os principais desafios ou barreiras para a implementação de IA na sua empresa?
10. Considera que a sua equipa tem as competências necessárias para lidar com ferramentas de IA?
11. A sua empresa tem acesso a recursos financeiros e tecnológicos suficientes para implementar IA?

5. Impactos e Resultados Esperados

12. De que forma acredita que a IA pode transformar a competitividade da sua empresa no mercado?
13. Na sua visão, quais seriam os principais benefícios operacionais da IA para o setor têxtil em Portugal?
14. Que impacto é que a adoção de IA teria no relacionamento com os seus clientes ou fornecedores?

6. Perspetivas Futuras

15. Considera que o setor têxtil português está preparado para a transformação digital impulsionada pela IA?
16. O que gostaria de ver implementado a nível governamental ou em associações de classe para apoiar a integração de IA nas PME's têxteis?

Encerramento:

- Agradecimento pela participação e pela partilha de informações.
- Reforço de que os dados serão tratados de forma confidencial e apenas para fins académicos.
- Oferta para enviar um resumo dos resultados da investigação, caso o participante esteja interessado.