

2º CICLO DE ESTUDOS
GESTÃO COMERCIAL

IA – Qual o seu papel na Indústria Metalomecânica em Portugal?

Ana Ferreira

M

2024



IA – QUAL O SEU PAPEL NA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA EM PORTUGAL?

Ana Isabel Pereira Ferreira

Dissertação

Mestrado em Gestão Comercial

Orientado por
Prof. Doutor Ricardo Correia
Prof^a Doutora Raquel Meneses

2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todas as pessoas que me apoiaram ao longo deste percurso acadêmico.

Em primeiro lugar, aos meus orientadores, Professora Doutora Raquel Meneses e Professor Doutor Ricardo Correia, pela orientação incansável, pelos conselhos valiosos e pela disponibilidade constante ao longo de todo este processo. O vosso apoio foi fundamental para a realização desta dissertação.

Agradeço igualmente aos participantes das entrevistas, que dedicaram o seu tempo e partilharam as suas experiências, contribuindo de forma essencial para este trabalho.

Ao meu amigo, António Monteiro que, além de me apoiar, facilitou o meu dia-a-dia no trabalho, permitindo-me conciliar os estudos com as responsabilidades profissionais. A sua compreensão e amizade tornaram este percurso mais leve e agradável.

À minha família, em especial ao meu companheiro de viagem, Edgar Moreira, que me acompanhou em cada passo desta jornada, sempre com paciência e incentivo incondicional. Por fim, mas não menos importante, à minha querida Mãe, que apesar da distância, me ofereceu o conforto e o carinho em todos os momentos. A sua motivação e o seu amor foram um grande pilar.

A todos, o meu mais sincero obrigado!

RESUMO

Esta dissertação explora o impacto e as limitações da adoção da Inteligência Artificial (IA) nas pequenas e médias empresas (PME) do setor metalomecânico em Portugal e utiliza uma abordagem abductiva de "systematic combining".

A pesquisa integra uma revisão da literatura enquadrada no Modelo Híbrido TAM-TOE e a análise de estudo de casos para compreender os fatores que influenciam a implementação da IA.

O estudo revela que uma liderança visionária, ou seja, líderes com uma visão clara e inovadora são fundamentais para alinhar as estratégias da empresa com os grandes desafios, como a adoção da IA. Além disso, a literacia tecnológica, a formação contínua e as parcerias com especialistas são fatores essenciais para o sucesso. Apesar das oportunidades significativas que a IA oferece, a maioria das PME do setor ainda enfrentam desafios, incluindo a falta de conhecimento e a resistência à mudança. O trabalho destaca também a importância de políticas governamentais que incentivem e facilitem a adoção da IA, de forma a aumentar a competitividade e a eficiência destas empresas. Em suma, a capacidade das PME em explorar o potencial da IA será crucial para o seu crescimento e sustentabilidade no competitivo mercado global.

Palavras-Chave: Inteligência Artificial; PME; Indústria 4.0; Sector Metalomecânico e Metalúrgico; Modelo TAM

ABSTRACT

This dissertation explores the impact and limitations of Artificial Intelligence (AI) adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs) within Portugal's metalworking sector, employing an abductive "systematic combining" approach. The research integrates a literature review based on the Hybrid TAM-TOE Model and case study analysis to understand the factors influencing AI implementation.

The study reveals that visionary leadership — leaders with a clear and innovative vision — is crucial for aligning company strategies with major challenges like AI adoption. Additionally, technological literacy, continuous training and partnerships with specialists are essential factors for success. Despite the significant opportunities AI offers, most SMEs in the sector still face challenges, including a lack of knowledge and resistance to change. The work also emphasizes the importance of government policies that encourage and facilitate AI adoption, aiming to boost the competitiveness and efficiency of these enterprises. In conclusion, SMEs' ability to harness the potential of AI will be vital for their growth and sustainability in the competitive global market.

Keywords: Artificial Intelligence; SMEs; Industry 4.0; Metalworking and Metallurgical Sector; TAM Model

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)	5
2.2 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (PME).....	6
2.3 A ADOÇÃO DA IA POR PARTE DAS PME – O MODELO HÍBRIDO TAM - TOE	7
2.4 EM SUMA.....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1 ESTUDO QUALITATIVO	13
3.2 O SECTOR METALOMECÂNICO	13
3.3 RECOLHA DE DADOS	14
3.4 AMOSTRA.....	18
3.5 CODIFICAÇÃO	21
4. RESULTADOS.....	25
4.1 ANÁLISE INDIVIDUAL.....	26
4.2 ANÁLISE GERAL DAS ENTREVISTAS	38
4.3 DISCUSSÃO	40
5. CONCLUSÕES	47
5.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS	49
5.2 CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO	50
5.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	51
BIBLIOGRAFIA.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelo Híbrido TAM-TOE</i>	9
---	---

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 <i>Entrevistas</i>	14
Tabela 2 <i>Guião</i>	16
Tabela 3 <i>Caraterização da empresa</i>	18
Tabela 4 <i>Codificação</i>	22
Tabela 5 <i>Ponto de adoção da LA pelas empresas</i>	25
Tabela 6 <i>Síntese</i>	44

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a Inteligência Artificial (IA) consolidou-se como um dos pilares centrais da inovação tecnológica e digital. Embora o conceito de IA já exista há várias décadas, a sua aplicação tem crescido de forma significativa, transformando diversos setores, desde a saúde e as finanças até ao transporte e à criação de conteúdo digital (Caner & Bhatti, 2020; Grashof & Kopka, 2022).

Este campo, que inicialmente era meramente teórico, evoluiu para uma aplicação prática robusta e multidisciplinar, tornando-se parte essencial do desenvolvimento das empresas e da sociedade moderna (Caner & Bhatti, 2020; Lada et al., 2023; Moradi & Dass, 2022; Nja et al., 2023). Apesar das inovações constantes, os fundamentos da IA mantêm-se praticamente inalterados, com destaque para a complexidade inerente e a ausência de uma definição universalmente aceite (Kelly et al., 2023; Nja et al., 2023).

Grande parte das discussões sobre IA centram-se em duas categorias principais: a IA generativa e a IA preditiva (The Pecan, 2024). A IA generativa refere-se à capacidade de formular novos conteúdos com base em padrões observados em grandes conjuntos de dados (Sengar et al., 2024). Este tipo de IA já demonstrou a sua utilidade em áreas como o marketing digital, design gráfico e entretenimento, sendo usada para gerar textos, imagens e até música. Por outro lado, a IA preditiva é baseada em algoritmos que analisam dados históricos para prever tendências e resultados futuros. Esta vertente é amplamente utilizada nas finanças, seguros e comércio eletrónico (The Pecan, 2024), onde a capacidade de prever resultados é crucial para a tomada de decisões estratégicas (Caner & Bhatti, 2020; Grashof & Kopka, 2022).

A importância da IA no cenário atual é indiscutível, especialmente pelo seu impacto disruptivo e transformador (Rammer et al., 2022). Ao possibilitar a automatização, otimização de processos e criação de inovações, a IA tem remodelado a forma como as empresas operam e se estruturam (Bordeleau et al., 2020; Buschmeyer et al., 2022; Moradi & Dass, 2022; Rammer et al., 2022; Reim et al., 2020; Taherizadeh & Beaudry, 2023). Estima-se que a IA terá um impacto global significativo, contribuindo para um aumento de 14% no Produto Interno Bruto (PIB) global nos próximos anos, sendo vista como um motor para o progresso económico (Alsheibani et al., 2018).

No ambiente empresarial, a IA já é um catalisador de mudanças, promovendo avanços profundos (Caner & Bhatti, 2020; Grashof & Kopka, 2022), não apenas em processos operacionais, mas também na formulação de estratégias de longo prazo. Setores como operações, finanças e recursos humanos têm aproveitado as vantagens da IA para melhorar o desempenho organizacional (Bhatt & Muduli, 2023; Haefner et al., 2023). Para além disso, a IA tem proporcionado novas formas de gerir e expandir negócios, influenciando diretamente a competitividade e sustentabilidade empresarial a longo prazo (Bordeleau et al., 2020; Buschmeyer et al., 2022; Moradi & Dass, 2022; Rammer et al., 2022; Reim et al., 2020; Taherizadeh & Beaudry, 2023).

A digitalização tem sido um fator-chave para complementar o crescimento da IA. Este processo, que envolve a conversão de informações e processos físicos para o formato digital, é central na transformação das empresas na era da Indústria 4.0. A combinação da digitalização e da IA permite a automatização e a criação de novos modelos de negócio, que são mais ágeis e personalizados, focados nas necessidades específicas dos consumidores (Akyazi et al., 2020).

As empresas que conseguem implementar com sucesso tanto a digitalização quanto a IA tendem a ter uma vantagem competitiva, já que a eficiência aumenta, os custos operacionais diminuem e a satisfação do cliente é maximizada (Akyazi et al., 2020). No entanto, a implementação dessas tecnologias em larga escala enfrenta vários desafios (Taherizadeh & Beaudry, 2023).

Apesar dos benefícios evidentes, a adoção generalizada da IA enfrenta barreiras consideráveis. A falta de regulamentação adequada, a escassez de profissionais qualificados e a resistência à mudança nas organizações limitam a plena implementação da IA (Buschmeyer et al., 2022; Moradi & Dass, 2022; Ramírez-Gutiérrez et al., 2023; Rammer et al., 2022; Sharma et al., 2022).

Esses desafios são particularmente relevantes nas Pequenas e Médias Empresas (PME), onde os recursos financeiros e humanos são muitas vezes limitados (Annosi et al., 2023; Ghobakhloo et al., 2022; Grashof & Kopka, 2022; Kinkel et al., 2022; Mishrif & Khan, 2023; Rawashdeh et al., 2023; Taherizadeh & Beaudry, 2023). Para estas empresas, o custo elevado e a complexidade associada à adoção da IA, especialmente em setores como a produção e logística, representam obstáculos significativos (Kinkel et al., 2022).

As PME, que constituem a grande maioria das empresas na Europa, desempenham um papel crucial no crescimento económico e na geração de empregos. Estudos mostram que cerca

de 99% dos empregos na União Europeia são criados por PME, e nos Estados Unidos, essas organizações são responsáveis por dois terços dos novos postos de trabalho (Hansen & Bøgh, 2021). Apesar disso, a adoção de IA por essas empresas ainda é limitada, especialmente em setores como a produção e logística (Kinkel et al., 2022), devido aos altos custos e à complexidade da tecnologia, que se apresentam como barreiras significativas (Taherizadeh & Beaudry, 2023).

Em Portugal, o setor metalomecânico surge como um exemplo interessante para a análise da adoção da IA. Este setor tem registado um crescimento constante, impulsionado pelas exportações, e prevê-se que continue a expandir-se nos próximos anos (Instituto Nacional de Estatística, 2023). Segundo a Agência para a Competitividade e Inovação (IAPMEI), prevê-se que a produção de ferro e aço continue a crescer nos próximos anos, refletindo o potencial estratégico deste setor no contexto da economia portuguesa (Ministério da Economia, 2022).

Apesar da sua importância económica, a adoção de IA no setor metalomecânico português permanece pouco explorada. Tal como mencionado por Denicolai et al., (2021) e Taherizadeh & Beaudry, (2023), há uma clara lacuna na literatura científica sobre a adoção da IA.

Diante deste cenário, a presente dissertação pretende explorar os fatores que influenciam a adoção da IA pelas PME do setor metalomecânico em Portugal.

Assim, este trabalho visa responder à seguinte questão de investigação:

O que influencia a adoção da IA pelas PME no setor metalomecânico em Portugal?

O objetivo central deste estudo passa por identificar as motivações que levam as PME a considerar a IA como uma ferramenta estratégica, além de perceber as principais barreiras à sua implementação. A análise foca-se nos benefícios percebidos, como o aumento da eficiência, a redução de custos e a melhoria da qualidade dos produtos, bem como nas dificuldades que surgem no processo de adoção, como a falta de competências especializadas e os custos iniciais de investimento.

A dissertação visa também contribuir para a literatura existente, fornecendo uma análise aprofundada sobre os fatores críticos que afetam a adoção da IA nas PME portuguesas. Para atingir esse objetivo, será adotada uma abordagem abdutiva baseada no método de “systematic combining” de Dubois & Gadde, (2002), que combina a revisão de literatura com estudo de casos específicos. Este estudo utilizará o modelo híbrido TAM-TOE (Modelo de Aceitação da Tecnologia - TAM, e o Modelo Ambiente, Empresa, Tecnologia - TOE),

adaptado de Chatterjee et al., (2021) e Rawashdeh et al., 2023, para analisar as experiências de várias PME no setor metalomecânico, desde aquelas que já adotaram a IA até aquelas que ainda não consideraram a sua implementação.

Através desta análise, espera-se fornecer uma visão abrangente e detalhada que auxilie as PME a adotar a IA de forma mais eficaz.

Além disso, este estudo pretende abrir caminho para futuras investigações académicas que explorem o papel da IA no desenvolvimento sustentado das indústrias em Portugal. A adoção da IA não é apenas uma vantagem competitiva, tornou-se uma necessidade para qualquer empresa que aspire a prosperar no cenário digital global.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Em 1956, John McCarthy apresentou pela primeira vez o conceito de IA (Lee et al., 2019; Mishra & Tripathi, 2021). A IA possui características semelhantes à inteligência humana (Belanche et al., 2020; Janbi et al., 2020; Lee et al., 2019; Mariani et al., 2023), como a capacidade de aprender, compreender e comunicar. Além disso, a IA consegue aprender de forma gradual e autônoma (Lada et al., 2023; Nja et al., 2023), executar tarefas pré-programadas, aprender com a experiência e tomar decisões baseadas nessa experiência (Nja et al., 2023). É também capaz de se adaptar a novas informações e situações, autocorrigindo-se quando necessário para melhorar o seu desempenho ao longo do tempo, algo que a distingue de outras tecnologias (Bhatt & Muduli, 2023; Lada et al., 2023).

A IA é amplamente reconhecida como impulsionadora da inovação, podendo ser utilizada como uma tecnologia de uso comum ou como uma ferramenta de invenção (Grashof & Kopka, 2022).

A sua adoção permite às empresas diferenciarem-se, inovar, responder de forma mais eficaz aos clientes e aumentar a sua competitividade (Branca et al., 2020; Caner & Bhatti, 2020). Exemplos notáveis incluem empresas como a Amazon, Tesla, Uber, Google, Alibaba e UPS (Lee et al., 2019), que têm conseguido inovar e ganhar vantagem competitiva ao utilizar a IA (Haefner et al., 2023; Lee et al., 2019; Mishra & Tripathi, 2021).

No entanto, apesar desta tecnologia oferecer vantagens competitivas significativas, também traz consigo desafios, como a necessidade de investir em infraestruturas tecnológicas e na gestão da mudança organizacional. Destaca a importância das empresas se prepararem para enfrentar esses desafios através de estratégias de formação e desenvolvimento contínuo dos funcionários para garantir uma maximização dos benefícios da IA (Grashof & Kopka, 2022). Com efeito, é expectável que na próxima década o volume de negócios gerados pela IA aumente (Caner & Bhatti, 2020). Esta adoção irá revolucionar, por completo, o trabalho através do planeamento e otimização de funções, bem como da supervisão da produção. Este avanço resultará não só em fábricas inteligentes (Kinkel et al., 2023), mas também produtos inteligentes (Branca et al., 2020), onde a tecnologia não melhorará apenas o produto, mas fará parte dele (Chi et al., 2020).

