



Leonor Figueiredo Rodrigues Lacerda Ferreira

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Coimbra, outubro de 2025



Leonor Figueiredo Rodrigues Lacerda Ferreira

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão**, realizada sob a orientação da Professora Maria Manuela Coelho Larginho e coorientação da Professora Clara Margarida Pisco Viseu.

Coimbra, outubro de 2025

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser a autora desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

por todo o amor, apoio e confiança incondicional ao longo de toda a minha vida.
Por acreditarem em mim e por me ensinarem o valor do esforço, da persistência e da humildade.

Esta conquista é tão vossa quanto minha.

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação representa o fim de uma etapa muito importante da minha vida, mas também o reflexo de todo o apoio, amor e incentivo que recebi ao longo deste percurso.

Em primeiro, quero agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Manuela Larguinho, e à minha coorientadora, Professora Doutora Clara Viseu, pela orientação, disponibilidade e paciência durante todo o processo. Obrigada pelos contributos e *feedback* que proporcionaram, que foram fundamentais para a qualidade do trabalho.

Agradeço profundamente aos meus pais, por tudo o que fizeram e continuam a fazer por mim, e por serem o meu maior exemplo de força e amor incondicional. Tudo o que conquisto tem sempre um pouco de vocês.

Aos meus amigos e colegas, obrigada por estarem sempre presentes tornaram este caminho muito mais leve, e sou muito grata por ter partilhado esta fase com pessoas tão especiais.

Por fim, deixo um sincero agradecimento a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta dissertação e para o meu crescimento pessoal e académico.

RESUMO

A Inteligência Artificial tem vindo a assumir um papel crescente na transformação digital das organizações, representando uma oportunidade estratégica para aumentar a eficiência e a competitividade.

No entanto, a adoção destas tecnologias pelas pequenas e médias empresas continua a ser um desafio, condicionado por fatores tecnológicos, organizacionais e ambientais.

O presente estudo tem como objetivo identificar e analisar os fatores que influenciam a adoção e utilização da Inteligência Artificial nas pequenas e médias empresas portuguesas, com base no modelo Technology–Organization–Environment.

Para tal, foi enviado um questionário a milhares de empresas, tendo sido obtidas 511 respostas, e os dados foram analisados através do método de Partial Least Squares – Structural Equation Modeling. Os resultados obtidos demonstraram que os fatores organizacionais são os principais determinantes da atitude face à Inteligência Artificial, destacando-se o suporte da gestão e os sistemas de recompensas como variáveis significativas. Em contraste, os fatores tecnológicos e governamentais não revelaram influência relevante, enquanto os fatores de mercado e clientes apresentaram um efeito reduzido, mas significativo.

O modelo apresentou um poder explicativo elevado ($R^2 = 0,733$ para a atitude; $R^2 = 0,443$ para a intenção de adoção; $R^2 = 0,531$ para a utilização), confirmando a adequação do enquadramento teórico.

Os resultados reforçam que a adoção da Inteligência Artificial nas pequenas e médias empresas portuguesas é fortemente condicionada por fatores humanos e culturais, sendo a liderança, o reconhecimento e o envolvimento dos colaboradores elementos essenciais para o sucesso da transformação digital.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Adoção de tecnologia; Pequenas e Médias Empresas; Modelação de equações estruturais; Portugal.

ABSTRACT

Artificial Intelligence has been playing an increasingly important role in the digital transformation of organisations, representing a strategic opportunity to enhance efficiency and competitiveness. However, the adoption of such technologies by small and medium-sized enterprises remains a challenge, influenced by technological, organisational, and environmental factors.

This study aims to identify and analyse the factors that influence the adoption and use of Artificial Intelligence in Portuguese small and medium-sized enterprises, based on the Technology–Organization–Environment) framework. To this end, a questionnaire was sent to thousands of companies, and 511 responses were obtained. the data were analysed using the Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) method.

The results show that organisational factors are the main determinants of attitudes towards Artificial Intelligence, with management support and reward systems emerging as significant predictors. In contrast, technological and governmental factors did not show relevant influence, while market and customer factors exhibited a small but significant effect.

The model demonstrated strong explanatory power ($R^2 = 0.733$ for attitude; $R^2 = 0.443$ for adoption intention; $R^2 = 0.531$ for AI use), confirming the adequacy of the theoretical framework.

Overall, the findings highlight that Artificial Intelligence adoption in Portuguese small and medium-sized enterprises is largely shaped by human and cultural factors, with leadership, recognition, and employee engagement playing a key role in achieving successful digital transformation.

Keywords: Artificial Intelligence; Technology Adoption; Small and Medium-Sized Enterprises; Structural Equation Modeling; Portugal.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
1 REVISÃO DA LITERATURA	3
1.1 Introdução à Inteligência Artificial.....	3
1.2 Pequenas e Médias Empresas	5
1.2.1 Pequenas e Médias Empresas no contexto global	5
1.2.2 Pequenas e Médias Empresas no contexto português	5
1.3 Adoção da Inteligência Artificial nas Pequenas Médias Empresas.....	6
1.4 Modelos Teóricos para Adoção de Tecnologia	8
1.4.1 <i>Technology Acceptance Model</i>	8
1.4.2 <i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i>	10
1.4.3 <i>Technology-Organization-Environment</i>	12
1.5 Revisão da literatura sobre Inteligência Artificial em Pequenas Médias Empresas	20
1.6 Síntese Crítica e Lacunas na Investigação.....	23
2 MODELO E HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO	24
2.1 Modelo de investigação	24
2.1.1 Fatores Tecnológicos e Atitude em relação à Inteligência Artificial	26
2.1.2 Fatores Organizacionais e Atitude em relação à Inteligência Artificial.....	27
2.1.3 Fatores Externos e Atitude em relação à Inteligência Artificial.....	29
2.1.4 Relações Principais.....	31
3 METODOLOGIA.....	33
3.1. Desenho do estudo.....	33

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

3.1.1	População e amostra	33
3.1.2	Técnica de recolha de dados	34
3.1.3	Estrutura do questionário	34
3.2	Técnicas de análise de dados	40
3.3	Considerações éticas	41
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43
4.1	Análise sociodemográfica.....	43
4.2	Análise descritiva dos construtos	46
4.3	Modelo de Medição	49
4.3.1	Pesos fatoriais dos indicadores	49
4.3.2	Fiabilidade da Consistência Interna.....	52
4.3.3	Validade Convergente	53
4.3.4	Validade Discriminante	55
4.4	Modelo Estrutural	57
4.4.1	Resultados do Modelo Estrutural	57
4.4.2	Coeficiente de Determinação.....	61
5	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	63
5.1	Relações entre Atitude, Intenção e Utilização.....	63
5.2	Antecedentes Organizacionais da Atitude	64
5.3	Fatores Tecnológicos e a Atitude em Relação à Inteligência Artificial	65
5.4	Fatores Externos: Ambiente e Pressões de Mercado	66
5.5	Síntese Teórica e Implicações Práticas.....	66
	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

ANEXOS.....	76
ANEXO 1	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Modelo conceptual do TAM.....	10
Figura 1.2 - Modelo conceptual do UTAUT	12
Figura 1.3 - Modelo conceptual do TOE.....	13
Figura 2.1 - Modelo conceptual da investigação	25
Figura 4.1 - Modelo estrutural estimado	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Tabela comparativa entre os modelos TAM, UTAUT, TOE	16
Tabela 2.1 – Lista de Hipóteses e Variáveis do Estudo.....	31
Tabela 3.1 – Definição de siglas e respetiva correspondência com item do questionário ..	36
Tabela 4.1 - Caracterização sociodemográfica da amostra	43
Tabela 4.2 – Análise descritiva dos construtos.....	47
Tabela 4.3 – Pesos fatoriais dos indicadores	49
Tabela 4.4 – Resultados do alfa de Cronbach e fiabilidade composta	52
Tabela 4.5 – Valor de AVE obtidos para cada construto	54
Tabela 4.6 – Critério de Fornell-Larcker para a validade discriminante.....	56
Tabela 4.7 – Rácio de HTMT para a validade discriminante.....	56
Tabela 4.8- Resultados do modelo estrutural estimado	58
Tabela 4.9 – Valores de R ² para as variáveis dependentes.....	61