Por isso, a adoção da IA pelas empresas vai permitir uma análise e interpretação dos dados mais eficaz, apoiando a tomada de decisões (Caner & Bhatti, 2020; Grashof & Kopka, 2022;

Kinkel et al., 2022; Lada et al., 2023; Paschen et al., 2019; Saura et al., 2023). Esta capacidade de análise permite que as empresas direcionem as suas ações para criarem valor (Anshari et al., 2019). Além disso, os dados ajudam a desenvolver estratégias, como no caso da gestão de relacionamento com o cliente, na criação de relações de longo prazo e maior fidelização (Anshari et al., 2019; Chatterjee et al., 2021; Mishra & Tripathi, 2021), e fortalecendo também relações com os fornecedores (Chatterjee et al., 2021), a um menor custo (Chatterjee, Chaudhuri, et al., 2021; Chatterjee et al., 2021; Keegan et al., 2023). Com o aumento do acesso e da qualidade dos dados, impulsionados pela digitalização, a IA tem ganho relevância de forma natural (Paschen et al., 2019).

Assim, é importante reconhecer que a integração da IA na indústria não é apenas uma tendência tecnológica passageira. Pelo contrário, trata-se de uma mudança de paradigma que exige uma reestruturação profunda nos processos de negócio (Mariani et al., 2023).

2.2 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (PME)

Segundo Rawashdeh et al., (2023), a digitalização dos processos baseados em IA nas PME poderá promover o aumento da produtividade e dos lucros. Por exemplo, na indústria de produção de ferro, o uso da tecnologia de IA, como a automatização de processos, tem o potencial de aumentar tanto a produção como a qualidade dos produtos (Gajdzik & Wolniak, 2021). Além disso, a IA pode levar a uma poupança de tempo ao reduzir falhas na produção e ao melhorar as condições de trabalho (Colla et al., 2017; Rawashdeh et al., 2023).

Simultaneamente, Lada et al., (2023) e Rawashdeh et al., (2023), destacam que a IA oferece diversas oportunidades para as PME. A automatização de tarefas pode resultar em melhorias significativas na tomada de decisões, na otimização de processos, na redução de custos, no atendimento personalizado e no aumento da produtividade. Estes benefícios são particularmente vantajosos para as PME, ajudando-as a competir de forma mais eficaz no mercado, melhorando a eficiência e a qualidade dos serviços, mesmo com recursos limitados; (Chatterjee et al., 2023; Lada et al., 2023; Khan et al., 2023; Rawashdeh et al., 2023). A adoção da IA prepara estas empresas para os desafios do futuro, permitindo-lhes adaptarem-se e prosperarem em cenários de constante evolução (Buschmeyer et al., 2022).

A IA é considerada um componente vital para a transformação das empresas, ao oferecer benefícios significativos em comparação com outras tecnologias (Chatterjee et al., 2021;

Taherizadeh & Beaudry, 2023). As suas aplicações têm revolucionado as operações e os processos de produção, facilitando uma inovação intensa nos sistemas de fabrico. A integração da IA nos processos de produção tem promovido o desenvolvimento de ecossistemas de produção inteligentes, flexíveis e ecologicamente sustentáveis (Chatterjee et al., 2021).

No entanto, verifica-se que a sua implementação por parte das empresas é difícil (Hansen & Bøgh, 2021). Um dos principais obstáculos é a falta da qualificação dos trabalhadores, que constitui um entrave à adoção de novas tecnologias digitais no processo produtivo, como acontece na indústria do ferro. Para superar este problema, é fundamental investir na formação dos trabalhadores ou na contratação de quadros qualificados (Branca et al., 2020); Gajdzik & Wolniak, 2021).

2.3 A ADOÇÃO DA IA POR PARTE DAS PME – O MODELO HÍBRIDO TAM - TOE

O tema da adoção da IA por parte das PME é pouco abordado na literatura existente, sendo escassas as análises relativas às potencialidades desta tecnologia (Rawashdeh et al., 2023) e à capacidade de adoção por parte das PME (Chatterjee et al., 2021). Contudo, antes da adoção da IA por parte das empresas, será importante que reconheçam a utilidade e a facilidade de uso dessa tecnologia (Moradi & Dass, 2022).

A adoção da IA pelas organizações é complexa, assim para explicar a sua adoção por parte das PME será pertinente abordar dois modelos conceptuais, o Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM) e o Modelo Ambiente, Empresa, Tecnologia (TOE) (Chatterjee et al., 2021).

Relativamente ao TAM, este pode ajudar a prever a aceitação ou a rejeição de uma tecnologia por parte das empresas (Chatterjee et al., 2021). O modelo comporta dois fatores que mostram a intenção dessa adoção nomeadamente, a facilidade de uso percebida, e a utilidade percebida, isto é, quando as pessoas acreditam que uma tecnologia é fácil de utilizar e traz benefícios, tendem a adotá-la (Al-Emran, 2023; Chatterjee et al., 2020; Jo & Bang, 2023; Mariani et al., 2023).

O TAM analisa quais as variáveis externas, como a idade, a liderança e as competências influenciam as decisões, no entanto, o principal foco está direccionado para aspetos internos da organização e para as mudanças individuais como determinantes fundamentais para as

decisões de mudança organizacional (Ramírez-Gutiérrez et al., 2023). O modelo TAM pode explicar 40% das razões para adotar um sistema, através da utilidade percebida e facilidade de uso percebida (Al-Emran, 2023; Chatterjee et al., 2021).

Por outro lado, o modelo TOE oferece uma perspectiva holística do contexto da adoção considerando as dimensões tecnológicas, organizacionais e ambientais na adoção da IA (Chatterjee et al., 2021; Jo & Bang, 2023; Ledro et al., 2023; Rawashdeh et al., 2023). Este modelo inclui aspetos internos e externos (Ramírez-Gutiérrez et al., 2023), como os recursos e características da organização, a sua liderança, os seus clientes, fornecedores e concorrentes, que se revelam fundamentais para a adoção da IA (Alsheibani et al., 2018).

Rawashdeh et al. (2023) destacam, através do modelo TOE, a importância do reconhecimento dos vários fatores que afetam a adoção da IA como condição essencial para obter vantagens dessa tecnologia. Assim, torna-se fundamental identificar e compreender os vários elementos para garantir uma adoção eficaz e bem-sucedida da IA (Bhatt & Muduli, 2023; Jo & Bang, 2023; Rawashdeh et al., 2023) e com isso permitir maximizar os benefícios e as potencialidades dessa inovação tecnológica (Rawashdeh et al., 2023).

A combinação destes dois modelos TAM e TOE, forma um modelo híbrido, que permite abranger tanto os antecedentes internos quanto os externos que impulsionam a adoção da IA (Chatterjee, Rana, Dwivedi, et al., 2021; Jo & Bang, 2023; Ramírez-Gutiérrez et al., 2023). Assim, o modelo híbrido TAM - TOE é considerado adequado para interpretar os aspetos socioambientais e tecnológicos da adoção da IA, especialmente na indústria, oferecendo uma visão ampla dos motivos que impulsionam essa adoção (Chatterjee et al., 2021).

O modelo conceptual proposto (Figura 1) para a adoção da IA nas organizações inclui variáveis organizacionais e ambientais, como a **Eficiência** (Rawashdeh et al., 2023), a **Competência**, a **Complexidade**, e a **Capacidade** na organização, consideradas como variáveis internas. Como variável externa temos a **Vantagem Competitiva**. Além disso, incorpora variáveis técnicas baseadas no TAM, como a **Facilidade de Uso Percebida** e a **Utilidade Percebida** (Chatterjee, Rana, et al., 2021; Mariani et al., 2023).

Descrevem-se seguidamente as variáveis do modelo:

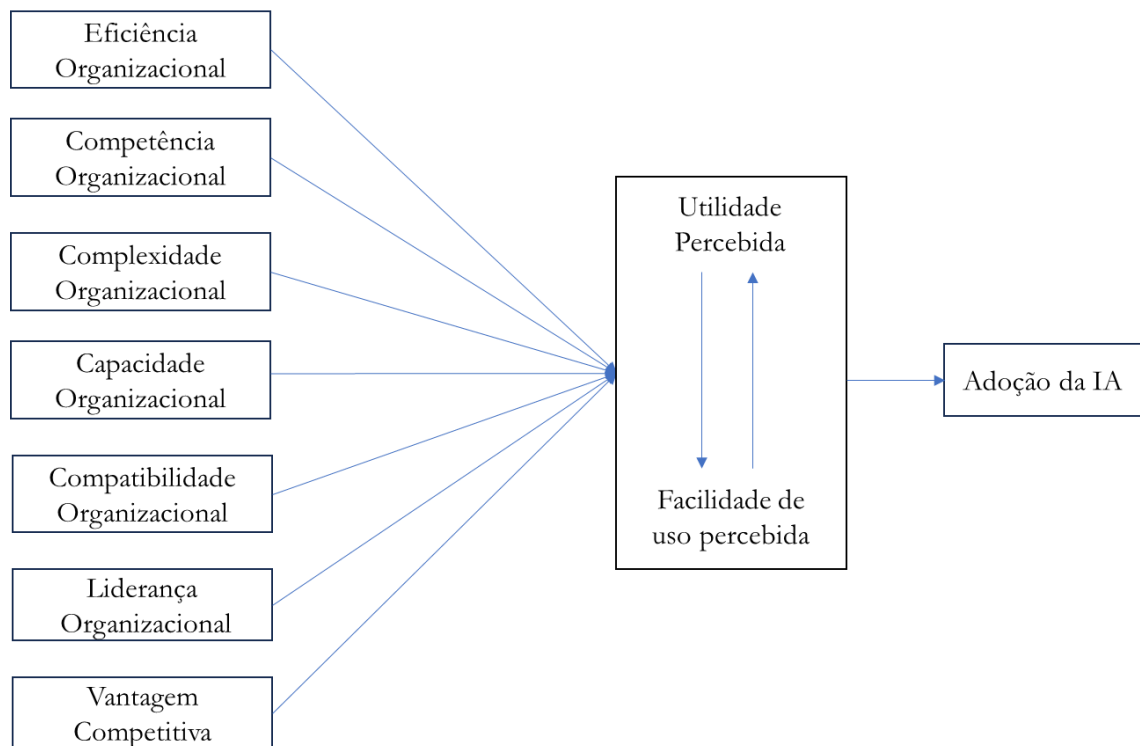
Eficiência organizacional

Rawashdeh et al. (2023) salientam que a poupança de tempo é um fator determinante na adoção de tecnologias como a IA. A percepção das empresas de que a IA pode auxiliar na

execução de tarefas de forma mais rápida e eficiente, reduzindo os custos e melhorando a qualidade dos produtos e serviços, contribui positivamente na sua disposição para a adotar. Esta visão de maior eficiência incentiva as empresas a implementar a IA, uma vez que demonstra como podem obter vantagem competitiva.

Figura 1

Modelo Híbrido TAM-TOE



Nota. Modelo adaptado de Chatterjee et al., (2021) e Rawashdeh et al., (2023).

Competência organizacional

A competência organizacional refere-se à aptidão e conhecimento dos funcionários, estas características são essenciais para um desempenho eficaz das suas funções. O modelo TOE destaca a importância da competência nas organizações, que está diretamente relacionada ao desempenho da empresa. Se os funcionários são capazes de usar uma tecnologia de forma eficaz, a organização é considerada competente, caso contrário, a utilidade da tecnologia é comprometida, porque eles não reconhecem mais-valia na sua utilização (Chatterjee et al., 2021).

Complexidade organizacional

A complexidade organizacional na adoção da IA refere-se às dificuldades e às restrições associadas à compreensão e utilização desta tecnologia, essa tem implicações na utilização da IA, no tempo de execução de tarefas, na eficácia das decisões e na eficiência geral da organização. Quando a complexidade aumenta, a percepção da utilidade e a facilidade de uso diminuem. Se os funcionários não são capazes de perceber os benefícios da IA, vão enfrentar mais problemas quando utilizarem essa tecnologia (Chatterjee et al., 2021), pelo que é fundamental que desenvolvam os conhecimentos necessários para usarem a IA sem restrições (Chaudhuri et al., 2022).

Capacidade organizacional

A capacidade organizacional diz respeito à disponibilidade de recursos para adotar tecnologias inovadoras, como a IA. O tamanho da organização e a disponibilidade de recursos financeiros e tecnológicos são cruciais para essa capacidade. Verifica-se que as organizações de maior dimensão geralmente requerem mais recursos para adotarem novas tecnologias. Se uma organização não estiver preparada para adotar uma nova tecnologia, os funcionários podem sentir-se desconfortáveis quando a usarem, o que vai afetar negativamente a percepção de utilidade da mesma (Chatterjee et al., 2021).

Compatibilidade organizacional

A compatibilidade organizacional refere-se à integração de uma inovação com os valores, experiências anteriores e requisitos dos utilizadores dentro de uma organização. Avalia como é que uma nova tecnologia se alinha com os padrões e os valores existentes nessa organização. Na prática, a compatibilidade é medida pela facilidade com que a inovação em IA pode ser integrada nos processos e infraestruturas existentes (Chatterjee et al., 2021; Chaudhuri et al., 2022; Zhou & Zheng, 2023). Os sistemas antigos são vistos como barreiras à inovação, na medida em que, muitas vezes não são compatíveis com as novas tecnologias (Chatterjee et al., 2021).

Liderança Organizacional

A liderança representa o envolvimento genuíno dos líderes na implementação de um novo sistema, influenciando a relação entre a utilidade percebida e o objetivo de utilização, bem como entre a facilidade compreendida de uso e o objetivo de utilização (Chatterjee et al.,

2021). Este comprometimento dos líderes é essencial para a adoção de tecnologias inovadoras, conforme evidenciado por Chaudhuri et al., (2022), por Grooss et al., (2022) e por Zhou & Zheng, (2023).

Vantagem competitiva

A vantagem competitiva refere-se por um lado, ao benefício que uma tecnologia oferece em comparação com as suas alternativas. Esta variável desempenha um papel crucial na adoção de tecnologias inovadoras, como a IA, que estimulam a inovação e oferecem novas oportunidades (Alsheibani et al., 2018; Chatterjee et al., 2021).

Por outro lado, a vantagem competitiva também se relaciona com a posição vantajosa que uma organização pode ter em relação à concorrência, isto é, com a implementação da IA, esta pode diferenciar-se no mercado e obter uma vantagem significativa (Alsheibani et al., 2018; Chatterjee et al., 2021).

Utilidade percebida e facilidade de uso percebida

Este estudo abordou a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida como duas variáveis independentes e os dois construtos do Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM) (Chatterjee et al., 2022).

A Facilidade de uso percebida representa a fácil utilização de uma nova tecnologia, sem exigir esforços adicionais (Chatterjee et al., 2021; Nja et al., 2023).

Segundo o TAM, a facilidade de uso é um indicador chave para a aceitação da IA nas empresas (Chatterjee et al., 2021; Kelly et al., 2023; Nja et al., 2023), e inclui conceitos como autoeficácia, controlo externo, ansiedade, interatividade e prazer. O modelo sugere que a facilidade de uso percebida é um prenúncio da utilidade percebida (Chatterjee et al., 2022; Chatterjee et al., 2020; Chatterjee et al., 2021), uma vez que a sensação de facilidade de uso dessa tecnologia aumenta a probabilidade da sua utilização por parte dos utilizadores (Chatterjee et al., 2021; Kelly et al., 2023; Nja et al., 2023).

Por outro lado, a utilidade percebida refere-se à percepção subjetiva dos utilizadores sobre como o uso de um sistema ou aplicação pode melhorar o seu desempenho profissional no contexto empresarial (Chatterjee et al., 2022; Chatterjee et al., 2021; Nja et al., 2023). Esta percepção é vista como motivadora para o uso da tecnologia pelos utilizadores, e engloba aspetos como normas subjetivas, imagem, relevância do trabalho, qualidade de produção e

resultados. Portanto, a utilidade percebida é vista como impulsionadora da intenção de adotar uma nova tecnologia, como a IA (Chatterjee et al., 2021).

2.4 EM SUMA

A IA reproduz características da inteligência humana, como aprender e tomar decisões (Lee et al., 2019; Nja et al., 2023), é essencial para a inovação e competitividade das empresas (Caner & Bhatti, 2020). Nas PME pode aumentar a produtividade, reduzir custos (Rawashdeh et al., 2023), melhorar a eficiência e a tomada de decisões, ajudando-as a serem mais competitivas (Lada et al., 2023). No entanto, a falta de qualificação dos trabalhadores é um dos maiores obstáculos para a adoção da IA (Gajdzik & Wolniak, 2021). A sua adoção é complexa e pode ser explicada pelo modelo híbrido TAM-TOE, que considera fatores internos e externos que impulsionam a adoção da IA. Este modelo é particularmente adequado para compreender a adoção da IA, especialmente na indústria (Chatterjee et al., 2021).

3. METODOLOGIA

3.1 ESTUDO QUALITATIVO

No seguimento dos objetivos de investigação, foi adotada uma abordagem qualitativa que possibilita a observação de fenómenos em contexto real, uma vez que permite uma exploração profunda das perceções dos entrevistados (Ledro et al., 2023), assim, haverá um melhor entendimento relativamente às atitudes, comportamentos e motivações (Barnham, 2015) que levam as PME do sector metalomecânico a adotarem a IA.

Além disso, é importante uma análise abrangente, com um número significativo de casos de estudo que permita uma avaliação mais detalhada sobre como a IA é integrada nos processos e nas operações de inovação dessas empresas, que pode fornecer uma melhor compreensão sobre as implicações da adoção da IA (Moradi e Dass 2022; Ledro et al. 2023). Os dados são coletados através de entrevistas semi-estruturadas, com perguntas abertas e indiretas, permitindo aos entrevistados expressar livremente as suas opiniões (Barnham, 2015) sobre as suas motivações ou implicações para a adoção dessa tecnologia, facilitando a compreensão dos desafios e oportunidades associados à adoção da IA nas PME deste sector específico.

Desta forma, pretende-se responder à questão: “O que influencia a adoção da IA pelas PME no sector metalomecânico em Portugal?”

3.2 O SECTOR METALOMECÂNICO

Segundo o estudo “Visão Estratégica 2030 do Setor Metalúrgico e Metalomecânico” realizado pela Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e afins de Portugal (AIMMP), com dados recolhidos de 2021, o Setor Metalúrgico e Metalomecânico em Portugal é constituído por aproximadamente 23 mil empresas e por cerca de 246 mil trabalhadores, gerando anualmente cerca de 8,7 mil milhões de euros em riqueza, ocupando uma posição relevante na economia do país (Associação dos Industriais Metalúrgicos, 2023). Em 2022, o Setor Metalúrgico e Metalomecânico representou aproximadamente 58% das exportações nacionais, representado mais de metade das exportações do país, reforçando a capacidade financeira dessas empresas para realizar investimentos futuros. Entre 2014 e 2019, as PME registaram a maior contribuição para o crescimento do sector ao nível do emprego e, juntamente com as grandes empresas, foram as principais impulsionadoras do valor acrescentado bruto (VAB) (Associação dos Industriais Metalúrgicos, 2023).

No entanto, a maior parte do sector é representado por microempresas, as PME representam 19% e as grandes empresas apenas 1%. Comparando com a média da União Europeia (UE), Portugal ainda está muito aquém do limiar de produtividade, o que coloca o país em desvantagem competitiva face a outros países da UE. Esta baixa produtividade tem como consequência baixos salários e, por conseguinte, dificuldade de atração e retenção de talentos. Portugal ainda enfrenta desafios significativos em termos de competências digitais e precisa investir substancialmente para reduzir a distância em relação a países como Alemanha, EUA e Japão, que estão na vanguarda da capitalização da indústria 4.0. Contudo, dado o crescimento do VAB, Portugal tem uma grande oportunidade de apostar na reindustrialização europeia, que está em marcha até 2030 (Associação dos Industriais Metalúrgicos, 2023).

3.3 RECOLHA DE DADOS

De forma a perceber a adoção da IA por parte de PME industriais, mais concretamente no sector metalomecânico, em Portugal, foram realizadas 16 entrevistas a 13 PMES, entre abril e junho de 2024 (tabela 1).

Tabela 1

Entrevistas

Empresa	Entrevistado	Função	Data da Entrevista
AluSlim	Jorge Silva	Sócio-gerente	1 de maio de 2024
CPCMS	António Silva	Administrador	20 de maio de 2024
Cruzfer	João Fernandes	Diretor Comercial	20 de abril de 2024
Fametal	Hélder Frade	Administrador	11 de junho de 2024
Fernando Ferro & Irmão	Joel Reis	Diretor de Produção	6 de maio de 2024
	Leonel Ferro	CEO	18 de abril de 2024
FS Industries	Nuno Rodrigues	Sócio	29 de abril de 2024
Inovocorte	Cristiano Ferreira	Diretor de Operações	28 de maio de 2024
	Jorge Costa	Responsável de Planeamento	24 de maio de 2024
Monteiros	António Monteiro	Sócio-gerente	8 de abril de 2024

Refral	Júlio Pereira	Gestor	29 de abril de 2024
S2B	Adérito Igreja	Diretor Geral	20 de abril de 2024
Serralharia Cunha	Jéssica Freire	Orçamentista	22 de maio de 2024
	Lúcia Costa	Administradora	8 de maio de 2024
Serralharia Design e Soluções	Francisco Barreira	Sócio-gerente	22 de abril de 2024
Tubavac	Miguel Nogueira	Gestor	29 de maio de 2024

Nota. Dados coletados através das entrevistas.

Nove destas entrevistas foram feitas a sócios-gerentes (sociedade por quotas) ou administradores (sociedades anónimas) da empresa, designados de gestão de topo e sete a colaboradores com cargos intermédios. Uma entrevista foi feita presencialmente, as outras quinze por meios telemáticos (via Teams).

Embora o objetivo inicial passasse por fazer duas entrevistas por empresa, de forma a ter a perceção da visão da gestão de topo e dos colaboradores, tal só foi possível em três empresas, no total das 13 empresas do sector metalomecânico que fazem parte da amostra.

Tendo como base o modelo TAM-TOE, adaptado de Chatterjee et al., (2021), foram feitas entrevistas semi-estruturadas, de acordo com o guião apresentado na tabela 2. É importante notar que o guião serve de ponto de partida, mas não é limitativo, isto é, no final da entrevista deve ter-se a resposta a todas as perguntas, mas podem ter sido feitas outras perguntas de acordo com assuntos emergentes.

As entrevistas semi-estruturadas oferecem a vantagem de permitir a observação de situações atuais, ao mesmo tempo que orientam a conversa com base num conjunto de perguntas pré-determinadas. Essa abordagem proporciona uma flexibilidade para explorar tópicos que possam surgir durante a conversa, o que é fundamental para captar detalhes importantes não previstos inicialmente (Ledro et al., 2023). Esse método foi fundamental para compreender o impacto da inteligência artificial nas PME do sector metalomecânico em Portugal.

As informações recolhidas nas entrevistas permitiram-nos perceber de forma concreta os pontos de vista e o nível de conhecimento que os entrevistados têm (Ledro et al., 2023) sobre a IA nesse sector.

Tabela 2*Guião*

Variáveis	Perguntas	Informação pretendida
1. Eficiência	1.1 Na sua opinião, como é que a IA poderá beneficiar a sua empresa? 1.2 Acredita que a IA pode melhorar os tempos de produção?	Verificar se ao utilizarem a IA nos processos produtivos os trabalhadores são mais eficientes na execução das suas tarefas.
2. Competência	2.1 Os trabalhadores que utilizam ou que poderão utilizar a tecnologia de IA, têm algum tipo de formação académica ou técnica? Se sim, qual? 2.2 E qual é a idade média dos trabalhadores?	Constatar se o nível de formação académica e a idade dos trabalhadores, interfere na facilidade de uso das tecnologias de IA.
3. Complexidade	3.1 Quais os maiores desafios que se colocam? 3.2 Considera necessário contratar especialistas em IA? 3.3 Será necessária formação específica para os trabalhadores?	Apurar se consideram a IA uma tecnologia complexa e se os trabalhadores estão ou não preparados para usar esta tecnologia.
4. Capacidade	4.1 Quanto é que a empresa já investiu em tecnologias de IA? 4.2 Tem um orçamento anual previsto para a aposta nessa tecnologia?	Perceber se é por questões financeiras que as empresas adotam ou não a IA.
5. Compatibilidade	5.1 A empresa já utilizou ou utiliza alguma forma de IA? Se sim, em que parte da empresa esta é mais utilizada? Quais foram os resultados? 5.2 Quais são as expectativas a curto prazo após a adoção da IA?	Compreender se já adotaram a IA, se houve roturas com os anteriores métodos de produção, em que setores é que a IA tem mais impacto e quais foram os seus resultados.

Variáveis	Perguntas	Informação pretendida
	5.3 Como é que vê o papel da IA no sector metalúrgico/metalomecânico a longo prazo em Portugal?	
6. Liderança	6.1 Existe o incentivo à utilização da inteligência artificial? Se sim, de que forma existe esse incentivo?	Entender se existe um comprometimento dos líderes na adoção da IA, ou se pelo contrário, são eles o entrave à implementação dessa tecnologia na organização.
7. Vantagem competitiva	7.1 Quais são os benefícios que espera obter ao implementar a inteligência artificial? 7.2 Considera que a IA poderá destacar a sua empresa face à concorrência?	Reconhecer que a IA fornece vantagens competitivas, ou seja, em que medida essa pode trazer benefícios relativamente à utilização de outras tecnologias.
8. Utilidade percebida	8.1 Qual é a perceção dos trabalhadores relativamente ao uso da IA? Eles reconhecem que ela é importante? 8.2 Compreendem as vantagens que esta pode trazer?	Perceber se os trabalhadores reconhecem qual é a utilidade da IA, se essa pode melhorar o seu desempenho e facilitar o seu trabalho.
9. Facilidade de uso percebida	9.1 Os trabalhadores consideram que esta tecnologia é fácil de usar?	Compreender se os trabalhadores admitem que esta tecnologia é fácil de utilizar e se essa facilidade motiva a sua adoção.

Nota. Tendo por base as variáveis dos autores Chatterjee et al., (2021) e Rawashdeh et al., (2023)

3.4 AMOSTRA

A seleção da amostra foi baseada em dois requisitos obrigatórios: as empresas deviam pertencer ao sector metalomecânico e ser PME. A tabela 3 apresenta uma breve caracterização das empresas.

Tabela 3

Caraterização da empresa

Empresa	Idade	Número de Colaboradores	Localização	Mercados de Atuação
AluSlim, Unipessoal, Lda	3	10	Figueira da Foz-Coimbra	Nacional e Internacional
CPCMS - Construção, Manutenção e Serviços, S.A.	12	30	Vila Nova de Gaia-Porto	Internacional
Cruzfer - Rep. Materiais e Ferragens, Lda	35	26	Cascais-Lisboa	Nacional e Internacional
Fametal - Fábrica Portuguesa de Estruturas Metálicas, S.A.	104	86	Caxarias-Santarém	Nacional e Internacional
Fernando Ferro & Irmão, S.A.	25	70	Estarreja-Aveiro	Nacional e Internacional
FS Industries, Lda	7	120	Vale de Cambra-Aveiro	Nacional e Internacional
Inovocorte - Serralharia Unipessoal Lda	50	125	Paredes-Porto	Nacional e Internacional
Monteiros Grupo, Lda	63	96	Marco de Canaveses-Porto	Nacional e Internacional
Refral, Comércio e Indústria de Portas Automáticas, Lda	42	24	Maia-Porto	Nacional
S2B - Steel2Build, Lda	2	12	Vila Verde-Braga	Nacional e Internacional

Serralharia Cunha S.A.	36	100	Celeirós-Braga	Nacional e Internacional
Serralharia, Design e Soluções - Sousa & Barreira, Lda	7	13	Santa Maria da Feira-Aveiro	Nacional
Tubavac, Lda	5	20	Valongo-Porto	Nacional

Nota. Dados coletados através das entrevistas.

As entrevistas iniciais foram realizadas através de contactos pessoais dos autores de pessoas que trabalham no sector, enquanto as restantes foram obtidas através de pesquisas no LinkedIn. Todos os entrevistados foram previamente informados sobre o tema do estudo e deram o seu consentimento no início das gravações.

Foi aplicado um processo de **amostragem por conveniência**, que facilita o acesso rápido e fácil aos entrevistados (Farrokhi & Mahmoudi-Hamidabad, 2012), seguido de **uma amostragem intencional**, para incluir entrevistados com características específicas (Suri, 2011) e relevantes para o estudo.

Apesar de pertencerem ao mesmo sector de atividade e serem PME esta amostra é muito heterogénea, com empresas que apresentam características únicas que as diferenciam entre si, nomeadamente no que se refere à incorporação de tecnologia e conhecimento de Inteligência Artificial.

A **Fernando Ferro & Irmão**, foi fundada em 1999 por dois irmãos, Fernando Ferro e Leonel Ferro. Começou numa garagem e hoje é uma referência no sector. Sediada em Estarreja, especializada no fabrico de peças de maquinaria de precisão, moldes e formas técnicas para calçado. A empresa atua no mercado nacional e em vários países, incluído Espanha, França, Alemanha, Itália, Vietname, Taiwan e China.

A **Refral**, fundada em 1982 e com sede na cidade da Maia, dedica-se ao fabrico e comercialização de portas. A empresa opera em todo o território de Portugal continental e ilhas.

A **S2B- Steel to Build** foi fundada há apenas dois anos em Vila Verde por Adérito Igreja e o seu sócio. A empresa especializada na construção de estruturas metálicas, com operações tanto no mercado nacional como no mercado francófono, entre outros.

A **Aluslim**, criada por Jorge Silva em 2021 e localizada na Figueira da Foz, é uma empresa jovem que se dedica à serralharia de alumínio e fachadas ventiladas, atuando em Portugal e na Suíça.

Já a **CPCMS**, criada há doze anos por António Silva, em Vila Nova de Gaia, fabrica na sua maioria portas e janelas, atuando exclusivamente no mercado externo, especialmente em França.

Nascida em 1988, com sede em Braga, a **Serralharia Cunha** é especializada na conceção de estruturas metálicas, serralharia ligeira e caixilharia com presença no mercado nacional e internacional, incluindo Bélgica, França e Suíça.

Fundada em 1963 no Marco de Canavezes, a **Monteiros** é uma empresa familiar, focada em serralharia ligeira, todo o tipo de caixilharia e lacagem, com crescente atenção no mercado francófono.

Sediada em Paredes, a **Inovocorte**, com meio século de experiência, evoluiu de uma empresa de corte e quinagem de chapa para oferecer serviços em maquinaria, construções soldadas e tratamento de superfície, atendendo a clientes nacionais e internacionais.

Localizada em Ourém e fundada em 1920, a **Fametal**, com mais de cem anos de história, é uma referência na conceção, construção e montagem de estruturas metálicas, com reconhecimento nacional e internacional.

A **FS Industries**, fundada em 2017 por Nuno Rodrigues em Vale de Cambra, foca-se na conceção e fabrico de máquinas e equipamentos para a indústria, operando nos mercados nacional e internacional.

Um ano depois, criada em 2018 por Francisco Barreira e outro sócio, a **Serralharia Design e Soluções** de Santa Maria da Feira, dedica-se à serralharia ligeira e caixilharia de alumínio, com atuação exclusiva em Portugal.

A **Cruzfer**, fundada em 1989 e localizada em Cascais, especializou-se na comercialização de ferragens e sistemas de proteção solar, com presença em Portugal continental, ilhas e alguns países africanos.

Por fim, a **Tubavac**, criada em 2019 em Valongo, dedica-se à produção de tubos, condutas, perfis e respetivos acessórios de aço e atua exclusivamente em Portugal.

3.5 CODIFICAÇÃO

A análise dos dados foi conduzida em duas fases: inicialmente, cada entrevista foi examinada isoladamente e, numa segunda etapa, as informações foram comparadas para se chegar a uma conclusão conjunta (Ledro et al., 2023).