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

AVE – *Average Variance Extracted*

CR – *Composite Reliability*

DEMATEL – *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory*

DOI – *Diffusion of Innovation*

HTMT – *Heterotrait–Monotrait Ratio*

IA – *Inteligência Artificial*

INE – *Instituto Nacional de Estatística*

OECD– *Organisation for Economic Co-operation and Development*

PLS-SEM – *Partial Least Squares Structural Equation Modeling*

PME – *Pequena e Média Empresa*

TAM – *Technology Acceptance Model*

TAM-DEF – *Technology Acceptance Model for Digital Ethics and Fairness*

TI – *Tecnologias de Informação*

TOE – *Technology–Organization–Environment*

TPB – *Theory of Planned Behavior*

TRA – *Theory of Reasoned Action*

UTAUT – *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*

VIF – *Variance Inflation Factor*

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço tecnológico tem transformado o modo como as organizações funcionam e competem. Entre as várias inovações, a Inteligência Artificial (IA) tem ganho destaque pela sua capacidade de automatizar processos, analisar grandes volumes de dados e apoiar a tomada de decisão. A utilização da IA nas empresas pode trazer benefícios claros, como o aumento da eficiência, a redução de custos, o apoio à inovação e uma maior personalização dos serviços prestados (Dwivedi et al., 2021).

Apesar do seu potencial, a adoção da IA não ocorre de forma equilibrada entre as empresas. As Pequenas e Médias Empresas (PME), que representam mais de 99% do tecido empresarial português, enfrentam desafios específicos, como a escassez de recursos financeiros e humanos, a falta de competências técnicas e a perceção de risco ou incerteza relativamente ao retorno do investimento (Rawashdeh et al., 2023). Embora muitas reconheçam o valor da IA para melhorar a competitividade e a eficiência, a verdade é que a maioria ainda se encontra numa fase inicial de utilização destas tecnologias. Em Portugal, estima-se que apenas 9,3% das empresas utilizem atualmente soluções de IA (Comissão Europeia, 2024).

Esta realidade levanta uma questão central: o que leva (ou impede) as PME portuguesas de adotarem a Inteligência Artificial? Compreender os fatores que influenciam essa decisão é essencial para que se possam definir estratégias mais eficazes de promoção da inovação e da transformação digital. Diversos estudos têm mostrado que a adoção de novas tecnologias depende de diferentes dimensões interligadas, conforme proposto pelo modelo *Technology-Organization-Environment* (TOE). Este modelo tem sido amplamente utilizado na investigação sobre adoção tecnológica, ao permitir analisar de forma integrada os fatores internos e externos que influenciam as decisões das empresas. No contexto das PME, o TOE possibilita compreender de que forma as características tecnológicas da IA, os recursos e capacidades organizacionais e as pressões do ambiente externo moldam a intenção e a utilização efetiva desta tecnologia (Khan & Mohib, 2025). Apesar do crescente interesse académico pelo tema, a investigação sobre a adoção da IA em PME portuguesas ainda é escassa, o que reforça a relevância deste estudo. Assim, o

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

principal objetivo desta dissertação é analisar os fatores que influenciam a utilização da IA em PME em Portugal, procurando identificar as variáveis que mais contribuem para a sua adoção e compreender de que forma estas se relacionam.

Para atingir esse objetivo, o estudo recorre a uma abordagem quantitativa, com base num questionário aplicado a empresas portuguesas, e à técnica de *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM), que permite avaliar as relações entre os construtos definidos a partir da literatura.

A dissertação está organizada em cinco capítulos. O primeiro corresponde à Revisão da Literatura, onde é apresentado o enquadramento teórico do estudo, abordando o conceito de IA, os seus benefícios e barreiras à adoção, bem como o contexto das PME em Portugal. O segundo capítulo é dedicado ao Modelo e às Hipóteses de Investigação, apresentando os principais modelos teóricos que sustentam o estudo, nomeadamente o *Technology Acceptance Model* (TAM), o TOE e o *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) e a forma como estes foram adaptados à investigação. O terceiro capítulo descreve a Metodologia, explicando o desenho do estudo, o processo de recolha de dados e as técnicas de análise utilizadas. O quarto capítulo centra-se na Análise de Resultados, apresentando os dados obtidos e a avaliação das relações entre os construtos definidos. O quinto capítulo é dedicado à Discussão de Resultados, onde os principais resultados são interpretados em conjunto com a literatura existente e as hipóteses formuladas. Por fim, a Conclusão sintetiza os contributos teóricos e práticos do estudo, evidencia as principais implicações para as PME portuguesas e para a investigação futura, e apresenta as limitações do trabalho, encerrando o percurso analítico desenvolvido ao longo da dissertação.

1 REVISÃO DA LITERATURA

A adoção de IA por PME representa um fenómeno cada vez mais relevante no cenário empresarial atual, impulsionado pela digitalização crescente e pela procura de soluções inovadoras. Tendo como foco principal os fatores determinantes que influenciam essa adoção no contexto português, esta dissertação procura compreender de forma aprofundada os elementos que promovem ou dificultam a integração da IA nas PME. Para enquadrar adequadamente o tema, tornou-se necessário clarificar o conceito de IA, bem como explorar o panorama atual da sua utilização em empresas nacionais, permitindo assim uma melhor compreensão do ponto de partida das organizações portuguesas e da pertinência do estudo realizado.

1.1 Introdução à Inteligência Artificial

A IA é, atualmente, reconhecida como uma das tecnologias mais promissoras e transformadoras do século XXI, assumindo um papel central na transformação digital de múltiplos setores económicos e sociais. A sua evolução tem sido marcada por progressos expressivos ao nível teórico e prático, o que tem impulsionado a sua aplicação em diferentes contextos organizacionais.

Desde a década de 1950, o conceito de IA tem sido amplamente discutido no meio académico. Dwivedi et al. (2021) referem que uma das definições clássicas é apresentada por Russell e Norvig (2016), que descrevem a IA como o estudo de agentes capazes de perceber o ambiente e de agir de forma a maximizar as suas hipóteses de sucesso, salientando a autonomia dos sistemas inteligentes na interpretação e resposta ao meio envolvente. De forma complementar, os mesmos autores caracterizam a IA como um campo multidisciplinar orientado para a simulação da inteligência humana em máquinas, com impacto direto em dimensões sociais, económicas e organizacionais.

Os sistemas de IA atuais são concebidos para recolher, analisar e interpretar grandes volumes de dados, aprendendo com a experiência para tomar decisões complexas, à semelhança dos processos cognitivos humanos (Lada et al., 2023). Este processo baseia-se em técnicas de *machine learning*, em particular de *deep learning*, as quais permitem a aprendizagem automática a partir de padrões detetados nos dados. Entre as suas subáreas

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

encontram-se o processamento de linguagem natural, a visão computacional, os sistemas especialistas, as redes neuronais e os agentes inteligentes (Schwaeke et al., 2024).

A maturidade crescente destas tecnologias tem impulsionado a sua aplicação em múltiplos setores. No domínio da saúde, a IA é utilizada no apoio ao diagnóstico clínico e na análise de imagens médicas; nas finanças, permite a automatização de processos e a deteção de fraudes; no setor industrial, contribui para a otimização de operações e cadeias de abastecimento; nos transportes, viabiliza o desenvolvimento de veículos autónomos; e, no marketing, permite personalizar experiências de consumo com base em dados comportamentais (Schwaeke et al., 2024).

Segundo Shrivastava e Diaz (2023), a IA representa uma inovação de carácter disruptivo, na medida em que permite a execução de tarefas tradicionalmente associadas à inteligência humana, como a análise de padrões complexos, a tomada de decisão autónoma e a aprendizagem progressiva. A sua integração está intimamente relacionada com o paradigma da Indústria 4.0, que privilegia a automação inteligente, a conectividade e a digitalização dos processos organizacionais (Schwaeke et al., 2024).

Do ponto de vista conceptual, é comum distinguir três gerações de IA: (1) a IA estreita (ou limitada), desenvolvida para tarefas específicas; (2) a IA geral, com capacidade para atuar autonomamente em diversos contextos; e (3) a IA superinteligente, projetada para ultrapassar as capacidades cognitivas humanas e integrar dimensões criativas, sociais e técnicas (Lada et al., 2023).