Todas as entrevistas foram transcritas na íntegra para Word, posteriormente foram inseridas no software NVivo para facilitar a organização e análise. As respostas foram classificadas e codificadas, conforme as variáveis do modelo híbrido TAM-TOE de Chatterjee et al., (2021) (tabela 4). Foram exploradas as variáveis **competências, complexidade, capacidade, vantagem competitiva, liderança, facilidade de uso percebida** e a **utilidade percebida**.

A liderança foi promovida a variável principal, em vez de moderadora, como defendido por Chatterjee et al., (2021), enquanto a variável “apoio dos parceiros” foi abandonada por parecer ter pouca relevância. Ela foi substituída pela variável **eficiência**, proveniente do modelo TOE de Rawashdeh et al., (2023), considerada mais pertinente.

Este estudo combinou bases teóricas com a aplicação prática, o que enriqueceu significativamente o trabalho. A abordagem abductiva, defendida por Dubois & Gadde, (2002), revelou-se eficaz para a observação de dados qualitativos complexos. Através da comparação de diferentes casos, essa abordagem permitiu desenvolver e aperfeiçoar a teoria. O método de “systematic combining” proposto pelos autores Dubois & Gadde, (2002) implica uma interação contínua entre a teoria e os dados percecionados, permitindo o ajuste constante do quadro teórico com base nas novas informações descobertas. Assim, à medida que análise foi avançando, foram surgindo codificações emergentes que não foram consideradas inicialmente no modelo TAM-TOE.

Tabela 4*Codificação*

Variáveis	Descrição	Arquivos	Referências
Capacidade	A capacidade da organização prende-se com a disponibilidade que esta tem em adotar tecnologias inovadoras, como IA e pode variar em função do tamanho da empresa e dos seus recursos financeiros. Se a empresa não estiver preparada para adotar a IA, os funcionários podem não se sentir confortáveis com a sua utilização, o que afetará a perceção e aceitação da mesma.		
Investimento		7	12
Orçamento anual		2	2
Compatibilidade	A compatibilidade é vista como a facilidade com que a inovação em IA pode ser integrada nos processos e infraestruturas existentes, ou seja, é a forma como uma nova tecnologia se alinha com os padrões e os valores existentes nessa organização.		
Administrativo		3	3
Comercial		6	6
Controlo de		5	5
Qualidade			
Marketing		4	4
Orçamentação		2	2
Planeamento e		4	5
Gestão			
Produção		4	4
Resultados		15	38
esperados			
Resultados		4	11
Obtidos			

Variáveis	Descrição	Arquivos	Referências
Competência	A competência de uma organização prende-se com a capacidade dos funcionários usarem uma tecnologia, caso contrário, a sua utilidade é comprometida uma vez que os colaboradores não reconhecem quais são os benefícios da sua utilização.		
Formação		15	22
Idade		15	19
Complexidade	Refere-se às dificuldades e às restrições para compreender e utilizar a IA. Se os funcionários não são capazes de perceber a utilidade da adoção da IA, irão enfrentar mais problemas quando utilizarem essa tecnologia. Por isso, é fundamental que desenvolvam os conhecimentos necessários para usarem a IA de forma eficaz sem restrições.		
Desafios		16	36
Especialista em IA		14	17
Formação específica		13	18
Eficiência	A IA pode ajudar a poupar tempo na execução das tarefas, isso influencia positivamente a disposição para a sua adoção.		
Produtividade		16	25
Facilidade de Uso Percebida	Prende-se com a facilidade em utilizar uma nova tecnologia, sem exigir esforços adicionais. A sensação de facilidade de uso da tecnologia motiva os funcionários a utilizá-la.		
Facilidade em usar		11	15

Variáveis	Descrição	Arquivos	Referências
Motivação da adoção		2	2
Liderança	Representa o envolvimento genuíno dos líderes na implementação da tecnologia. Esse comprometimento é essencial para a adoção da IA.		
Incentivo		4	6
Não incentivo		11	13
Utilidade Percebida	Refere-se à percepção dos utilizadores de que uma tecnologia pode melhorar o seu desempenho no trabalho, o que impulsiona a intenção de adotar uma nova tecnologia, como a IA.		
Importância da IA		11	15
Vantagens		4	5
Vantagem Competitiva	Refere-se por um lado, ao benefício que uma tecnologia oferece em comparação com outras opções, desempenhando um papel crucial na sua adoção. Quando uma tecnologia como a IA apresenta vantagens claras, isso pode impulsionar a sua adoção, pois ajuda a superar a ameaça de perder benefícios oferecidos pelas alternativas. Por outro lado, a vantagem competitiva também diz respeito à posição vantajosa que uma organização pode alcançar em relação à concorrência ao adotar essas tecnologias inovadoras.		
Competitividade		15	44

Nota. Codebook extraído do NVivo.

4. RESULTADOS

Os casos analisados apresentam estágios muito distintos em termos de adoção da IA, conforme apresentado na tabela 5.

Algumas empresas já integraram a IA, outras conhecem-na, mas ainda não a aplicam devido a diversos motivos, existem também aquelas que desconhecem a IA, mas têm a intenção de a utilizar no futuro, e, por último, há aquelas que não têm conhecimento sobre a IA e não a consideram nos seus objetivos.

Tabela 5

Ponto de adoção da IA pelas empresas

Empresas	Conhecimento da IA	Ponderam utilizar a IA	Utilizam a IA
Aluslim	Vagamente	Sim	Não
CPCMS	Não	Sim	Não
Cruzfer	Vagamente	Não	Não
Fametal	Não	Talvez	Não
Fernando Ferro & Irmão	Sim	Em uso	Sim
FS Industries	Não	Talvez	Não
Inovocorte	Vagamente	Sim	Não
Monteiros	Vagamente	Sim	Não
Refral	Sim	Em uso	Sim
S2B	Sim	Sim	Não
Serralharia Cunha	Vagamente	Sim	Não
Serralharia Design e Soluções	Vagamente	Talvez	Não
Tubavac	Não	Não	Não

4.1 ANÁLISE INDIVIDUAL

Tendo em consideração os vários estados da adoção de IA, começamos por apresentar a análise individual de cada empresa e, posteriormente apresentamos uma análise geral das entrevistas, tentando perceber como os diferentes fatores contribuem para a situação atual de cada empresa face à IA.

FERNANDO FERRO & IRMÃO

Na empresa Fernando Ferro e Irmão (FFI), tanto Leonel Ferro, CEO, como Joel Reis, diretor de produção, estão convictos de que a inteligência artificial tem um impacto positivo na produtividade, destacando que os processos produtivos são quase na sua totalidade automatizados.

Joel Reis destaca que a IA tem trazido grandes benefícios, sobretudo através da automatização, ao permitir que as máquinas funcionem sem a supervisão durante os fins de semana, aumentando a eficiência. Pese embora esses benefícios, há o receio entre os trabalhadores sobre a possível eliminação de postos de trabalho devido à adoção da IA.

Leonel Ferro salienta que, embora o investimento em tecnologia seja crucial para continuarem a crescer, o mais importante são as pessoas, “elas são a chave para tudo” e defende que a formação base e o “bom senso” são mais importantes do que a formação específica em IA. Joel Reis acrescenta que a facilidade de uso da IA torna a formação específica quase desnecessária, pelo menos nesta fase de implementação e pelo facto de terem uma equipa jovem e qualificada facilita a implementação de novas tecnologias, e quem tem dificuldades recebe apoio dos colegas, “temos aqui uma equipa jovem que ajuda toda a gente”. Contudo, admite que ter especialistas em IA poderá ser importante para o sucesso contínuo da empresa.

Na empresa, nota-se um forte incentivo à utilização da IA por parte das chefias, sendo que, segundo Joel Reis, “eles são os primeiros impulsionadores disto tudo”. A utilização da IA nas áreas produtiva, comercial e marketing permite-lhes ter melhores resultados, e a intenção é usarem ainda mais esta tecnologia para conseguirem fazer mais e melhor.

A FFI tem investido significativamente em tecnologia ao longo dos anos, com valores entre os dez mil euros e quarenta mil euros, incluindo softwares, robôs e máquinas automáticas. Além disso, também utilizam ferramentas gratuitas de inteligência artificial, especialmente no marketing, para se manterem na vanguarda. Apesar do elevado nível de tecnologia que a empresa possui, Leonel Ferro acredita que, no futuro, a vantagem competitiva não estará na

tecnologia em si, mas nas pessoas que a utilizam. Joel Reis, por sua vez, considera que a empresa poderá ganhar competitividade ao responder mais rapidamente aos clientes, embora reconheça a dificuldade de competir com os países asiáticos.

REFRAL

A Refral começou a utilizar a IA, em abril de 2023, aplicando-a nas áreas comercial e de marketing. Estes departamentos adotaram várias ferramentas de IA, semelhantes ao ChatGPT, a maioria gratuitas, para desenvolver o seu site e gerir a criação de conteúdos digitais. Esta adoção resultou em melhorias significativas, incluindo um aumento no ranking de visitas do site nas pesquisas do Google, o que teve um impacto positivo nas vendas dos produtos da empresa.

Segundo Júlio Pereira, gestor da Refral, a adoção da IA, levou a um aumento da produtividade ao melhorar os tempos de produção, ao diminuir o desperdício e ao tornar a empresa mais objetiva na seleção do público-alvo. Contudo, o gestor, identificou alguns desafios. A dificuldade de encontrar ferramentas de IA a um custo acessível e adaptadas à realidade da empresa é um problema. Além disso, há a preocupação de que muitos funcionários enfrentem dificuldades ao adaptarem-se a esta nova tecnologia.

Atualmente, a empresa não vê necessidade de formação específica ou a contratação de um especialista em IA, embora Júlio Pereira reconheça que, com a evolução da tecnologia, isso possa tornar-se necessário no futuro. No presente, o incentivo da utilização da IA é feito especificamente na “área mais de produção de conteúdos digitais”, o uso desta tecnologia está restrito a Júlio Pereira e mais duas pessoas, nos departamentos comercial e de marketing. No entanto, a Refral tem planos de integrar a IA também na área produtiva. O entrevistado, antecipa que a adoção na produção poderá enfrentar mais resistência por parte dos funcionários, apesar do reconhecimento geral da importância da IA, dado o acesso aos resultados e a evidência da evolução da empresa com esta tecnologia.

O gestor, acredita que, a curto prazo, a idade dos funcionários pode ser um obstáculo para a utilização da IA, mas considera que a formação académica não será um fator determinante.

A Refral criou pela primeira vez **este ano um orçamento anual** e já investiu cerca de 3500€ em IA. Júlio Pereira, está convencido que esta tecnologia aumentará a produtividade e assegurará uma vantagem competitiva à empresa. No entanto, também reconhece que a empresa precisará de mão-de-obra mais qualificada, o que pode ser difícil devido à sua escassez. Nota-se aqui que não há ainda uma estratégia definida nem uma perceção clara

quanto à evolução da utilização da IA na empresa. Mesmo assim, de acordo com o gestor da Refral, as empresas terão de adotar a IA porque o mercado obriga a uma maior rapidez de resposta e, só com a adoção da IA é que conseguirão acompanhar essas exigências e responder de forma mais ágil.

S2B

Adérito Igreja, sócio-gerente da S2B, trabalhou anteriormente numa das maiores empresas metalomecânicas do país antes de criar o seu próprio negócio. Com apenas dois anos de existência, a S2B, está a começar com a digitalização da produção e dos processos e aos poucos está a tentar a implementar a IA na empresa, testando-a nos orçamentos e nos projetos. No entanto, reconhece que “ainda há um caminho muito longo a percorrer” em relação a esta tecnologia.

O diretor geral acredita que a adoção da IA permitirá fazer poupanças ao nível dos stocks, através da otimização das compras. No entanto, destaca que o sucesso desta adoção depende da fiabilidade dos dados, “se ela receber informação boa, vai-nos dar informação boa; se receber informação má vai-nos dar informação má” e na qualidade da informação, “se nós conseguirmos montar um sistema a nível de digitalização e da gestão da produção com controlo em chão de fábrica” será importante para melhorar os tempos de produção.

No que diz respeito à formação dos trabalhadores, Adérito Igreja defende que é essencial que os trabalhadores compreendam o conceito de IA e saibam como utilizá-la. A formação específica será importante para que “aprendam a mexer nas coisas” e tenham uma visão clara do que é essa tecnologia e para que serve. Contudo, devido à dimensão da empresa, não vê a necessidade de contratar um especialista em IA, embora considere a possibilidade de recorrer a um serviço externo de consultoria.

Adérito Igreja, acredita que o sector metalomecânico ainda tem um longo caminho a percorrer na implementação da digitalização e da indústria 4.0. Um dos grandes desafios passará pela necessidade de ensinar “a inteligência artificial, e depois também saber utilizá-la” adequadamente. Na S2B, a IA ainda não foi totalmente adotada, mas tem sido explorada através de ferramentas como o ChatGPT. Adérito Igreja mencionou que já experimentou perguntar o preço de um pavilhão com determinadas dimensões e obteve um intervalo de valores e pesos desajustados, por isso considera que a IA ainda não está completamente alinhada com os valores da organização.

Para o entrevistado, a liderança é fundamental para promover a adoção da IA entre os trabalhadores, reconhecendo que “as coisas (...) não vão acontecer sozinhas.” Acredita que as tecnologias de IA serão fáceis de usar pelos trabalhadores, afirmando que “todos eles quando tiveram que evoluir, evoluíram, eles também se sabem adaptar”. No entanto, destaca a importância de uma supervisão adequada à priori, ao sugerir que muitas vezes a culpa de algo não funcionar pode estar na falta de controle por parte da gestão.

Apesar de na S2B reconhecerem a importância da IA, nota-se que os trabalhadores ainda não compreendem totalmente as vantagens que esta tecnologia pode trazer. O diretor geral reconhece que tanto a formação acadêmica como a idade podem influenciar a utilização de tecnologias, acredita que, atualmente, “temos mais facilidade em implementar estas temáticas, porque também as pessoas têm outra visão daquilo que é a tecnologia”. No entanto, considera que a percepção sobre a IA é mais sensível, admitindo que ele próprio enfrenta alguma dificuldade em compreender até onde esta tecnologia os pode levar.

Adérito Igreja prevê que o processo de adoção da IA ainda demorará algum tempo a ser implementado. No entanto, não descarta a possibilidade desta ser integrada paralelamente à digitalização da produção, pois acredita firmemente que a IA pode destacar a empresa em termos de prazo, preço e qualidade, tornando-a mais competitiva no mercado face à concorrência, “quem se posicionar, (como em tudo) vai ser mais competitivo, por isso vai estar à frente”, afirma o entrevistado, ao defender que esta tecnologia irá otimizar os processos, reduzir o desperdício, acelerar a resposta ao cliente e, consequentemente, aumentar a produtividade e a competitividade da empresa. Concluindo, reconhece que sempre haverá “empresas que se vão posicionar melhor do que outras”, e a IA será um fator determinante para alcançar essa posição de destaque.

ALUSLIM

Jorge Silva, sócio-gerente da Aluslim, acredita que o futuro das empresas passará pela adoção da IA. No entanto, a IA ainda não foi implementada, uma vez que a empresa é muito recente e ainda enfrenta outras necessidades a serem colmatadas previamente. Mesmo assim, o entrevistado não tem dúvidas que esta poderá vir a ser uma ferramenta crucial para o controle de qualidade, ao ajudar a minimizar os erros, indo mais longe ao afirmar que, no futuro, as empresas só serão rentáveis se adotarem a IA.

Para este gestor, o maior desafio na sua implementação está relacionado com a “adversidade que as pessoas possam ter com a utilização da inteligência artificial”. Para superar este

obstáculo, considera fundamental investir em formação e, eventualmente, na contratação de um especialista em IA para garantir uma implementação eficaz.

Jorge Silva ainda não desenvolveu uma estratégia clara de como incentivar os trabalhadores a usar a IA, pois encontra-se a “estruturar a empresa de forma a ter as condições necessárias para toda a gente operar”. Na sua opinião, a utilização da IA será mais simples para os trabalhadores mais jovens, dado que estão mais familiarizados com as novas tecnologias e por compreenderem melhor as suas vantagens principalmente quando estas facilitam as tarefas que têm de desempenhar.

O gestor reconhece que a baixa produtividade pode estar associada a menor formação, e por isso considera que essa é determinante para a sustentabilidade da empresa. Contudo, devido à recente criação da sua empresa, à falta de capacidade financeira para investir em tecnologia e à inexistência de incentivos por parte do Governo, a IA ainda não consta dos planos estratégicos da Aluslim. Esta conjugação de fatores, segundo o entrevistado, dificulta a evolução das empresas e o seu posicionamento face ao mercado externo.

Por fim, considera que com a adoção da IA, a empresa poderá ganhar maior rapidez na resposta e aumentar a qualidade dos seus produtos, tornando-se mais competitiva. Além disso, espera que a otimização do tempo proporcionada pela IA contribua para melhorar a sua qualidade de vida.

CPCMS

António Silva, administrador da CPCMS, considera que a implementação da IA poderá trazer melhorias aos processos administrativos da empresa. No entanto, quando se trata do ‘chão de fábrica’, ainda não tem uma ideia clara de como a IA poderá ser benéfica, ou de como a conseguirá implementar. Acrescenta ainda que foi apanhado de surpresa pelo tema da IA, confessando que nunca tinha refletido sobre o assunto e que não possui grande conhecimento na área.

Apesar dessa falta de familiaridade, António Silva reconhece que com a adoção da IA, “os tempos de produção possam melhorar consideravelmente.” No entanto, expressa dúvidas sobre a capacidade da IA em lidar com processos que fogem da “standartização”, e não consegue imaginar como essa tecnologia poderia substituir o ser humano em determinadas tarefas. Contudo, acredita que a formação dos trabalhadores será essencial e que a empresa só conseguirá avançar nessa área com a ajuda de “uma entidade externa”, ou seja, um especialista em IA.

Atualmente, a IA ainda não foi adotada na CPCMS, mas António Silva reconhece que a entrevista despertou nele o “bichinho para começar a desenvolver” a ideia. No decorrer da entrevista mencionou que dá “liberdade às pessoas para poderem desenvolver os seus conhecimentos” e tenta “dar todas as condições para que isso aconteça”, no entanto, confessa que ainda não incentivou a adoção deste tipo de tecnologia devido ao seu próprio desconhecimento sobre o tema.

No mesmo sentido, também observa que os seus colaboradores não fazem a mínima ideia do que é a IA e qual a sua utilidade, mesmo ele próprio achava que “isto não tinha muito a ver com serralharia”. No passado, segundo António Silva, a serralharia era vista como um trabalho para quem não tinha estudos. Atualmente, com a escolaridade mínima obrigatória, as poucas pessoas que aparecem para trabalhar nesta área são mais jovens e, por isso, têm uma maior capacidade de usar a IA em comparação com os trabalhadores mais velhos. António Silva é cético quanto à utilização da IA pelos trabalhadores mais velhos afirmando que, para eles, “isso está fora de questão”.

Por enquanto, a adoção da IA na CPCMS não é uma realidade, mas o gestor admite que, em investimentos futuros, provavelmente irá considerar a adoção dessa tecnologia, pois acredita que a IA poderá tornar a empresa mais competitiva, uma vez que espera que a sua implementação leve a um aumento da produtividade.

SERRALHARIA CUNHA

Apesar de Lúcia Costa e Jéssica Freire reconhecerem as potenciais vantagens da IA para a Serralharia Cunha, esta tecnologia ainda não foi adaptada pela empresa.

Lúcia Costa, administradora da Serralharia Cunha, acredita que a informação disponível sobre a IA no sector ainda é escassa, o que tem dificultado a sua implementação. Contudo, no seu entender, esta é vista como uma oportunidade para melhorar os tempos de produção e colmatar a falta de trabalhadores qualificados.

Jéssica Freire, orçamentista, partilha da opinião de Lúcia Costa e acredita que a IA aumentará a produtividade e a eficiência, “principalmente naquelas etapas que são mais repetitivas do dia-a-dia”. Para Lúcia Costa, será necessária formação específica para os funcionários utilizarem a IA de forma eficaz, e reconhece que poderá ser essencial estabelecer uma parceria externa para apoiar na implementação da mesma, embora não veja justificação para ter uma pessoa permanente nessa função. Paralelamente, Jéssica Freire reforça que “se a pessoa ou as empresas querem ser competitivas no mercado” têm de estar constantemente atualizadas.

Embora a IA ainda não tenha sido implementada na Serralharia Cunha, Jéssica Freire utiliza ferramentas como o ChatGPT e o Gemini no seu dia-a-dia de trabalho, recorrendo a estas para escrever um email ou criar macros no Excel, por exemplo. Assim sendo, acredita que a IA poderá ser uma mais-valia na área orçamental e comercial, assim como no sector produtivo, especialmente no controlo de qualidade.

Na Serralharia Cunha, não existe atualmente qualquer incentivo por parte das chefias para utilizar a IA. Lúcia Costa admite que a IA “ainda é um bocadinho um tabu”, devido à falta de informação sobre o tema. Apesar de tudo isso, reconhece que, no geral, os funcionários são recetivos a novas tecnologias e a melhorias. Ainda assim, os trabalhadores do ‘chão de fábrica’ poderão ter mais dificuldade em aceitar e implementar esta tecnologia, temendo que a IA venha a substituir as suas tarefas e, consequentemente, os seus postos de trabalho. Esta ideia também é reforçada por Jéssica Freire, afirmando que “existem pessoas que são contra a tecnologia”, todavia acredita que esta será uma grande ajuda na otimização do tempo e na agregação de valor às tarefas do dia-a-dia.

Por sua vez, as entrevistadas consideram que a idade pode ser um fator determinante na utilização da IA; os trabalhadores mais jovens estão mais recetivos às tecnologias ao contrário do que habitualmente acontece com os mais velhos, estes últimos são mais avessos à mudança, prendem-se ao “sempre trabalhei assim”, facto que cria uma maior resistência, como reforça Lúcia Costa. Em relação à formação académica, referem que essa não será relevante para a sua utilização.

Embora a Serralharia Cunha ainda não tenha investido em inteligência artificial, Lúcia Costa já refletiu várias vezes sobre essa possibilidade, mas reconhece que “vai ser difícil as empresas adotarem essa nova prática” pelo custo elevado que representa. Ainda assim, esta entrevistada acredita que a IA trará grandes vantagens e espera que esta revolucione a indústria, em especial na redução do tempo de produção, na descoberta de soluções para aumentar a produtividade, na automatização de processos e na redução da produção manual. Jéssica Freire partilha desta visão otimista e acredita que, com a IA, as pessoas ficariam com mais tempo para inovar, o que iria contribuir para o desenvolvimento da empresa. No entanto, para que isso aconteça, será necessário que a cultura da empresa mude e que as pessoas vejam a IA como um avanço e não como um entrave.

MONTEIROS

António Monteiro, sócio-gerente da Monteiro, acredita que a adoção da IA, permitirá reduzir os tempos de produção e tornar os processos mais eficientes.

Não obstante, reconhece que o desenvolvimento da IA ainda é uma incógnita, especialmente no que toca à preparação das pessoas para receberem esta tecnologia, por isso, considera fundamental a formação dos trabalhadores nesse sentido. Contudo, devido á novidade do tema, ainda não está certo se será necessário contratar um especialista em IA, é uma decisão que vai depender do caminho que a empresa possa tomar.

Na Monteiro, ainda existe um certo desconhecimento sobre o que é realmente a IA e se já foi implementada de alguma forma. António Monteiro, admite que “nós, se calhar inconscientemente até utilizamos” a IA. Como tal, ainda não há um incentivo à utilização desta tecnologia, para este gestor o tema da IA é novo e muito desafiante.

Também antecipa que poderá haver alguma resistência à mudança por parte dos trabalhadores, embora ainda não consiga prever qual será a reação concreta, no entanto, acredita que, se a IA ajudar a reduzir o esforço na execução das tarefas, será bem aceite e compreenderão a importância da sua implementação.

Para além disso, admite que a idade pode influenciar a facilidade de utilização da IA, porém, relativamente à formação académica não identifica a existência de uma ligação tão relevante. A Monteiro sendo uma empresa consolidada no mercado, com 63 anos de história, tem investido bastante em máquinas tecnologicamente avançadas nos últimos anos e por esse motivo, António Monteiro acredita que essas máquinas já possam incorporar algum tipo de inteligência artificial, pois são máquinas “onde a mão humana praticamente já não é tão necessária”.

O gestor encara a IA como uma “nova revolução industrial”, e acredita que a sua adoção permitirá à empresa inovar e superar a concorrência, mas para tal, considera fundamental a formação dos trabalhadores, especialmente num sector que “está muito carente de pessoas”. No mesmo sentido, defende que o Governo deve desempenhar um papel fundamental na promoção da IA, incentivando as universidades a oferecerem formações nesta área e a criarem incentivos para que as empresas possam investir nesta tecnologia.

INOVOCORTE

Na empresa Inovocorte, Jorge Costa, responsável de planeamento, e Cristiano Ferreira, diretor de operações, acreditam que a IA tem o potencial de tronar a empresa mais eficiente,

tanto a nível produtivo como noutros sectores. Contudo, assumem que a IA ainda não é utilizada na empresa.

Ambos defendem a necessidade de formação específica e a importância de contar com um especialista em IA para assegurar uma implementação eficaz desta tecnologia. Jorge Costa identifica a resistência humana à tecnologia como o principal desafio na adoção da IA, considerando que essa será a maior dificuldade.

Embora ainda não tenha havido qualquer incentivo à utilização da IA por parte das chefias, Jorge Costa revela que o tema já foi abordado em algumas reuniões, acredita que será apenas uma questão de tempo até ser implementada na Inovocorte. Cristiano Ferreira, observa que, no sector metalomecânico, a IA ainda “não está no quotidiano das pessoas” e não é reconhecida como uma mais-valia. No entanto, Jorge Costa está confiante de que, quando a tecnologia for introduzida na empresa, será bem aceite, à exceção talvez do sector produtivo, onde existe um desconhecimento total sobre o assunto, mas no geral, “não haverá grandes resistências”.

Ambos os entrevistados concordam que a IA será utilizada com maior facilidade pelos colaboradores mais jovens, devido à sua familiaridade com as tecnologias desde cedo. Em contrapartida, esperam uma maior resistência por parte dos colaboradores mais velhos.

Relativamente à intenção da Inovocorte de investir em tecnologias de IA, ambos admitem não ter qualquer informação sobre a orientação futura da empresa nesse sentido.

Apesar dessas incertezas, ambos acreditam que, se a Inovocorte adotar a IA, esta poderá ter um impacto significativo na redução de erros, trazendo vantagens competitivas para a empresa. De um modo geral, os entrevistados veem na IA um potencial de ganhos para o sector. Como afirma Jorge Costa “quem não se adapta, automaticamente fica obsoleto”.

FAMETAL

Na Fametal, o administrador Hélder Freire, acredita que a implementação da IA poderá aumentar a eficiência da produção, ao otimizar o uso dos materiais e ao reduzir o tempo necessário nos processos produtivos. No entanto, reconhece que a formação dos trabalhadores será essencial para que estes estejam mais recetivos à adoção dessa tecnologia. Sem essa formação, teme que os colaboradores possam resistir à mudança, adotando uma postura de “eu sempre fiz assim, não vou fazer diferente”. Por outro lado, considera que a contratação de um especialista em IA poderá ser viável apenas se “o custo-benefício justificar”.

De acordo com o administrador desta empresa, a IA ainda não foi adotada, devido ao desconhecimento dos seus responsáveis em relação à tecnologia. Do mesmo modo, também não existe atualmente qualquer incentivo à utilização da IA, uma vez que ele próprio, Hélder Frade, ainda não compreende totalmente quais são os benefícios que esta pode trazer para a empresa, mas afirma que irá prestar mais atenção ao tema. Embora reconheça as potenciais vantagens da IA e acredite que os colaboradores acharão as novas tecnologias fáceis de usar, admite que, neste momento, “ainda somos meros curiosos”, em relação a essa tecnologia. Hélder Frade também observa que a utilização da IA será provavelmente mais fácil para os jovens, que “têm a mente mais aberta para estas situações”. Em contrapartida, considera que a formação académica não desempenhará um papel significativo na facilidade de uso da IA. **Apesar dos 104 anos de história da Fametal**, ainda falta uma consciência clara, por parte da gestão de topo, sobre a importância da implementação da IA. Na opinião do entrevistado, a IA poderá conferir uma grande vantagem competitiva à empresa, especialmente se permitir o aumento da produção sem necessitar de aumentar o número de trabalhadores ou de máquinas. Portanto, esta entrevista, teve o mérito de o fazer refletir sobre como a IA poderá beneficiar a Fametal e promete estar mais atento a essa possibilidade no futuro.

FS INDUSTRIES

Nuno Rodrigues, sócio da FS Industries, acredita que a IA pode melhorar os tempos de produção, especialmente se “a máquina for capaz de sugerir métodos de produção” mais eficazes. Contudo, tendo em conta que as máquinas usadas neste sector representam algum perigo no seu manuseamento, não consegue perceber de que forma a IA conseguirá atuar neste sector a não ser, por exemplo, no apoio à criação de apresentações de propostas comerciais.

Para Nuno Rodrigues, o maior desafio reside na capacidade da IA se adaptar às necessidades específicas de um sector tão técnico. Por essa razão, considera a formação essencial para garantir “uma boa utilização da inteligência artificial e tirar proveito dela” e além disso, acredita que no futuro será necessário contratar um especialista em IA para maximizar os benefícios desta tecnologia.

Atualmente, a IA ainda não foi adotada pela FS Industries. O entrevistado utiliza o ChatGPT apenas para uso pessoal, e a IA não é uma realidade da empresa, o que significa que também não há qualquer incentivo para a sua utilização. No entanto, acredita que, se os colaboradores começarem a usar equipamentos com IA, irão reconhecer o seu valor.

O mesmo acontece relativamente ao impacto da formação académica e da idade dos trabalhadores na adoção da IA, Nuno Rodrigues admite não ter uma ideia clara sobre se esses fatores terão influência, mas acredita que essa será vista “com bons olhos” pelos colaboradores.

No decorrer da análise da entrevista apurou-se que a FS Industries ainda não fez qualquer tipo de investimento em IA. Contudo, Nuno Rodrigues reconhece que essa tecnologia pode diferenciar a FS Industries, se os ajudar a serem mais “eficientes, mais rápidos, a termos conteúdos mais ricos, mais atrativos”.

SERRALHARIA DESIGN E SOLUÇÕES

A IA ainda não foi adotada na Serralharia Design e Soluções, e, de acordo com o seu sócio-gerente, poderá demorar alguns anos até que isso aconteça. Francisco Barreira destaca que este setor é muito particular e antevê que os seus trabalhadores irão criar uma grande resistência relativamente à adoção desta tecnologia.

O gestor acredita que a sua empresa será mais produtiva com a implementação da IA. Para este entrevistado, neste momento o grande desafio do setor passa pela dificuldade em encontrar mão-de-obra jovem para trabalhar, o que torna a formação em IA uma necessidade e assume que talvez se justifique no futuro contratar um especialista na área.

Francisco Barreira ainda não consegue perceber claramente as vantagens da IA, e por isso também não há qualquer incentivo para a sua utilização na empresa. Embora reconheça que os trabalhadores têm acompanhado bem as novas tecnologias, expressa dúvidas sobre até que ponto compreendem a importância e os benefícios da IA. Apesar de estar consciente de que a IA poderá trazer grandes vantagens para a sua empresa, admite que, no imediato, essa tecnologia não será uma mais-valia.