Apesar do seu elevado potencial transformador, a adoção da IA nas PME continua a enfrentar obstáculos relevantes. Entre os principais desafios destacam-se os custos associados à implementação, a escassez de profissionais qualificados e a resistência interna à mudança (Badghish & Soomro, 2024; Rawashdeh et al., 2023). Estes fatores tornam evidente a importância de analisar os elementos que influenciam a aceitação e integração da IA nas organizações, questão que será desenvolvida ao longo desta dissertação.

1.2 Pequenas e Médias Empresas

1.2.1 Pequenas e Médias Empresas no contexto global

As PME assumem um papel fundamental no desenvolvimento económico, contribuindo para a inovação, a geração de emprego e a sustentabilidade dos mercados. Segundo Rawashdeh et al. (2023), estas empresas, apesar de disporem de estruturas menos complexas do que as grandes organizações, são particularmente relevantes na adoção de tecnologias emergentes que permitem melhorar a eficiência e a competitividade.

A integração de tecnologias disruptivas, como a IA, é apontada por Schwaewe et al. (2024) como um desafio incontornável na era da Indústria 4.0, uma vez que a digitalização e a automação se tornaram elementos centrais da competitividade empresarial. Jalil et al. (2024) acrescentam que a adoção da IA pode reforçar a capacidade das PME de criar valor digital, desde que exista uma orientação tecnológica que permita alinhar recursos internos com as exigências externas dos mercados.

Contudo, a literatura também evidencia as dificuldades sentidas pelas PME. De acordo com Badghish e Soomro (2024), fatores como os custos elevados, a escassez de competências técnicas e a resistência organizacional à mudança continuam a constituir barreiras à integração tecnológica. Schwaewe et al. (2024) confirmam esta visão, sublinhando que a limitação de recursos financeiros condiciona fortemente a transição digital.

1.2.2 Pequenas e Médias Empresas no contexto português

No contexto português, as PME representam cerca de 99,9% do tecido empresarial, sendo responsáveis por mais de dois terços do emprego e por uma parte significativa do valor acrescentado bruto da economia nacional (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2023; Comissão Europeia, 2023). Estes dados reforçam o peso estrutural destas empresas na economia e justificam a atenção crescente da investigação académica sobre o seu papel na transformação digital.

Apesar da sua importância, a literatura sobre a adoção destas tecnologias em PME portuguesas é ainda reduzida. A *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2023) destaca que o acesso limitado a financiamento e a falta de

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

competências digitais continuam a ser obstáculos recorrentes. Schwaeye et al. (2024) observam que estas barreiras dificultam a evolução para modelos de negócio mais digitais, enquanto Rawashdeh et al. (2023) apontam que a ausência de estruturas de apoio consistentes agrava estas limitações.

Neste sentido, torna-se relevante analisar como fatores específicos do contexto português, como as políticas públicas de incentivo à inovação, a qualificação da força de trabalho e a cultura organizacional, influenciam a adoção da IA. A investigação de Jalil et al. (2024) mostra que a orientação tecnológica é um mediador crucial para que as PME consigam transformar recursos em valor digital, o que sugere que este enquadramento pode ser particularmente útil para compreender a realidade portuguesa.

1.3 Adoção da Inteligência Artificial nas Pequenas Médias Empresas

A IA tem vindo a afirmar-se como um vetor estratégico para o desenvolvimento sustentável das PME, sobretudo quando associada a outras tecnologias emergentes, como o *blockchain* e a análise de grandes volumes de dados. Mohib et al. (2025) salientam que esta integração potencia a rastreabilidade das cadeias de abastecimento, reforça a segurança da informação e contribui para a redução de custos operacionais através da automatização de processos administrativos e produtivos. De forma complementar, Polisetty et al. (2024) destacam a relevância da IA na otimização da eficiência organizacional, ao passo que Jalil et al. (2024) sublinham a sua capacidade de análise em tempo real, permitindo às empresas antecipar tendências e fundamentar decisões estratégicas de forma mais informada.

A literatura evidência igualmente a ligação entre a adoção de IA e a resiliência das cadeias de abastecimento. Rawashdeh et al. (2023) referem que a tecnologia confere maior flexibilidade e agilidade às redes logísticas, contribuindo para a mitigação de riscos e à redução de ruturas de *stock*. Por sua vez, Pozzo et al. (2024) acrescentam que a IA assume um papel relevante na promoção de modelos de economia circular, favorecendo a reutilização de recursos e a minimização de desperdícios.

O impacto da IA estende-se ainda à relação com os clientes. Soluções como *chatbots* e assistentes virtuais permitem oferecer um atendimento mais personalizado, aumentando

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

a eficiência e a qualidade da experiência do consumidor (Sharma et al., 2024). A utilização da IA na previsão de procura e na gestão de inventário constitui outro exemplo das suas aplicações práticas, contribuindo para reduzir desperdícios e reforçar a eficiência operacional (Barata et al., 2024).

Contudo, como observam Dwivedi et al. (2021), a adoção da IA neste segmento empresarial continua a ser inferior à registada nas grandes empresas, revelando assimetrias estruturais.

Apesar do potencial reconhecido, a implementação de IA nas PME apresenta desafios significativos. A falta de conhecimento técnico é apontada como uma das maiores barreiras, dado que muitas empresas não dispõem das competências necessárias para implementar e gerir sistemas inteligentes. Uma solução passa por parcerias com instituições de ensino e fornecedores de tecnologia, ou pela adoção de modelos como *IA-as-a-Service*, que tornam a implementação mais acessível (Badghish & Soomro, 2024). O custo inicial elevado constitui outro entrave, frequentemente agravado pela incerteza quanto ao retorno do investimento. A resistência interna à mudança é igualmente recorrente: funcionários e gestores tendem a manter processos tradicionais, exigindo programas de formação e estratégias de gestão da mudança para garantir uma adoção bem-sucedida (Sharma et al., 2024).

Outra preocupação diz respeito à recolha e análise de grandes volumes de dados, intrínseca ao funcionamento da IA. Estas práticas levantam desafios relacionados com a privacidade e a proteção da informação, exigindo medidas robustas de segurança cibernética, mesmo em contextos empresariais de menor dimensão (Sharma et al., 2024).

Para além dos benefícios gerais, a aprendizagem automática (*machine learning*), uma subárea da IA, revela-se particularmente promissora para as PME. Musa e Lefkir (2024) demonstram que esta tecnologia permite que os sistemas aprendam a partir de dados históricos, sem necessidade de programação explícita, com aplicações na análise de sentimentos em redes sociais, na deteção de fraudes e na manutenção preditiva. Por exemplo, algoritmos de *machine learning* podem prever a procura de determinados produtos, ajudando a gerir *stocks* e a evitar ruturas ou excessos de inventário. A utilização de soluções baseadas em *cloud* representa uma alternativa mais acessível para estas

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

empresas, dispensando grandes investimentos em infraestrutura tecnológica (Perifanis & Kitsios, 2023).

Em termos estratégicos, a IA deve ser entendida como um motor de inovação e crescimento sustentável nas PME. Mohib et al. (2025) reforçam que, quando articulada com outras tecnologias emergentes, a IA não só aumenta a eficiência interna como reforça a competitividade externa. A sua aplicação permite reduzir custos, reforçar a segurança da informação e antecipar riscos logísticos, mas também apoiar a transição para modelos de negócio mais sustentáveis (Polisetty et al., 2024)

Contudo, a disparidade entre grandes empresas e PME mantém-se. Enquanto as primeiras beneficiam de equipas de inovação e acesso facilitado a financiamento, as segundas enfrentam limitações estruturais que condicionam a transformação digital (Rawashdeh et al., 2023).

Esta realidade reforça a importância de compreender os fatores que promovem ou dificultam a utilização da IA pelas PME portuguesas, de modo a apoiar o seu desenvolvimento tecnológico e reduzir a desigualdade digital entre empresas de diferentes dimensões.

1.4 Modelos Teóricos para Adoção de Tecnologia

A investigação sobre a adoção de tecnologia em contexto organizacional tem recorrido a diferentes modelos teóricos que procuram explicar os fatores que influenciam este processo. No caso das PME, a utilização destes modelos assume particular importância, uma vez que permite compreender a interação entre variáveis de natureza tecnológica, organizacional e externa que condicionam a decisão de adoção. Entre os modelos mais referidos na literatura encontram-se o TAM, a UTAUT e o TOE.