O entrevistado não considera a formação académica um fator determinante para o uso da IA, ao afirmar que é mais importante “ser inteligente” e ter vontade de aprender. Contudo, reconhece que os mais jovens estão mais predispostos à sua aceitação, tendo em conta que estão mais familiarizados com as tecnologias.

Posto isto, constata-se que a serralharia Design e Soluções ainda não investiu em IA e Francisco Barreira ainda não compreende como é que a empresa se pode tornar mais competitiva com a implementação desta tecnologia, pois acredita que, no final, quem faz a diferença são as pessoas.

CRUZFER

Na perspectiva de João Fernandes, diretor comercial, a IA pode melhorar a produtividade, mas ressalva que essa implementação deve ser “moderada e terá de ser bem disciplinada”, caso contrário pode ser prejudicial para os próprios colaboradores.

Para João Fernandes, em primeiro lugar, é preciso explicar às pessoas o que é a IA e, em segundo lugar, legislar sobre o tema, começando “primeiro pelo governo, depois pelas empresas”, porque a maioria das pessoas não sabem o que é a inteligência artificial e como pode ser utilizada. Nesse sentido, defende a necessidade de formação específica para os trabalhadores e, até mesmo, a contratação de pessoas especializadas em IA.

A tecnologia ainda não foi adotada pela Cruzfer, e não há qualquer incentivo à sua utilização. Segundo o entrevistado, a falta de incentivo deve-se ao “desconhecimento, porque não nos chega a nós”, e à ausência de “formação, informação ou mesmo aconselhamento e diretrizes para a utilização ou não da inteligência artificial”.

Embora João Fernandes perceba que alguns funcionários recorrem à IA para tarefas simples, como escrever um e-mail, acredita que eles reconhecem o valor da tecnologia não apenas nesse contexto, mas também a nível de publicidade e pesquisa de informações necessárias para realizarem o seu trabalho.

Para o diretor comercial a formação académica não é um fator relevante para a utilização da IA, contudo, tem a percepção de que os trabalhadores mais jovens, ou aqueles até aos 45 anos, irão utilizá-la com mais facilidade.

Até agora, a Cruzfer não fez qualquer tipo de investimento em IA - “completamente nada”, nas palavras de João Fernandes, e não reconhece à IA uma grande vantagem competitiva, especialmente numa área tão técnica como a da Cruzfer, embora admita que a situação possa ser diferente noutras áreas e ajudar as empresas a adaptarem-se ao futuro.

Por outro lado, vê o uso dessa tecnologia como uma grande desvantagem no pós-venda, especificamente na interação com o cliente. Alerta que “as empresas abrigam-se atrás da inteligência artificial”, ao fornecer respostas automáticas e que na realidade não resolvem os problemas dos clientes, segundo ele, pode acabar por ser prejudicial para a imagem da IA a longo prazo.

TUBAVAC

Miguel Nogueira, gestor da Tubavac, acredita que a adoção da IA pode melhorar os tempos produtivos, especialmente se contribuir para a “otimização de custos e otimização de

produção”. No entanto, reconhece que o maior desafio com a implementação da IA prende-se com “o impacto social”, que poderá gerar a possível perda de postos de trabalho.

Assim, sublinha que a formação é fundamental não só para a implementação da IA, mas também para a adoção de qualquer outro tipo de tecnologia. Dependendo do seu impacto, admite que poderá ser necessário a contratação de um especialista em IA.

Até ao momento, a tecnologia não foi adotada pela Tubavac, mas Miguel Nogueira acredita que o maior impacto com a sua implementação seria na produção, através de uma maior otimização dos processos produtivos. No entanto, ainda não há o incentivo à utilização da IA na empresa, sobretudo pelo seu desconhecimento.

Embora seja uma empresa recente, “com uma série de objetivos para o futuro”, a adoção da IA não está, por enquanto, nos planos da Tubavac. O gestor considera que as novas gerações terão maior facilidade em utilizar a IA, enquanto que “pelo menos uma parte das pessoas mais velhas terão alguma resistência”.

Durante a entrevista, ficou claro que a Tubavac não fez qualquer tipo de investimento em IA. Contudo, para o Gestor, se a utilização da IA conseguir diferenciar a empresa, seguramente será uma vantagem competitiva. Porém, “sendo um tema que não é tema” Miguel Nogueira admite que ainda não consegue compreender totalmente de que forma a IA poderá ser uma verdadeira mais-valia para a Tubavac.

4.2 ANÁLISE GERAL DAS ENTREVISTAS

De um modo geral, o estudo revelou que a liderança e o conhecimento dos líderes em relação à IA, são os fatores mais determinantes para a sua adoção. Mishrif & Khan, (2023), apontam que as PME são mais propensas a adotar novas tecnologias quando reconhecem que essas inovações podem melhorar o seu desempenho e trazer benefícios palpáveis, como maior eficiência, redução de custos ou melhorias na experiência do cliente. Esta perceção direta dos ganhos atua como um impulsionador significativo para a adoção de soluções tecnológicas. No entanto, ao contrário do esperado, o estudo empírico revelou que muitos líderes ainda não têm consciência das vantagens da IA. Ou seja, não compreendem claramente a sua utilidade e as suas potencialidades permanecem pouco exploradas.

Infelizmente, devido principalmente à falta de conhecimento sobre a tecnologia, a maioria das empresas analisadas não consegue acompanhar as exigências impostas pela IA. Como reforçado pela revisão da literatura, nem todas as empresas, em especial as PME, conseguirão

materializar os seus objetivos e ambições, ou seja, nem todas serão capazes de acompanhar o desenvolvimento tecnológico, sobretudo devido às suas limitações com o uso das tecnologias digitais (Ghobakhloo et al., 2022), na medida em que, a sua implementação exige investimento (Annosi et al., 2023; Grashof & Kopka, 2022; Kinkel et al., 2022; Rawashdeh et al., 2023; Mishrif & Khan, 2023; Taherizadeh & Beaudry, 2023), além de uma cultura tecnológica e conhecimento adequados (Annosi et al., 2023; Ghobakhloo et al., 2022; Kinkel et al., 2022; Mishrif & Khan, 2023; Rawashdeh et al., 2023; Taherizadeh & Beaudry, 2023). Alguns entrevistados acreditam que a IA poderá ser adotada mais facilmente na área comercial, controlo de qualidade, marketing, gestão e planeamento. Embora também reconheçam o seu potencial na produção, muitos ainda não sabem como implementá-la de forma eficaz, e alguns consideram que essa implementação será desafiadora. No entanto há a convicção de que no contexto de “chão de fábrica, a IA possibilite uma maior automatização e rapidez na realização de tarefas, bem como, diminuição de custos produtivos e aumento da qualidade do produto, o que acabará por se traduzir numa melhoria na relação com o cliente (Kinkel et al., 2023). Como reforçado pela literatura, a adoção da IA por parte das PME ainda é reduzida sobretudo nas áreas da produção e da logística (Kinkel et al., 2022). Caner & Bhatti, (2020) e Krzywdzinski et al., (2023) defendem que as empresas poderão efetuar tarefas e atividades complexas sem necessitarem do ser humano, tanto mais que o futuro da IA passa pela substituição das pessoas em tarefas repetitivas, que não exijam grande criatividade. Contudo, não há um consenso nos casos analisados. Enquanto alguns temem que a IA poderá eliminar postos de trabalho, levando a uma resistência à mudança devido ao medo da perda de trabalho, outros veem a IA como um complemento às suas funções mais repetitivas, permitindo-lhes dedicar mais tempo a tarefas criativas e produtivas.

A principal **difficuldade prende-se com a implementação dessa tecnologia no sector metalomecânico, especialmente no contexto de produção**, não tanto pelo facto de a falta da qualificação dos trabalhadores ser um problema para a adoção de novas tecnologias digitais no processo produtivo, como acontece na indústria do ferro, como defendido por Branca et al., (2020) e por Gajdzik & Wolniak, (2021), mas sim **pelo seu desconhecimento e pela dificuldade de atrair mão-de-obra mais jovem**. Embora acreditem que a IA será facilmente adotada pelos mais novos, geralmente mais qualificados, reconhecem que será fundamental fornecer formação específica para maximizarem o potencial dessa tecnologia. Além disso, estabelecer uma parceria com uma entidade externa especialista em IA pode ser

fundamental para garantir uma implementação eficaz e aproveitar ao máximo as vantagens que a tecnologia tem para oferecer.

Diversos estudos indicam que com a adoção da IA, as empresas enfrentam vários problemas relacionados com a qualidade, validade, segurança e regulamentação dos dados (Buschmeyer et al., 2022; Moradi & Dass, 2022; Ramírez-Gutiérrez et al., 2023; Rammer et al., 2022; Sharma et al., 2022). De forma semelhante, alguns dos entrevistados, expressam hesitação em adotar a IA, citando principalmente a falta de soluções personalizadas, a qualidade dos dados e preocupações com a proteção e a fiabilidade desses dados.

A análise das entrevistas também revelou obstáculos à adoção da IA nas PME do sector metalomecânico em Portugal. Para além, da variável complexidade, surgiram categorias emergentes como a **“falta de literacia em IA”** apresentada por Kumar et al., (2021) que influencia negativamente a utilidade percebida, e por consequência, a adoção da IA. Outro entrave identificado foi a **falta de apoio do Estado**, um tema muito mencionado ao longo das entrevistas, especialmente em relação ao elevado custo do investimento.

A **falta de perceção dos ganhos** que a tecnologia pode trazer, bem como a dificuldade em calcular o retorno do investimento (ROI) como discutido por Taherizadeh & Beaudry, (2023), também se mostrou um fator limitador, reduzindo o interesse das empresas em investir na IA.

4.3 DISCUSSÃO

Após a análise das entrevistas, verifica-se que relativamente à adoção da IA, à semelhança do que defendem Alsheibani et al. (2018), o incentivo da gestão de topo pode afetar positivamente a adoção de novas tecnologias, o que foi verificado nas empresas Fernando Ferro & Irmão e na Refral. Foi também constatado que, nestas duas empresas, há capacidade financeira para investimentos em tecnologia, especialmente na Fernando Ferro e Irmão que já realizou grandes investimentos nesse setor. Há, contudo, uma divergência de opiniões entre Leonel Ferro da FFI (que acredita que a IA reduzirá a necessidade de conhecimentos especializados) e Júlio Pereira da Refral (que acredita que a IA exigirá maior especialização) que chama a atenção para uma questão pouco discutida na literatura. A maioria dos estudos têm tendência a focarem-se nas vantagens técnicas e produtivas da IA, sem aprofundar como diferentes líderes entendem a mudança na dinâmica do capital humano. Este contraste sugere que as perceções individuais dos líderes podem variar significativamente, influenciando a

forma como a IA é adotada e integrada nas empresas, enquanto a literatura atual (por exemplo, Hansen & Bøgh, (2021)) concentra-se no impacto que a IA tem na eficiência.

Por sua vez, a S2B encontra-se num processo de compreensão e avaliação das tecnologias digitais da indústria 4.0, esta influência clara na intenção de adotar a IA, prende-se com a formação académica e o percurso profissional de Adérito Igreja. Por outro lado, **nas restantes empresas, a falta de consciência e, ou de conhecimento por parte da gestão de topo leva à não adoção da IA.**

Sidlauskiene, (2022) sugere que a complexidade percebida de tecnologias avançadas pode ser uma barreira significativa à sua adoção, especialmente em contextos onde a gestão de topo não tem uma compreensão clara das suas aplicações e benefícios. Isso complementa a observação de que a S2B, com um líder mais informado e experiente, está mais inclinada a explorar a IA, enquanto outras empresas com menos conhecimento enfrentam maiores dificuldades na sua adoção.

Moradi & Dass (2022) destacam que a formação e a experiência profissional podem ajudar a superar barreiras na adoção de novas tecnologias, especialmente na redução da resistência interna. No caso da S2B, a influência positiva da formação de Adérito Igreja ilustra este ponto, mostrando como a formação académica pode facilitar a adoção da IA, contrastando com a falta de adoção em empresas cujos líderes carecem de um entendimento semelhante. No mesmo sentido, a situação da S2B, onde a intenção de adotar a IA é guiada pela visão e pelo conhecimento do líder, apoia a ideia de que a liderança dotada de informação e estratégia é crucial (Ledro et al., 2023).

Annosi et al. (2023) referem que a resistência à adoção de tecnologias digitais, especialmente nas PME, ocorre pela dificuldade dos gestores reconhecerem os seus benefícios. No entanto, a análise das entrevistas sugere que, mesmo quando os gestores reconhecem as vantagens da IA, a resistência à mudança ainda prevalece, especialmente em setores em que as tarefas são mais manuais, como no "chão de fábrica". Isto contrasta com a literatura, que muitas vezes assume que a aceitação teórica dos benefícios tecnológicos leva automaticamente à sua adoção prática (Chatterjee et al., 2021).

À semelhança do defendido por Hansen & Bøgh, (2021), os entrevistados consideram que o investimento neste tipo de tecnologia será o futuro. Contudo, sendo tecnologias que levam a investimentos elevados, que terão de ser bem analisados, algumas empresas ainda têm dúvidas quanto ao seu retorno (se irá compensar o investimento) e outras, por serem jovens

e ainda não terem conseguido satisfazer todas as suas necessidades básicas, não têm capacidade.

Sharma et al. (2022) sublinham a importância dos incentivos do Governo para a adoção da IA. Através das entrevistas confirma-se essa necessidade e também revelam que, mesmo com incentivos, as empresas mais jovens e com menos recursos financeiros enfrentam dificuldades substanciais para implementar tecnologias com custos elevados como a IA. Este ponto sugere que a literatura pode não dar a devida importância ao impacto das limitações financeiras, mesmo quando existem incentivos políticos.

No que diz respeito à sua compatibilidade, os entrevistados acreditam que a IA será uma grande mais-valia, especialmente na área comercial, esta tecnologia permitirá uma resposta mais rápida aos clientes e facilitará o controlo da qualidade, reduzindo erros e aumentando a satisfação do cliente, conforme apontado por Chatterjee et al., (2021) e Kinkel et al., (2023). Por outro lado, João Fernandes, da Cruzfer, expressa uma opinião divergente em relação ao uso da IA no pós-venda, considera que a interação com o cliente através da inteligência artificial pode ser prejudicial, observando que as empresas escondem-se por trás da tecnologia, ao fornecer respostas automáticas que, na prática, não solucionam os problemas dos clientes.

Além disso, no marketing, a IA pode ser uma ferramenta poderosa na criação de conteúdos digitais estrategicamente direcionados, desenvolvendo publicidade mais atrativa, contribuindo para uma gestão mais eficiente e para a otimização de processos administrativos. Contudo, no contexto da produção, apesar de reconhecerem o potencial da IA para automatizar processos, os entrevistados ainda têm dificuldade em visualizar a sua implementação no "chão de fábrica", devido à forte dependência da mão humana. Esta preocupação alinha-se com a observação de Sidlauskienė, (2022), ao afirmar que a perceção da complexidade e a dificuldade em adaptar tecnologias avançadas em ambientes manuais podem representar obstáculos significativos à adoção da IA.

Relativamente à adoção dessa tecnologia com base na competência, foi destacado que a idade é vista como um fator essencial. Os mais jovens, familiarizados com a tecnologia, encontram-se em vantagem em relação aos mais velhos que podem enfrentar maiores desafios na utilização da IA. Embora a literatura reconheça a importância da literacia digital (como mencionado por Sidlauskienė, (2022)), este estudo sugere que a diferença de idades pode ser um obstáculo maior do que se pensa, exigindo estratégias específicas para integrar a IA de forma eficaz em ambientes de trabalho que envolvam gerações distintas. Esta visão contrasta

com a análise de Moradi & Dass, (2022), que sugerem que a formação e a experiência profissional podem ajudar a mitigar as disparidades entre gerações na adoção de novas tecnologias.