1.4.1 *Technology Acceptance Model*

O TAM foi inicialmente desenvolvido por Davis na sua tese de doutoramento (1986–1987) e, posteriormente, validado e publicado no *Management Information Systems Quarterly* (Davis, 1989). Este modelo tornou-se uma das abordagens mais utilizadas para explicar a aceitação de tecnologia, ao basear-se em duas perceções fundamentais:

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

a utilidade percebida (*perceived usefulness*) e a facilidade de uso percebida (*perceived ease of use*) (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

Davis define a utilidade percebida como “*the degree to which an individual believes that using a particular system would enhance his or her job performance*”, isto é, o grau em que o utilizador acredita que o uso de uma tecnologia melhora o seu desempenho profissional (Davis, 1987). Já a facilidade de uso percebida refere-se ao nível de esforço que o utilizador considera necessário para utilizar o sistema, sendo que quanto mais eficaz e intuitiva for a tecnologia, maior é a sua probabilidade de ser adotada. O autor conclui que estas duas dimensões são determinantes para a aceitação de novas tecnologias, uma vez que influenciam a atitude e a intenção de uso dos indivíduos (Davis, 1987).

Com base neste modelo, diversos estudos têm confirmado a sua aplicabilidade no contexto da adoção da IA em PME. Haq et al. (2025) reforçam que os conceitos de utilidade e facilidade de uso são fundamentais para compreender a aceitação de novas tecnologias, demonstrando que as empresas estão mais propensas a adotar sistemas de *Green AI* quando percebem benefícios claros em termos de eficiência, sustentabilidade e simplicidade operacional.

De forma semelhante, Jalil et al. (2024) evidenciam que o êxito da transformação digital nas PME depende da forma como os gestores percebem a utilidade da IA e a sua integração nos processos organizacionais. Os autores salientam que, quando a tecnologia é percebida como vantajosa e de fácil implementação, a predisposição para a adoção aumenta significativamente.

Também Alkhodair e Alkhudhayr (2025) aplicam o modelo TAM à adoção de tecnologias da Indústria 4.0, incluindo a IA, concluindo que a percepção de facilidade de uso e de utilidade explica o modo como as PME adotam novas soluções tecnológicas para melhorar a produtividade e a sustentabilidade dos seus processos.

Mais recentemente, Dwivedi et al. (2021) ampliaram o modelo de Davis ao desenvolver o *Technology Acceptance Model for Digital Ethics and Fairness* (TAM-DEF), com o objetivo de integrar dimensões éticas e sociais no processo de aceitação tecnológica. O

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

modelo propõe uma abordagem que permite avaliar a segurança, a transparência e a justiça algorítmica dos sistemas de IA, garantindo uma adoção responsável.

Desta forma, o TAM e as suas extensões continuam a ser um dos modelos mais utilizados na literatura para explicar o comportamento de adoção tecnológica, demonstrando que a utilidade, a facilidade de uso e, mais recentemente, a confiança e a ética associadas à tecnologia são fatores determinantes na aceitação e utilização da IA em contexto organizacional.

A Figura 1.1 ilustra este modelo conceptual, destacando as suas principais variáveis.

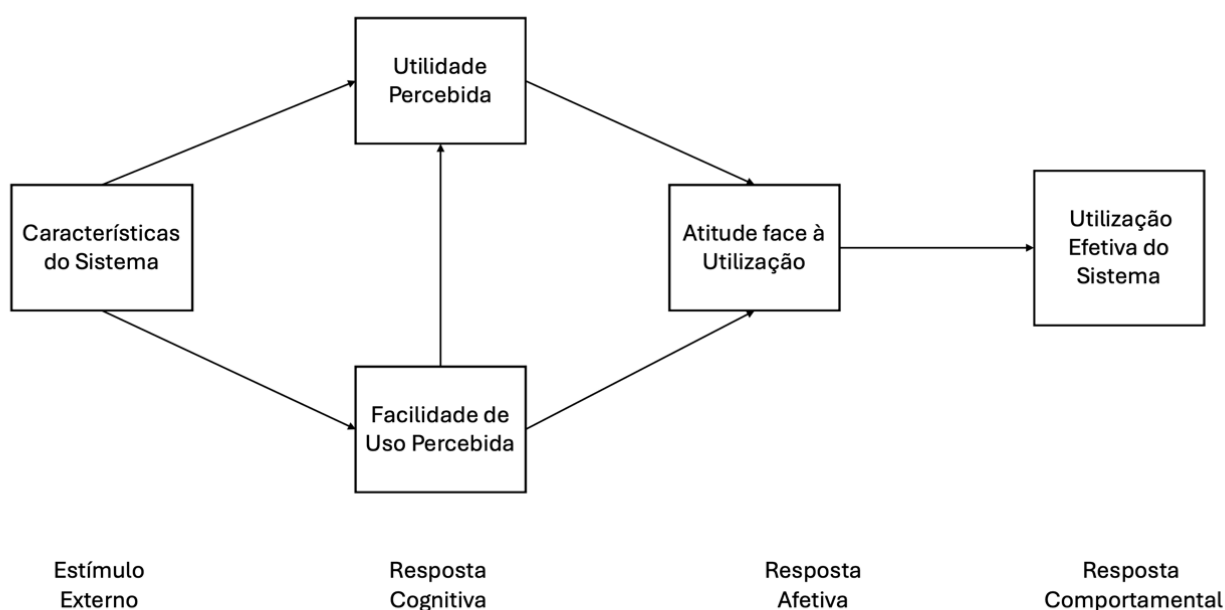


Figura 1.1 - Modelo conceptual do TAM

Fonte:Elaboração própria, adaptado de Davis (1987)

1.4.2 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

A UTAUT foi proposta por Venkatesh et al. (2003) com o objetivo de integrar e consolidar oito modelos teóricos prévios sobre aceitação tecnológica, entre os quais o TAM, a *Theory of Reasoned Action* (TRA) e a *Theory of Planned Behavior* (TPB). O modelo identifica quatro determinantes diretos da intenção e do comportamento de uso de uma tecnologia, expectativa de desempenho, expectativa de esforço, influência

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

social e condições facilitadoras, bem como quatro variáveis moderadoras: género, idade, experiência e voluntariedade de uso. Segundo os autores, a combinação destas variáveis permite explicar até 70% da variação na intenção comportamental de utilização de tecnologia, superando significativamente os modelos anteriores (Venkatesh et al., 2003).

Posteriormente, Dwivedi et al. (2021) revisitaram o modelo, propondo o UTAUT2, uma versão expandida que introduz novas dimensões, como a motivação hedónica, o valor do preço e o hábito, de modo a refletir contextos tecnológicos mais amplos, incluindo ambientes digitais e de consumo. Estes avanços reforçaram a aplicabilidade do modelo tanto em contextos organizacionais como individuais, permitindo compreender melhor a adoção de tecnologias emergentes, como a IA.

No contexto das PME, o modelo UTAUT tem sido amplamente utilizado para investigar a aceitação de tecnologias digitais. Shrivastava e Diaz (2023) aplicaram uma versão combinada do UTAUT e do TOE *framework* para analisar os fatores que influenciam a adoção de *big data* e IA em PME dos Emirados Árabes Unidos, num cenário económico incerto. Os autores demonstraram que variáveis como a expectativa de desempenho, a influência social e as condições facilitadoras desempenham um papel determinante na intenção de adoção tecnológica. Além disso, verificaram que o apoio institucional, a segurança tecnológica e as pressões de mercado são fatores externos que complementam a análise comportamental do modelo, reforçando a relevância de uma perspetiva integrada entre contextos tecnológicos, organizacionais e ambientais (Shrivastava & Diaz, 2023).

De forma semelhante, Musa e Lefkir (2024) recorreram ao UTAUT para examinar a perceção de auditores e contabilistas relativamente à adoção da IA e à sua influência na qualidade das auditorias em PME na Arábia Saudita. O estudo confirmou que as dimensões do modelo, em especial a expectativa de desempenho e as condições facilitadoras, influenciam positivamente a intenção de utilização da IA, demonstrando que a perceção de utilidade e o suporte técnico são fatores críticos na aceitação de ferramentas inteligentes no domínio da auditoria. Os autores concluíram que tanto auditores como contabilistas reconhecem que o uso de IA melhora a precisão, eficiência e qualidade do processo de auditoria, sem diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos (Musa & Lefkir, 2024).