O modelo híbrido TAM-TOE, adotado de Chatterjee et al., (2021) e Rawashdeh et al., (2023) sugere uma correlação positiva entre a facilidade de uso percebida e a utilidade da IA. No entanto, os resultados do estudo indicam que, embora a IA seja considerada fácil de usar, isso não se traduz necessariamente numa percepção clara das suas vantagens (Sidlauskienė, 2022). Este contraste pode indicar que ser fácil de usar não é suficiente para motivar a adoção se os gestores não compreenderem verdadeiramente como a IA pode beneficiar o seu trabalho e as suas empresas. A literatura pode, assim, estar a desvalorizar a relação entre esses fatores, sem considerar o papel crucial da educação e da consciencialização na adoção da IA. Além disso, para maximizar os benefícios da tecnologia, poderá ser vantajoso estabelecer uma parceria com uma entidade externa especialista em IA, que possa fornecer apoio ao longo da sua implementação. Esta abordagem é recomendada pela literatura, que enfatiza os desafios significativos que as empresas podem enfrentar na adoção da IA (Taherizadeh & Beaudry, 2023).

Todos os entrevistados concordam que a adoção da IA tornará as empresas mais eficientes, no sentido em que as ajudará a efetuar as suas tarefas mais rapidamente e com menor esforço. Por sua vez, essa maior produtividade deverá levar a um aumento da sua vantagem competitiva. Conforme observado por Rawashdeh et al., (2023), a implementação da IA também é vista como uma forma de melhorar a rapidez na resposta ao cliente, elevar a qualidade dos produtos, e oferecer serviços a preços mais competitivos. Segundo Haefner et al., (2023), as empresas que desejam permanecer na vanguarda devem adotar a IA, pois só assim conseguirão manter-se competitivas face à concorrência.

No entanto, verifica-se que a grande parte das empresas estudadas ainda não integrou a IA de forma estruturada nos seus processos. Esta lacuna deve-se, em grande parte, à falta de incentivo por parte da liderança e à ausência de uma percepção clara da utilidade da IA. Muitos gestores não compreenderam plenamente a importância e as vantagens que a IA pode oferecer às suas organizações, o que limita a adoção e implementação eficaz.

Assim sendo, em algumas destas empresas não se verifica a validade das variáveis adaptadas do modelo TAM-TOE, pois as entrevistas revelam que, apesar do interesse pela IA estar a aumentar, particularmente após o surgimento de ferramentas como o ChatGPT, há uma falta significativa da compreensão das suas verdadeiras potencialidades. Este ponto não parece ser

evidenciado na literatura existente, que muitas vezes assume que a exposição à tecnologia leva automaticamente a uma melhor compreensão e adoção. Este desconhecimento generalizado pode estar a travar o progresso na adoção da IA, mesmo em empresas que reconhecem a sua importância estratégica (Tabela 6. Síntese).

Estas 13 empresas revelam uma diversidade significativa em termos de idade, número de colaboradores, localização e mercados de atuação, a única semelhança é o sector de atividade e todas elas serem PMES, pelo que não se verifica um padrão claro que explique a adoção ou falta da adoção da inteligência artificial. Mesmo assim a análise conjunta sugere que a liderança, e mais concretamente os líderes têm um papel fulcral na adoção da IA, pois são os principais influenciadores da sua implementação e adoção.

Tabela 6

Síntese

Tema Principal	Conclusões da Análise das Entrevistas	Referência na Literatura	Comentários
Incentivo da Liderança	O incentivo da gestão de topo afeta de forma positiva a adoção da IA nas empresas. Empresas como a Fernando Ferro & Irmão e Refral demonstraram esse efeito.	Alsheibani et al., (2018)	De acordo com a literatura, enfatiza a importância da liderança.
Capacidade Financeira	Empresas como Fernando Ferro & Irmão têm capacidade financeira para grandes investimentos em IA, o que facilita a sua implementação.	Sidlauskiene, (2022)	Destaca a influência da capacidade financeira como facilitador na adoção.
Perceção da IA	Divergência de opiniões: IA vista como limitadora da necessidade de conhecimento especializado vs. aumento da necessidade de especialização.	Hansen & Bøgh, (2021)	A literatura foca-se na eficiência, mas a perceção dos líderes mostra divergências.

Tema Principal	Conclusões da Análise das Entrevistas	Referência na Literatura	Comentários
Formação Acadêmica e Experiência	A formação e experiência dos líderes influenciam positivamente a adoção da IA. A empresa S2B é um exemplo, liderada por alguém com uma formação sólida.	Moradi & Dass, (2022)	O alinhamento com a literatura, enfatiza a importância da formação.
Resistência à Mudança	A resistência à mudança prevalece, especialmente em setores mais manuais, mesmo quando os gestores reconhecem os benefícios da IA.	Annosi et al., (2023)	A literatura reconhece a resistência, mas a prática mostra uma complexidade maior.
Compatibilidade da IA	A IA é vista como vantajosa em áreas comerciais e de marketing, mas há dificuldades em visualizar a sua aplicação na produção devido à dependência da mão humana.	Sidlauskiene, (2022),	A compatibilidade é vista de forma positiva, mas a prática mostra desafios.
Diferenças de Idades	A idade dos colaboradores é vista como um fator relevante, os mais jovens têm maior facilidade em adotar a IA em comparação com os mais velhos.	Moradi & Dass, (2022) e Sidlauskiene, (2022)	A literatura indica literacia digital, mas a análise revela um desafio maior relacionado com a idade.
Parcerias	As parcerias com especialistas em IA são consideradas essenciais para uma implementação bem-sucedida.	Taherizadeh & Beaudry, (2023)	Reforça a ideia de que a facilidade de uso deve ser acompanhada por um apoio especializado.
Incentivos do Governo	Mesmo com incentivos governamentais, as empresas	Sharma et al., (2022)	A literatura desvaloriza o impacto

Tema Principal	Conclusões da Análise das Entrevistas	Referência na Literatura	Comentários
	mais jovens e com menos recursos financeiros enfrentam dificuldades na adoção de IA.		das limitações financeiras na adoção da IA.
Percepção da Utilidade da IA	Embora a IA seja considerada fácil de usar, essa percepção não se traduz numa vantagem.	Chatterjee et al., (2021) e Sidlauskienė, (2022)	Sugere uma maior necessidade de educação e consciencialização sobre os benefícios da IA.
Vantagem Competitiva	Todos os entrevistados concordam que a IA aumentará a eficiência e a vantagem competitiva das empresas.	Haefner et al., (2023) e Rawashdeh et al., (2023)	Há uma forte concordância com a literatura, que vê a IA como essencial para a competitividade.

5. CONCLUSÕES

Num cenário de constante evolução tecnológica, as empresas que integram novas tecnologias têm a oportunidade de se destacar e crescer de forma mais sustentável. Este estudo revela que, para uma adoção bem-sucedida da IA, é essencial que as PME do sector metalomecânico em Portugal tenham líderes com uma visão mais abrangente e inovadora. Esses líderes devem permanecer atualizados relativamente às ferramentas e tecnologias disponíveis no mercado e incentivar ativamente os seus funcionários a acompanharem os avanços tecnológicos, assegurando a competitividade e o sucesso num mercado cada vez mais exigente.

Segundo Taherizadeh & Beaudry, (2023), é crucial que os líderes tenham um espírito aberto às novas tecnologias, pois só assim poderão promover de forma eficaz a adoção da IA pelos seus colaboradores. Este espírito de abertura é fundamental para que os trabalhadores compreendam que a IA tem como objetivo auxiliar e melhorar o seu trabalho, em vez de o comprometer, ajudando a superar a resistência à mudança.

De acordo com Chatterjee et al., (2021) a liderança é uma variável moderadora, este estudo, contudo, vai mais longe e atribui à liderança um papel essencial na adoção da IA, acelerando o processo de implementação. No entanto, além de incentivar a adoção da IA, os líderes devem também reconhecer a utilidade desta tecnologia, compreender as suas vantagens e de que forma pode impulsionar a organização.

Embora muitos líderes considerem a IA uma tecnologia fácil de usar, o conhecimento sobre a mesma é ainda bastante limitado devido à sua complexidade. A maioria dos líderes reconhece a necessidade de estabelecer parcerias com empresas externas especializadas em IA para assegurar uma implementação bem-sucedida, como também sublinhado por Taherizadeh & Beaudry, (2023). No modelo TAM-TOE apresentado por Chatterjee et al., (2021), a compatibilidade é apontada como uma variável de forte impacto na utilidade percebida da IA. No entanto, no presente estudo, verificou-se que muitas das PME ainda trabalham de forma muito manual, o que implica grandes alterações nos métodos de trabalho para integrar a IA.

Este estudo aponta para que as vantagens da IA são ainda desconhecidas pelas PME estudadas do sector metalomecânico em Portugal. Além disso, constatou-se que os fatores mais motivadores e influentes para a adoção e implementação bem-sucedida da IA passam por lideranças fortes e visionárias, algo que atualmente está em falta.

Concluimos que uma liderança visionária é fundamental, líderes visionários são proativos, inovadores e motivam as pessoas a seguir um objetivo comum, focam-se numa comunicação clara da visão da empresa, envolvem-se no trabalho e promovem a inovação para garantir a sustentabilidade da empresa a longo prazo (Farhan, 2024).

Por conseguinte, a falta de conhecimento sobre a tecnologia e a ausência de incentivos por parte da liderança são identificados como os principais obstáculos à adoção da IA.

Apesar disso, é evidente que ainda há um longo caminho a percorrer para a implementação da IA neste sector, embora haja um consenso de que a IA poderá tornar as empresas mais eficientes e oferecer vantagens competitivas significativas. Acredita-se que este estudo possa ter servido como um ponto de partida para desbloquear o tema da inteligência artificial, possivelmente inspirando alguns dos entrevistados, até agora meros curiosos, a considerar a implementação da IA nas suas organizações.

Verificamos que existe uma vontade clara por parte dos líderes em explorar o tema da IA, pois compreendem que o futuro passa pelo avanço das tecnologias, em particular da IA. Aqueles que não acompanharem esta tendência correm o risco de ver a sua posição no mercado comprometida.

Respondendo à questão de investigação, tendo sempre por base o modelo híbrido TAM-TOE de Chatterjee et al., (2021), “O que influencia a adoção da IA pelas PME no sector metalomecânico em Portugal?”, identificamos quatro fatores principais:

- Lideranças fortes, visionárias e inovadores, que promovam uma cultura organizacional transformadora e com sentido crítico.
- Literacia em IA e formação para se manterem constantemente informados e atualizados sobre os avanços tecnológicos, reduzindo a resistência à mudança por parte dos seus colaboradores.
- Estabelecimento de parcerias com especialistas em IA, essencial para uma adoção bem-sucedida.
- Medidas políticas atrativas que incentivem e facilitem a implementação da IA.

A adoção bem-sucedida da IA nas PME do setor metalomecânico em Portugal depende de lideranças visionárias, literacia tecnológica, parcerias estratégicas e políticas de incentivo que juntos promovam uma cultura de inovação e adaptação ao progresso tecnológico.

5.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

Esta investigação qualitativa ajudou-nos a perceber em que fase se encontram as PME do sector metalomecânico em Portugal e quais são as suas reais necessidades em relação à intenção de adotar da IA, sempre tendo por base o modelo híbrido TAM-TOE de Chatterjee et al., (2021). O estudo aponta que são principalmente a falta de conhecimento, as lideranças e os custos de implementação da IA que têm o maior impacto na adoção da tecnologia.

A investigação reforça e expande a teoria existente ao destacar a liderança como um fator determinante na adoção da IA. Embora Chatterjee et al., (2021), tenham considerado a liderança apenas como uma variável moderadora, este estudo sublinha que a liderança não só modera, mas também catalisa e facilita ativamente a adoção da IA. A liderança visionária e inovadora é essencial para criar uma cultura organizacional que apoie a transformação, conforme destacado por (Farhan, 2024), digital e a integração da IA.

A investigação acrescenta à literatura sobre a adoção de tecnologias, como o modelo TAM-TOE, ao evidenciar que, nas PME, o reconhecimento da utilidade da IA é frequentemente limitado pela complexidade percebida e pela falta de conhecimento profundo da tecnologia. Esta perceção reforça a ideia de que, para além de, considerarem a facilidade de uso, as empresas devem também avaliar a complexidade e as competências internas necessárias para a implementação da IA (Wael AL-khatib, 2023).

O estudo corrobora a importância das parcerias estratégicas na adoção de tecnologias avançadas como a IA. Tal como identificado por Taherizadeh & Beaudry, (2023), a necessidade da colaboração com especialistas em IA é fundamental para superar as lacunas de conhecimento e garantir uma implementação eficiente. Isto sublinha a necessidade de uma abordagem colaborativa para a inovação tecnológica nas PME, sugerindo que as teorias de adoção tecnológica devem considerar as parcerias como uma componente central.

A pesquisa contribui para a compreensão dos entraves culturais e organizacionais na adoção da IA, particularmente nas PME do sector metalomecânico que ainda trabalham de forma muito manual. O estudo sugere que a compatibilidade entre a tecnologia e os processos de trabalho existentes é uma variável crítica, conforme observado no modelo TAM-TOE de Chatterjee et al., (2021), e que a transformação organizacional profunda pode ser necessária para integrar plenamente a IA. Este aspeto oferece uma visão sobre a resistência à mudança e as adaptações que são necessárias (Wael AL-khatib, 2023) dentro das PME.

A análise dos fatores motivadores e inibidores da adoção da IA nas PME acrescenta uma dimensão prática à teoria de adoção de tecnologia, mostrando que a falta de conhecimento e

incentivo por parte da liderança são obstáculos significativos. Estes conhecimentos teóricos destacam a necessidade de estratégias de formação e desenvolvimento de competências para reduzir a resistência e melhorar a aceitação da IA (Moradi & Dass, 2022).

Finalmente, o estudo reforça a importância de políticas do Governo atrativas que incentivem as PME a adotar a IA. Isto sugere que os modelos teóricos de adoção tecnológica devem incluir de forma mais clara o impacto das políticas externas e o apoio do Estado (Sharma et al., 2022), sobretudo em contextos onde as PME enfrentam desafios significativos em termos de recursos e capacidades.

5.2 CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO

Nas organizações reconhece-se a importância de lideranças fortes e impulsionadoras de crescimento, e este estudo demonstra claramente que a liderança é condição básica para a intenção de adotar a IA.

Este estudo oferece perspectivas práticas que podem servir como um ponto de partida para líderes e gestores que, embora curiosos, ainda não tenham implementado a IA nas suas empresas, mas que estão conscientes da necessidade de acompanhar os avanços tecnológicos para garantir a sustentabilidade e o crescimento no mercado competitivo atual. Para a gestão, implica investir em formação que os ajude a desenvolver a capacidade de gerir mudanças inovadoras trazidas pela IA. Focar-se na formação contínua pode ajudar na diminuição da resistência à mudança e tornar mais fácil a implementação da tecnologia.

Estrategicamente para as PME, será fundamental criar parcerias com empresas externas especialistas em IA, para acelerar o processo da implementação dessa tecnologia. Para os gestores isso acarreta grandes responsabilidades, ou seja, devem estar disponíveis para novas ideias, estarem atentos ao mercado, sempre que possível anteciparem-se em relação à concorrência e serem os grandes impulsionadores da mudança, garantindo que as suas empresas se adaptem e prosperem num mundo em constante evolução tecnológica.

Especialmente para empresas mais jovens e com menos recursos, que enfrentam desafios para investir em tecnologias de IA, será importante que o Estado português crie suporte financeiro e incentivos para que a falta de capacidade financeira não seja um entrave na adoção da tecnologia, em especial por parte de empresas que reconhecem os benefícios e o seu potencial.