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Assim, o UTAUT revela-se um modelo robusto para compreender os fatores que moldam a adoção tecnológica em diferentes contextos empresariais, incluindo a incorporação da IA em PME. O modelo demonstra que as perceções individuais, as condições organizacionais e as pressões externas convergem para determinar o comportamento de aceitação tecnológica, constituindo um referencial teórico amplamente validado e aplicável à transformação digital das pequenas e médias empresas.

A Figura 1.2 representa o modelo UTAUT.

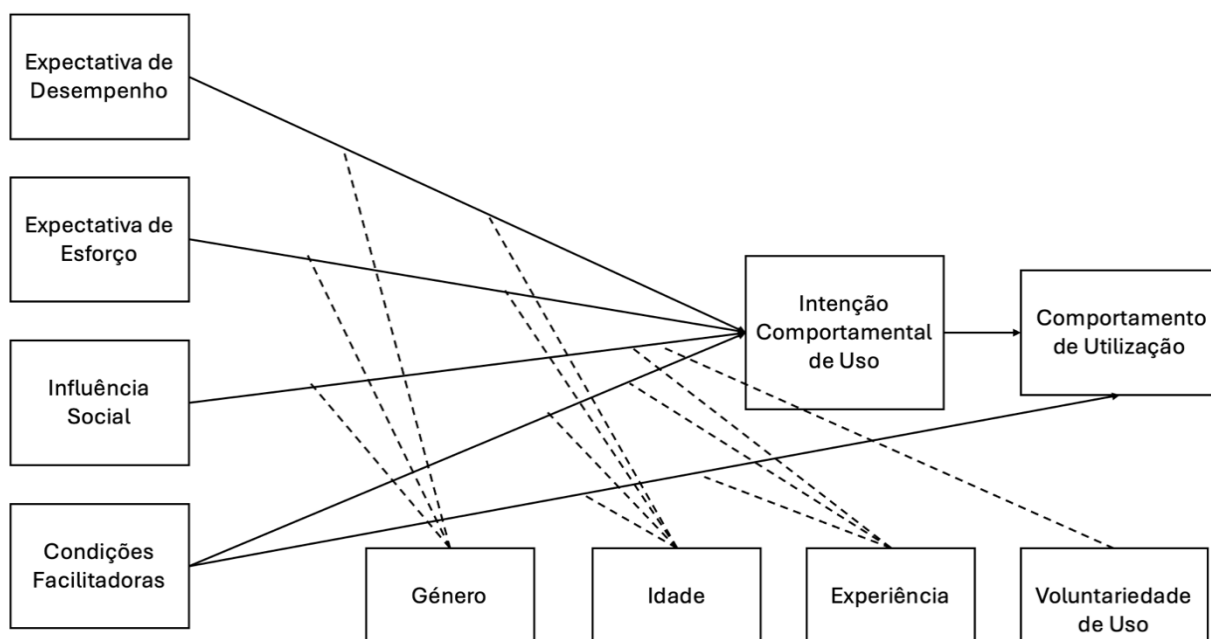


Figura 1.2 - Modelo conceptual do UTAUT

Fonte: Elaboração própria

1.4.3 Technology-Organization-Environment

O modelo TOE tem sido amplamente utilizado para explicar a adoção de novas tecnologias nas organizações.

De acordo com Sánchez et al. (2025), o TOE fornece uma estrutura analítica completa, pois reconhece que a adoção de tecnologia é influenciada simultaneamente por variáveis tecnológicas (características e compatibilidade das inovações), organizacionais (recursos, competências e cultura interna) e ambientais (pressões de mercado, políticas e regulação). Esta abordagem holística torna o modelo especialmente relevante para o estudo das PME,

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

que enfrentam limitações de recursos, menor capacidade técnica e maior vulnerabilidade às condições externas.

Na Figura 1.3 está representado o modelo TOE e as suas características.

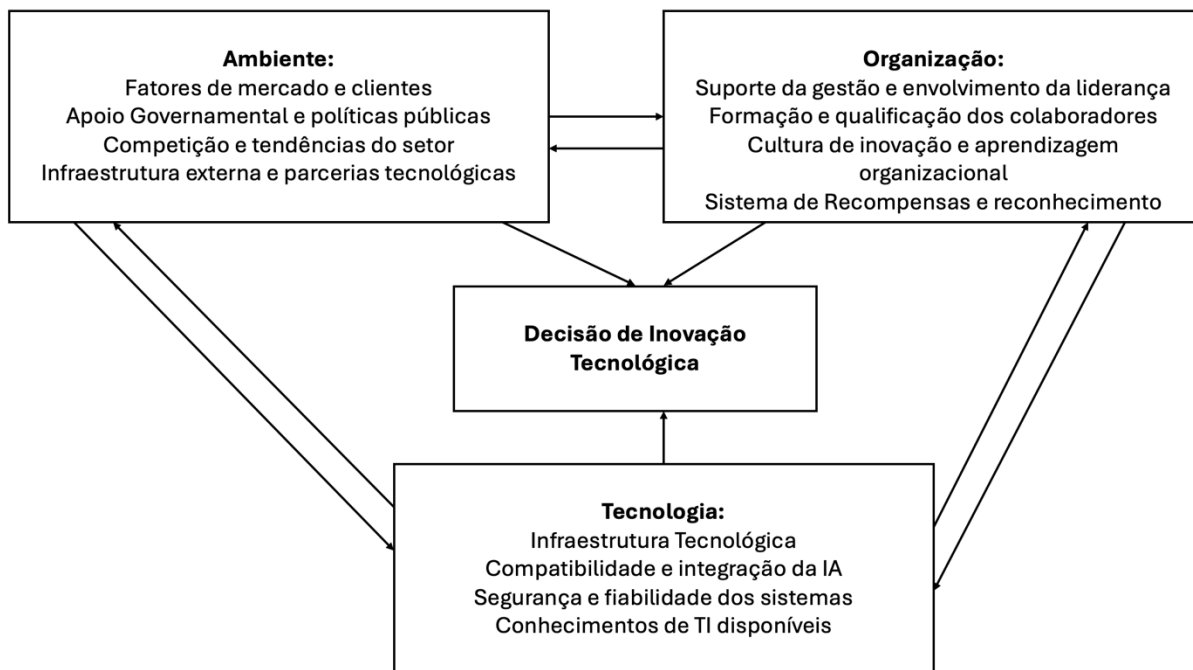


Figura 1.3 - Modelo conceptual do TOE

Fonte: Elaboração própria

A literatura recente tem confirmado a pertinência do TOE para compreender os processos de adoção da IA em PME. Keong et al. (2025) salientam que o modelo continua a ser um dos mais consistentes para avaliar a intenção e o uso sustentado da IA, ao integrar dimensões que explicam não só a decisão inicial de adoção, mas também a continuidade da sua utilização ao longo do tempo. O estudo identifica fatores como a vantagem relativa, a complexidade percebida, a preparação financeira e o apoio da gestão de topo como determinantes centrais na intenção de adoção. Os autores sublinham ainda a importância de políticas públicas e ecossistemas colaborativos para criar condições favoráveis à integração tecnológica nas PME.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Já Polisetty et al. (2024) aplicaram o modelo TOE em PME indianas e demonstraram que a compatibilidade tecnológica e a governação dos dados são cruciais para garantir a prontidão organizacional. Este estudo introduz um contributo inovador ao incluir a ética em IA como variável moderadora, destacando que a confiança, a transparência e a clareza de papéis são essenciais para consolidar uma adoção responsável.

Também Sharma et al. (2024) reforçam a validade do TOE, salientando que as barreiras mais significativas estão associadas à complexidade tecnológica e à escassez de competências digitais, enquanto fatores como a qualidade dos dados, a infraestrutura e o suporte institucional desempenham um papel facilitador.

Rawashdeh et al. (2023) propõem um modelo híbrido que combina o TOE com constructos do UTAUT, com o objetivo de analisar a adoção de IA em processos de automação contabilística em PME. Os autores identificam a compatibilidade tecnológica, a prontidão organizacional e a influência do ambiente externo como fatores determinantes da adoção, concluindo que a integração entre variáveis comportamentais e estruturais reforça a capacidade explicativa do modelo.

Badghish e Soomro (2024) analisam PME de mercados emergentes e concluem que a capacidade de liderança e o apoio estratégico constituem elementos centrais na dimensão organizacional. Além disso, fatores ambientais, como a regulação e as exigências do mercado, exercem influência direta sobre a adoção de IA. Os autores defendem que o sucesso da implementação depende da existência de gestão visionária e de estratégias organizacionais bem definidas.

Schwaewe et al. (2024), ao estudarem PME europeias, confirmam a robustez do modelo TOE neste tipo de organizações. Os autores sublinham que o modelo permite considerar de forma integrada limitações internas de recursos, fatores tecnológicos e pressões ambientais, sendo especialmente útil em contextos onde as empresas enfrentam restrições financeiras e de infraestrutura.

Almashawreh et al. (2024) aplicam o TOE em PME da Jordânia e demonstram que fatores como o nível de conhecimento em tecnologias de informação, a qualidade da infraestrutura tecnológica, o suporte da gestão, a formação dos colaboradores e

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

os sistemas de recompensas condicionam de forma significativa as atitudes face à adoção da IA. O estudo confirma a influência das três dimensões do modelo, tecnológica, organizacional e ambiental, no processo de adoção.

No contexto europeu, Sánchez et al. (2025) expandiram o modelo ao combiná-lo com a teoria *Diffusion of Innovation* (DOI), criando o TOE-DOI *framework*, que permite compreender as perceções dos gestores sobre as características da inovação (como compatibilidade, observabilidade e facilidade de uso) juntamente com os fatores estruturais da organização e do ambiente. O estudo apresenta ainda uma metodologia em seis fases para orientar as PME na adoção responsável da IA, incluindo aspetos éticos e de governação, o que reforça o carácter contemporâneo do modelo.

Por sua vez, Aish (2025) aplicou o TOE em PME de mercados emergentes e confirmou que as três dimensões, tecnológica, organizacional e ambiental, contribuem significativamente para explicar a predisposição das empresas para adotar a IA. Contudo, o autor destaca a dimensão organizacional, nomeadamente o apoio da gestão e a formação dos colaboradores, como o fator mais determinante.

Por fim, Schwaeye et al. (2024) validam empiricamente a robustez do modelo TOE no contexto europeu, demonstrando que a sua aplicação permite capturar simultaneamente as limitações internas de recursos, os fatores tecnológicos e as pressões ambientais, aspetos críticos para compreender a adoção tecnológica em empresas de menor dimensão.

Em síntese, o modelo TOE apresenta-se como um quadro teórico abrangente e adaptável, capaz de integrar fatores tecnológicos, organizacionais e ambientais de forma interdependente. Este estudo reforça a pertinência da utilização do TOE como enquadramento teórico adequado para compreender os processos de adoção da IA em PME, fornecendo um suporte empírico adicional à escolha deste modelo no presente trabalho.

A Tabela 1.1 apresenta uma comparação entre os modelos TAM, UTAUT, TOE nos diferentes estudos referidos anteriormente.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Tabela 1.1 - Tabela comparativa entre os modelos TAM, UTAUT, TOE

Modelo	Autores/ Ano	Contexto do Estudo	Fatores analisados	Principais conclusões
TAM	Jali et al. (2023)	PME, orientação tecnológica /inovação.	Perceção de utilidade prática e facilidade de integração.	A valorização da transformação digital depende de os gestores percecionarem utilidade e simplicidade de integração; resultados alinhados com os constructos do TAM.
TAM	Haq et al. (2025)	PME no Paquistão.	Utilidade percebida; facilidade de uso percebida; atitude face à tecnologia; intenção de uso.	A utilidade percebida é o fator mais forte na intenção de adoção de IA. A facilidade de uso influencia indiretamente a adoção através da atitude dos gestores.
TAM	Alkhodair e Alkudhayr (2025)	PME no Médio Oriente.	Utilidade percebida; facilidade de uso; apoio da gestão; normas sociais.	A facilidade de uso e o apoio da gestão reforçam positivamente a intenção de adoção. O risco percebido atua como barreira, moderando o impacto da utilidade percebida.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

TAM	Dwivedi et al. (2021)	Organizações em contexto internacional.	Utilidade percebida; facilidade de uso; confiança; experiência.	Os autores validam a relevância contínua do TAM para tecnologias emergentes (como IA), destacando o papel da confiança e experiência na intenção de uso.
UTAUT	Shrivastava e Diaz (2023)	PME em ambiente económico instável. Adoção de <i>big data</i> e IA.	Expectativa de desempenho e influência social.	A intenção de adoção é moldada tanto por perceções individuais como por pressões externas e apoio institucional; valida a pertinência do UTAUT no estudo de PME.
UTAUT	Musa e Lefkir (2024)	PME, países em desenvolvimento	Expectativa de desempenho e de esforço; influência social; confiança tecnológica.	O estudo destaca que as condições facilitadoras e a expectativa de desempenho têm o maior impacto na intenção de adoção da IA.
TOE + UTAUT	Rawashdeh et al. (2023)	PME, automação contabilística com IA	Compatibilidade tecnológica, prontidão organizacional, pressões externas.	Modelo híbrido TOE-UTAUT; o estudo destaca eficiência, poupança de tempo e prontidão como determinantes da adoção.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

TOE	Badghish e Soomro (2024)	PME, desempenho sustentável com IA	em Dimensão organizacional (liderança, apoio estratégico) e ambiental (mercado, regulação).	O TOE capta a complexidade do ambiente empresarial; liderança e apoio estratégico são determinantes.
TOE	Schwaecke et al. (2024)	PME europeias, estado atual da adoção de IA	Limitações de recursos, fatores tecnológicos, pressões ambientais.	O TOE é robusto para pequenas empresas, permitindo integrar restrições internas e pressões externas.
TOE	Almashawreh et al. (2024)	PME Jordânia, adoção de IA	na Dimensão tecnológica: estratégia tecnológica, conhecimento em TI, infraestrutura; dimensão organizacional: apoio da gestão, formação e sistema de recompensas.	Estes fatores explicam grande parte da variação das atitudes em relação à adoção de IA; válida empiricamente a adequação do TOE às PME.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

TOE	Aish (2025)	PME, mercados emergentes	Dimensão tecnológica (infraestrutura, competências), dimensão organizacional (apoio da gestão, formação), dimensão ambiental (pressão de mercado, apoio governamental).	O estudo mostra que os três pilares do TOE influenciam significativamente a predisposição das PME para adotar IA, sendo os fatores organizacionais os mais determinantes.
TOE	Keong et al. (2025)	PME na Malásia	Vantagem relativa; complexidade percebida; competência tecnológica; preparação financeira; regulação; pressão competitiva.	Estes fatores explicam a intenção e o uso sustentado de IA; salienta-se o papel de políticas públicas e ecossistemas colaborativos.
TOE	Polisetty et al. (2024)	PME na Índia	Compatibilidade tecnológica; governação e qualidade de dados; ética em IA (moderadora).	Compatibilidade e governação/qualidade de dados são críticos para prontidão; ética em IA.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

TOE	Sharma et al. (2024)	PME, mercados emergentes	Complexidade tecnológica; Escassez de competências digitais; Infraestrutura; apoio institucional; qualidade dos dados.	Complexidade e falta de competências são as principais barreiras; infraestrutura, dados e apoio externo funcionam como facilitadores.
TOE–DOI	Sánchez et al. (2025)	PME na Europa	Características da inovação; fatores organizacionais e ambientais; ética e governação. Metodologia em 6 fases.	Integra DOI ao TOE e adiciona governação ética; fornece roteiro estruturado para adoção responsável de IA em PME.

Fonte: Elaboração própria

1.5 Revisão da literatura sobre Inteligência Artificial em Pequenas Médias Empresas

A adoção de tecnologias de IA por PME tem sido amplamente estudada nas últimas décadas, com foco crescente na identificação dos fatores que promovem ou dificultam essa integração tecnológica. Embora a literatura reconheça o potencial transformador da IA, também evidencia as limitações específicas enfrentadas pelas PME, tais como recursos financeiros e humanos limitados, fraca maturidade digital e dificuldades no acesso a conhecimento técnico (Barata et al., 2024).