Será também importante que, para que a IA seja implementada e verdadeiramente aproveitada pelo sector, haja um compromisso estratégico que combine liderança, formação contínua, parcerias com especialistas em IA e apoios bem estruturados por parte de Estado. Só assim as PME poderão posicionar-se de forma competitiva e garantir a sua sustentabilidade a longo prazo.

5.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Uma das limitações deste estudo refere-se ao número reduzido de casos analisados. Apesar de várias tentativas de contacto, foi muito difícil chegar às pessoas. Embora o objetivo inicial passasse por fazer duas entrevistas por empresa, tal só foi possível em três empresas. Como consequência obteve-se uma visão mais limitada sobre as perceções dos gestores das PME do sector metalomecânico em Portugal.

Outra limitação está relacionada com a natureza qualitativa do estudo. Embora os estudos qualitativos ofereçam vantagens significativas, a utilização de uma amostra relativamente pequena compromete a representatividade dos resultados, que não podem ser generalizados. Além disso, a interpretação dos dados é subjetiva, o que pode apresentar vieses que afetam a validade das conclusões.

Adicionalmente, para as empresas que adotaram recentemente a IA, em geral, a experiência tem sido positiva, no entanto, com a rápida evolução da IA, as conclusões deste estudo podem tornar-se desatualizadas num curto espaço de tempo.

Por último, outra limitação significativa é a ausência de uma análise comparativa entre PME e grandes empresas, o que resulta numa visão mais limitada do sector. Este seria um aspecto interessante a abordar em estudos futuros.

Seria também relevante investigar como a adoção da IA nas PME do sector metalomecânico em Portugal se compara com outros países, o que poderia revelar diferenças culturais, económicas ou legais que influenciam a adoção da tecnologia.

Além disso, estudar casos específicos de PME que tiveram sucesso na implementação da IA em contrapartida com outras que enfrentaram dificuldades significativas na sua adoção, fornecendo informações valiosas sobre como superar obstáculos e como implementar práticas de sucesso.

BIBLIOGRAFIA

- Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide-Zubillaga, A., Alberdi, E., Carballedo, R., Ibeas, R., & Garcia-Bringas, P. (2020). Skills requirements for the European machine tool sector emerging from its digitalization. *Metals*, 10(12), 1–23. <https://doi.org/10.3390/met10121665>
- Al-Emran, M. (2023). Beyond technology acceptance: Development and evaluation of technology-environmental, economic, and social sustainability theory. *Technology in Society*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102383>
- Alsheibani, S., Cheung, Y., & Messom, C. (n.d.). *Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL) Artificial Intelligence Adoption: AI-readiness at Firm-Level*. PACIS. <https://aisel.aisnet.org/pacis2018/37>
- Annosi, M. C., Capo, F., Appio, F. P., & Bedetti, I. (2023). Unveiling micro-foundations of digital transformation: Cognitive models, routines, and organizational structures in agri-food SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122922>
- Anshari, M., Almunawar, M. N., Lim, S. A., & Al-Mudimigh, A. (2019). Customer relationship management and big data enabled: Personalization & customization of services. In *Applied Computing and Informatics* (Vol. 15, Issue 2, pp. 94–101). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2018.05.004>
- Associação dos Industriais Metalúrgicos, M. e A. de P. (2023). *Plano Estratégico e de Ação para o Setor da Metalurgia e Metalomecânica em Portugal*. https://www.metalportugal.pt/files/%2BMETAL%202030-%20Plano%20Estrat%C3%A9gico%20e%20Acao_ebook.pdf2
- Barnham, C. (2015). Quantitative and qualitative research: Perceptual foundations. *International Journal of Market Research*, 57(6), 837–854. <https://doi.org/10.2501/IJMR-2015-070>
- Belanche, D., Casaló, L. V., Flavián, C., & Schepers, J. (2020). Service robot implementation: a theoretical framework and research agenda. *Service Industries Journal*, 40(3–4), 203–225. <https://doi.org/10.1080/02642069.2019.1672666>
- Bhatt, P., & Muduli, A. (2023). Artificial intelligence in learning and development: a systematic literature review. In *European Journal of Training and Development* (Vol. 47, Issues 7–8, pp. 677–694). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/EJTD-09-2021-0143>

- Bordeleau, F. E., Mosconi, E., & de Santa-Eulalia, L. A. (2020). Business intelligence and analytics value creation in Industry 4.0: a multiple case study in manufacturing medium enterprises. *Production Planning and Control*, 31(2–3), 173–185. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631458>
- Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M. M., Streppa, E., & Schroder, A. J. (2020). Current and future aspects of the digital transformation in the European Steel Industry. *Materiaux et Techniques*, 108(5–6). <https://doi.org/10.1051/mattech/2021010>
- Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M. M., Streppa, E., & Schröder, A. J. (2020). The challenge of digitalization in the steel sector. In *Metals* (Vol. 10, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/met10020288>
- Buschmeyer, K., Hatfield, S., Heine, I., Jahn, S., & Markus, A. L. (2022). Expectation management in AI implementation projects: a case study. *EuroMed Journal of Business*. <https://doi.org/10.1108/EMJB-10-2021-0161>
- Caner, S., & Bhatti, F. (2020). A conceptual framework on defining businesses strategy for artificial intelligence. *Contemporary Management Research*, 16(3), 175–206. <https://doi.org/10.7903/CMR.19970>
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Vrontis, D., & Basile, G. (2022). Digital transformation and entrepreneurship process in SMEs of India: a moderating role of adoption of AI-CRM capability and strategic planning. *Journal of Strategy and Management*, 15(3), 416–433. <https://doi.org/10.1108/JSMA-02-2021-0049>
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Vrontis, D., & Galati, A. (2023). Influence of managerial practices, productivity, and change management process on organizational innovation capability of small and medium businesses. *European Business Review*, 35(5), 839–859. <https://doi.org/10.1108/EBR-02-2023-0049>
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Vrontis, D., Thrassou, A., & Ghosh, S. K. (2021). Adoption of artificial intelligence-integrated CRM systems in agile organizations in India. *Technological Forecasting and Social Change*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120783>
- Chatterjee, S., Ghosh, S. K., Chaudhuri, R., & Chaudhuri, S. (2020). Adoption of AI-integrated CRM system by Indian industry: from security and privacy perspective. *Information and Computer Security*, 29(1), 1–24. <https://doi.org/10.1108/ICS-02-2019-0029>
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Baabdullah, A. M. (2021). Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model.

- Technological Forecasting and Social Change*, 170.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120880>
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Tamilmani, K., & Sharma, A. (2021). The effect of AI-based CRM on organization performance and competitive advantage: An empirical analysis in the B2B context. *Industrial Marketing Management*, 97, 205–219.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.07.013>
- Chaudhuri, R., Chatterjee, S., Vrontis, D., & Chaudhuri, S. (2022). Innovation in SMEs, AI Dynamism, and Sustainability: The Current Situation and Way Forward. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912760>
- Chi, O. H., Denton, G., & Gursoy, D. (2020). Artificially intelligent device use in service delivery: a systematic review, synthesis, and research agenda. *Journal of Hospitality Marketing and Management*, 29(7), 757–786.
<https://doi.org/10.1080/19368623.2020.1721394>
- Colla, V., Schroeder, A., Buzzelli, A., Abbà, D., Faes, A., & Romaniello, L. (2017). Introduction of symbiotic human-robot-cooperation in the steel sector: An example of social innovation. In *Materiaux et Techniques* (Vol. 105, Issues 5–6). EDP Sciences.
<https://doi.org/10.1051/mattech/2018017>
- Denicolai, S., Zucchella, A., & Magnani, G. (2021). Internationalization, digitalization, and sustainability: Are SMEs ready? A survey on synergies and substituting effects among growth paths. *Technological Forecasting and Social Change*, 166.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120650>
- Dubois, A., & Gadde, L.-E. (2002). Dubois). In *Journal of Business Research* (Vol. 55).
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., ... Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Farhan, B. Y. (2024). Visionary leadership and innovative mindset for sustainable business development: Case studies and practical applications. *Research in Globalization*, 8.
<https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100219>

- Farrokhi, F., & Mahmoudi-Hamidabad, A. (2012). Rethinking convenience sampling: Defining quality criteria. *Theory and Practice in Language Studies*, 2(4), 784–792. <https://doi.org/10.4304/tpls.2.4.784-792>
- Gajdzik, B., & Wolniak, R. (2021). Digitalisation and innovation in the steel industry in poland—selected tools of ict in an analysis of statistical data and a case study. *Energies*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/en14113034>
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap. In *Journal of Manufacturing Technology Management* (Vol. 33, Issue 6, pp. 1029–1058). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2021-0505>
- Grashof, N., & Kopka, A. (2022). Artificial intelligence and radical innovation: an opportunity for all companies? *Small Business Economics*. <https://doi.org/10.1007/s11187-022-00698-3>
- Grooss, O. F., Presser, M., & Tambo, T. (2022). Surround yourself with your betters: Recommendations for adopting Industry 4.0 technologies in SMEs. In *Digital Business* (Vol. 2, Issue 2). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100046>
- Haefner, N., Parida, V., Gassmann, O., & Wincent, J. (2023). Implementing and scaling artificial intelligence: A review, framework, and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122878>
- Hansen, E. B., & Bøgh, S. (2021). Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.08.009>
- Instituto Nacional de Estatística. (2023). *ANUARIO ESTATÍSTICO = STATISTICAL YEARBOOK, PORTUGAL*. INST NACIONAL ESTATÍSTICA. file:///C:/Users/PC/Downloads/AEP_2022_a.pdf
- Janbi, N., Katib, I., Albeshri, A., & Mehmood, R. (2020). Distributed artificial intelligence-as-a-service (DAIaaS) for smarter IoE and 6G environments. *Sensors (Switzerland)*, 20(20), 1–28. <https://doi.org/10.3390/s20205796>
- Jo, H., & Bang, Y. (2023). Understanding continuance intention of enterprise resource planning (ERP): TOE, TAM, and IS success model. *Heliyon*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21019>

- Keegan, B. J., Iredale, S., & Naudé, P. (2023). Examining the dark force consequences of AI as a new actor in B2B relationships. *Industrial Marketing Management*, 115, 228–239. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2023.10.001>
- Kelly, S., Kaye, S. A., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. *Telematics and Informatics*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925>
- Khan, A. A., Laghari, A. A., Li, P., Dootio, M. A., & Karim, S. (2023). The collaborative role of blockchain, artificial intelligence, and industrial internet of things in digitalization of small and medium-size enterprises. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28707-9>
- Kinkel, S., Baumgartner, M., & Cherubini, E. (2022). Prerequisites for the adoption of AI technologies in manufacturing – Evidence from a worldwide sample of manufacturing companies. *Technovation*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102375>
- Kinkel, S., Capestro, M., Di Maria, E., & Bettiol, M. (2023). Artificial intelligence and relocation of production activities: An empirical cross-national study. *International Journal of Production Economics*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108890>
- Krzywdzinski, M., Gerst, D., & Butollo, F. (2023). Promoting human-centred AI in the workplace. Trade unions and their strategies for regulating the use of AI in Germany. *Transfer: European Review of Labour and Research*, 29(1), 53–70. <https://doi.org/10.1177/10242589221142273>
- Kumar, S., Raut, R. D., Queiroz, M. M., & Narkhede, B. E. (2021). Mapping the barriers of AI implementations in the public distribution system: The Indian experience. *Technology in Society*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101737>
- Lada, S., Chekima, B., Karim, M. R. A., Fabeil, N. F., Ayub, M. S., Amirul, S. M., Ansar, R., Bouteraa, M., Fook, L. M., & Zaki, H. O. (2023). Determining factors related to artificial intelligence (AI) adoption among Malaysia's small and medium-sized businesses. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100144>
- Ledro, C., Nosella, A., & Dalla Pozza, I. (2023). Integration of AI in CRM: Challenges and guidelines. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100151>

- Lee, J., Suh, T., Roy, D., & Baucus, M. (2019). Emerging technology and business model innovation: The case of artificial intelligence. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/joitmc5030044>
- Mariani, M. M., Hashemi, N., & Wirtz, J. (2023). Artificial intelligence empowered conversational agents: A systematic literature review and research agenda. *Journal of Business Research*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113838>
- Ministério da Economia. (2022). *SETOR Metalomecânica*. https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Informacao-Setorial/DOCS_InfSetorial/Ficha_SetorMetalomecanica.aspx
- Mishra, S., & Tripathi, A. R. (2021). AI business model: an integrative business approach. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-021-00157-5>
- Mishrif, A., & Khan, A. (2023). Technology adoption as survival strategy for small and medium enterprises during COVID-19. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00317-9>
- Moradi, M., & Dass, M. (2022). Applications of artificial intelligence in B2B marketing: Challenges and future directions. *Industrial Marketing Management*, 107, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.10.016>
- Nja, C. O., Idiege, K. J., Uwe, U. E., Meremikwu, A. N., Ekon, E. E., Erim, C. M., Ukah, J. U., Eyo, E. O., Anari, M. I., & Cornelius-Ukpepi, B. U. (2023). Adoption of artificial intelligence in science teaching: From the vantage point of the African science teachers. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00261-x>
- Paschen, J., Kietzmann, J., & Kietzmann, T. C. (2019). Artificial intelligence (AI) and its implications for market knowledge in B2B marketing. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 34(7), 1410–1419. <https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2018-0295>
- Ramírez-Gutiérrez, A. G., Solano García, P., Morales Matamoros, O., Moreno Escobar, J. J., & Tejeida-Padilla, R. (2023). Systems Approach for the Adoption of New Technologies in Enterprises. *Systems*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/systems11100494>
- Rammer, C., Fernández, G. P., & Czarnitzki, D. (2022). Artificial intelligence and industrial innovation: Evidence from German firm-level data. *Research Policy*, 51(7). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104555>

- Rawashdeh, A., Bakhit, M., & Abaalkhail, L. (2023). Determinants of artificial intelligence adoption in SMEs: The mediating role of accounting automation. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 25–34. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.12.010>
- Reim, W., Åström, J., & Eriksson, O. (2020). Implementation of Artificial Intelligence (AI): A Roadmap for Business Model Innovation. In *AI (Switzerland)* (Vol. 1, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ai1020011>
- Saura, J. R., Palacios-Marqués, D., & Ribeiro-Soriano, D. (2023). Leveraging SMEs technologies adoption in the Covid-19 pandemic: a case study on Twitter-based user-generated content. *Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10023-z>
- Sengar, S. S., Hasan, A. Bin, Kumar, S., & Carroll, F. (2024). *Generative Artificial Intelligence: A Systematic Review and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-20016-1>
- Sharma, P., Shah, J., & Patel, R. (2022). Artificial intelligence framework for MSME sectors with focus on design and manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62(P13), 6962–6966. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.360>
- Sidlauskiene, J. (2022). What Drives Consumers' Decisions to Use Intelligent Agent Technologies? A Systematic Review. *Journal of Internet Commerce*, 21(4), 438–475. <https://doi.org/10.1080/15332861.2021.1961192>
- Suri, H. (2011). Purposeful sampling in qualitative research synthesis. *Qualitative Research Journal*, 11(2), 63–75. <https://doi.org/10.3316/QRJ1102063>
- Taherizadeh, A., & Beaudry, C. (2023). An emergent grounded theory of AI-driven digital transformation: Canadian SMEs' perspectives. *Industry and Innovation*. <https://doi.org/10.1080/13662716.2023.2242285>
- The Pecan. (2024). *Generative or Predictive_ Understand the Types of AI _ Pecan AI*. <https://www.pecan.ai/blog/generative-or-predictive-types-of-ai/>
- Wael AL-khatib, A. (2023). Drivers of generative artificial intelligence to fostering exploitative and exploratory innovation: A TOE framework. *Technology in Society*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102403>
- Zhou, B., & Zheng, L. (2023). Technology-pushed, market-pulled, or government-driven? The adoption of industry 4.0 technologies in a developing economy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(9), 115–138. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2022-0313>

FACULDADE DE ECONOMIA