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

No estudo de Aish (2025), a complexidade percebida e os custos associados à implementação foram apontados como barreiras significativas, enquanto a perceção de vantagem competitiva motivou a adoção, especialmente em PME exportadoras.

Em linha com esta perspetiva, Polisetty et al. (2024) realizaram uma análise mista com 866 gestores de PME na Índia, utilizando o modelo TOE e introduzindo variáveis como ética da IA e confiança percebida. O estudo evidenciou que a preparação da organização (*AI readiness*) é um mediador crítico entre os fatores tecnológicos e a obtenção de vantagem competitiva, destacando a importância da clareza de papéis, da qualidade dos dados e da governação da informação para o sucesso da adoção.

Outros autores, como Jalil et al. (2024) e Mohib et al. (2025), exploram a adoção da IA em contextos ligados à resiliência das cadeias de abastecimento e ao desempenho sustentável das empresas. No caso de Mohib et al. (2025) a integração da IA com *blockchain* em PME do setor industrial permitiu melhorar a rastreabilidade e a tomada de decisões em ambientes disruptivos, como o da pandemia, suportando a criação de modelos de negócio mais sustentáveis e resilientes. Já Jalil et al. (2024) demonstram que a orientação tecnológica das PME é um fator mediador essencial na criação de valor digital através da IA.

No contexto latino-americano, Pozzo et al. (2024) analisaram o comportamento de gestores de PME colombianas no que respeita à utilização da IA na tomada de decisões organizacionais. Os autores replicaram um modelo do Reino Unido e observaram diferenças significativas: ao contrário do que se verificava no estudo original, fatores como preocupações pessoais e perceção de esforço foram mais determinantes do que a influência dos pares ou o apoio institucional. Este estudo reforça a necessidade de considerar o contexto cultural e económico no desenho de políticas e estratégias de transformação digital.

Shrivastava e Diaz (2023), focando-se nas PME dos Emirados Árabes Unidos, apontam que, embora exista interesse em adotar a IA, persistem lacunas ao nível da formação dos gestores e da integração estratégica da tecnologia. Já o estudo de Lada et al. (2023),

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

realizado na Malásia, revelou que, entre cinco variáveis analisadas (pressão competitiva, apoio externo, adaptabilidade dos colaboradores, compromisso da gestão de topo e prontidão organizacional), apenas estas duas últimas tiveram um impacto estatisticamente significativo na adoção da IA. Isto evidencia que a liderança e o planeamento interno são mais relevantes do que fatores externos no processo de adoção.

Além disso, Barata et al. (2024) analisaram o papel da IA em conjunto com o comércio eletrónico e métodos ágeis em PME portuguesas, utilizando técnicas como mapeamento cognitivo e *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL). Identificaram determinantes inter-relacionados que favorecem ou inibem a digitalização, como a agilidade da equipa, a capacidade de análise de dados e a abertura à experimentação tecnológica. Este estudo destaca ainda a importância de abordagens integradas que cruzem diferentes áreas da inovação digital.

Por fim, o estudo de Almashawreh et al. (2024) analisa especificamente os efeitos da adoção da IA sobre o desempenho organizacional e a sustentabilidade em PME do setor tecnológico, demonstrando que a IA não apenas melhora processos operacionais, mas também pode potenciar uma cultura organizacional mais adaptativa e orientada para o futuro.

No conjunto, estes estudos fornecem uma base robusta para o presente trabalho, quer pela diversidade de contextos geográficos e metodológicos, quer pela variedade de fatores analisados. Permitem identificar tendências comuns, como a importância da liderança e da preparação organizacional, mas também sublinham lacunas na investigação, nomeadamente a escassez de estudos empíricos no contexto português, a falta de abordagens longitudinais, e a necessidade de aprofundar a compreensão do papel de variáveis psicológicas e culturais na adoção da IA por PME.

Alguns destes estudos foram, inclusive, utilizados como referência para a formulação das perguntas do questionário empírico desta dissertação, tendo inspirado, por exemplo, variáveis relacionadas com a prontidão tecnológica, o apoio da gestão, e as perceções de

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

utilidade e risco da IA. No entanto, a descrição detalhada do instrumento será abordada posteriormente, no capítulo dedicado à metodologia.

1.6 Síntese Crítica e Lacunas na Investigação

A literatura analisada confirma o potencial transformador da IA nas organizações, incluindo nas PME. Estudos como os de Shrivastava e Diaz (2023) e Schwaecke et al. (2024) evidenciam o impacto da IA na automação de processos e no reforço da competitividade, enquanto Dwivedi et al. (2021) sublinham o carácter multidisciplinar desta tecnologia.

Contudo, apesar do reconhecimento dos benefícios, a investigação sobre a adoção da IA em PME continua limitada, sobretudo em contextos nacionais ou regionais específicos. Rawashdeh et al. (2023) apontam que, em ambientes empresariais com recursos escassos, a integração tecnológica enfrenta barreiras significativas. Adicionalmente, a literatura apresenta diferentes perspetivas relativamente aos fatores críticos para a adoção: Jalil et al. (2024) destacam a orientação tecnológica e a criação de valor digital, enquanto Badghish e Soomro (2024) salientam os custos e a resistência organizacional como obstáculos centrais.

Esta diversidade de abordagens demonstra que a investigação permanece fragmentada e reforça a necessidade de estudos que articulem modelos teóricos amplamente utilizados, como TAM, TOE e UTAUT, com variáveis contextuais específicas das PME. No caso português, a escassez de estudos empíricos torna a lacuna ainda mais evidente, justificando a pertinência de investigações que aprofundem tanto os fatores de adoção como as perceções dos gestores, permitindo compreender melhor resistências e motivações internas.

2 MODELO E HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO

Este capítulo apresenta as hipóteses e o modelo de investigação desenvolvidos para analisar os fatores que influenciam a adoção da IA pelas PME em Portugal. Com base na revisão da literatura e considerando a relevância do modelo TOE no estudo da adoção de tecnologias em contexto organizacional, foram formuladas as hipóteses de investigação segundo as três dimensões propostas por este modelo: tecnológica, organizacional e ambiental.

2.1 Modelo de investigação

O modelo conceptual desta investigação foi desenvolvido com base na revisão da literatura sobre os fatores que influenciam a adoção da IA em PME. A sua estrutura assenta no modelo teórico TOE, amplamente utilizado em estudos que analisam a adoção de novas tecnologias em contexto organizacional.

O modelo proposto contempla três grupos de variáveis independentes: fatores tecnológicos, fatores organizacionais e fatores ambientais.

Os fatores tecnológicos incluem a estratégia tecnológica, a infraestrutura tecnológica e os conhecimentos de tecnologias de informação (TI) dos funcionários, representando a capacidade técnica e os recursos disponíveis para a adoção de IA.

Os fatores organizacionais englobam o suporte da gestão, a formação e o sistema de recompensas, refletindo a cultura interna e o grau de envolvimento da administração da implementação da tecnologia.

Por fim, os fatores ambientais integram os fatores governamentais e os fatores de mercado e clientes, que traduzem a influência de políticas públicas, incentivos, pressões competitivas e exigências dos consumidores.

Estes fatores exercem influência sobre a atitude em relação à IA, entendida como a perceção da utilidade, relevância e aplicabilidade desta tecnologia no contexto empresarial. A atitude é considerada uma variável mediadora central, uma vez que afeta diretamente a adoção de IA, variável dependente principal deste estudo, que representa a decisão e predisposição das empresas para implementar soluções baseadas em IA.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Adicionalmente, o modelo reconhece que a adoção de IA pode conduzir à utilização efetiva da IA, ou seja, à integração prática da tecnologia nas operações das PME. Assim, a utilização surge apenas como uma variável consequente, permitindo observar em que medida a decisão de adoção se traduz em aplicação real no contexto organizacional.

A Figura 2.1 apresenta o modelo conceptual da investigação, no qual se evidenciam as relações hipotetizadas entre as variáveis analisadas.

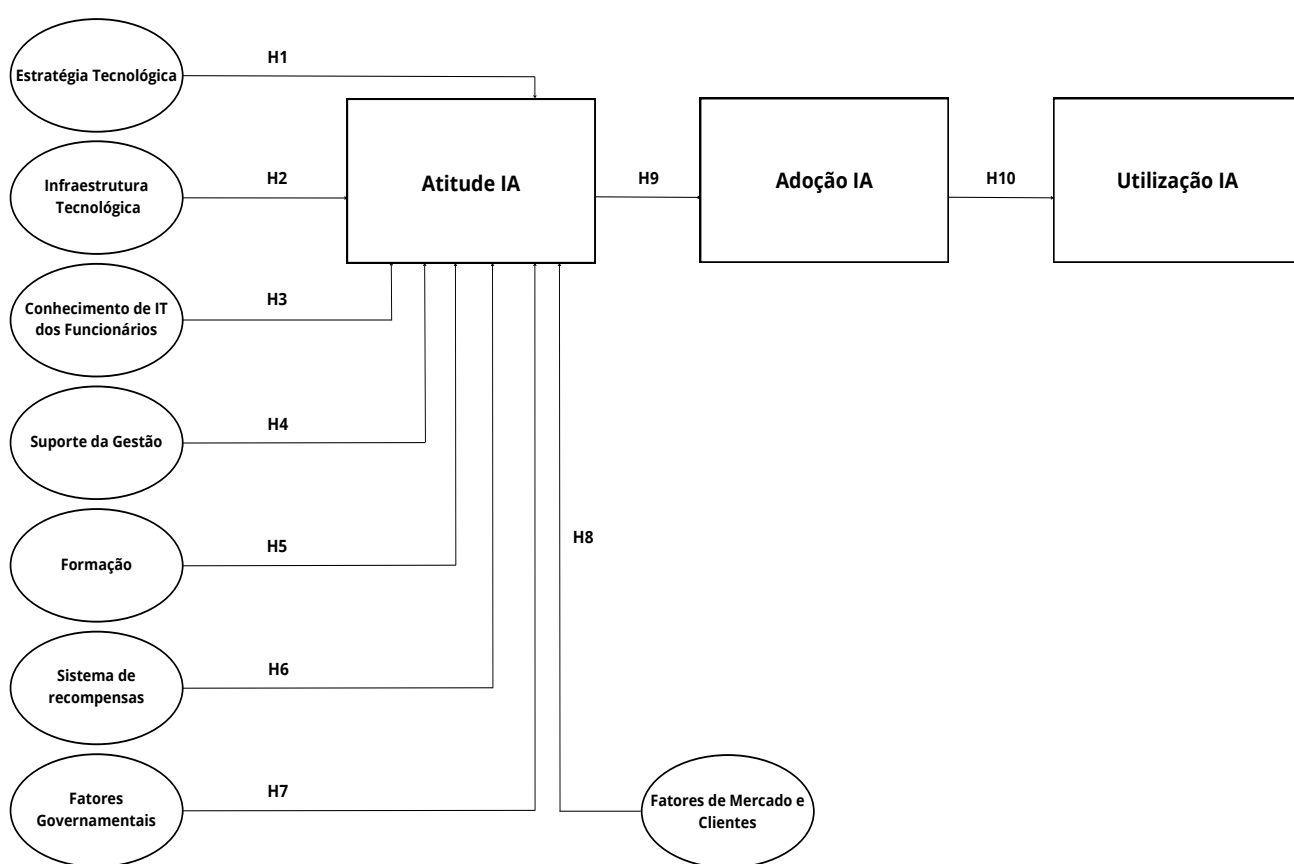


Figura 2.1 - Modelo conceptual da investigação

Fonte: Elaboração própria

De seguida apresentam-se as hipóteses de investigação que orientam este estudo. Cada hipótese é formulada a partir da evidência empírica identificada nos estudos anteriores e operacionalizada através das variáveis incluídas no questionário aplicado.

2.1.1 Fatores Tecnológicos e Atitude em relação à Inteligência Artificial

A estratégia tecnológica constitui um elemento essencial na orientação das empresas para a inovação e a transformação digital.

Segundo Dwivedi et al. (2021) e Badghish & Soomro (2024), quando a gestão tecnológica está alinhada com a estratégia global da empresa, os funcionários tendem a encarar a IA como uma ferramenta útil e coerente com a missão e a visão da organização. Contudo, Almashawreh et al. (2024) identificaram que, no contexto das PME jordanas, a existência de uma estratégia tecnológica não teve uma influência estatisticamente significativa na atitude face à IA, destacando que, em empresas de menor dimensão, a formalização estratégica tende a ser limitada e fatores mais imediatos, como as competências internas e o apoio da gestão, podem ter um impacto mais direto. De forma semelhante, Rawashdeh et al. (2023) referem que, embora a estratégia tecnológica seja relevante, o seu efeito é condicionado por barreiras como a escassez de recursos e falta de conhecimento técnico.

Ainda assim, a literatura aponta uma tendência geral para associar a existência de uma estratégia tecnológica bem definida a atitudes mais favoráveis face à IA, sobretudo quando esta é comunicada de forma clara e implementada de modo coerente em toda a organização. Assim, considera-se que uma estratégia tecnológica sólida potencia a predisposição dos colaboradores para reconhecerem o valor da IA e apoiarem a sua adoção.

H1: A estratégia tecnológica influencia positivamente a atitude em relação à IA.

A infraestrutura tecnológica é outro fator determinante para a adoção e utilização bem-sucedida da IA. Uma base tecnológica robusta permite recolher, armazenar e processar dados de forma eficiente, criando as condições técnicas necessárias para integrar sistemas inteligentes nos processos empresariais. Diversos estudos indicam que uma infraestrutura adequada favorece atitudes mais positivas, ao reduzir a incerteza e aumentar a perceção de viabilidade técnica e utilidade (Dwivedi et al., 2021; Badghish & Soomro, 2024).

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Por outro lado, Schwaeke et al. (2024) salientam que, quando a prontidão infraestrutural é reduzida, as PME percecionam os investimentos em IA como complexos e dispendiosos, o que pode gerar resistência e atitudes menos favoráveis.

Em síntese, a literatura sugere que, embora existam limitações em contextos de menor maturidade digital, a existência de uma infraestrutura tecnológica sólida tende a criar condições que reforçam as atitudes positivas face à IA, funcionando como um facilitador essencial para a sua aceitação.

H2: A infraestrutura tecnológica influencia positivamente a atitude em relação à IA.

As competências tecnológicas dos colaboradores representam outro elemento crítico para a formação de atitudes face à IA. A literacia digital e a proficiência técnica aumentam a autoeficácia, reduzem a perceção de complexidade e promovem uma visão mais confiante sobre a utilização da tecnologia (Keong et al., 2025). No contexto das PME, equipas com maior domínio de ferramentas digitais e de análise de dados tendem a reconhecer mais facilmente a utilidade e aplicabilidade da IA, manifestando uma predisposição mais favorável à sua adoção.

Contudo, o mesmo autor sublinha que, em muitas PME, persistem lacunas significativas de competências, funcionando como barreiras que limitam o impacto positivo esperado. Ainda assim, a maioria dos estudos reforça que o investimento no desenvolvimento de competências digitais constitui uma das formas mais eficazes de melhorar as perceções sobre a IA, reforçando a sua aceitação e confiança interna.

H3: Os conhecimentos de IT dos funcionários influenciam positivamente a atitude em relação à IA.

2.1.2 Fatores Organizacionais e Atitude em relação à Inteligência Artificial

O suporte da gestão de topo desempenha um papel determinante na formação de atitudes favoráveis face à IA, pois legitima a mudança, assegura recursos e promove uma cultura organizacional propícia à inovação. No enquadramento organizacional do modelo TOE, o papel da gestão é descrito como essencial para motivar os colaboradores, clarificar a visão e disponibilizar meios financeiros e humanos para iniciativas de transformação

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

digital.

Empiricamente, Soomro et al. (2025) demonstram que o suporte da gestão é um preditor positivo e significativo da adoção de IA em PME, sendo um dos fatores mais influentes no modelo de análise utilizado. Estes resultados reforçam a ideia de que o patrocínio executivo favorece uma atitude mais positiva em relação à tecnologia. No entanto, este efeito pode ser condicionado por outros fatores internos. Keong et al. (2025) salientam que o apoio de topo, por si só, não é suficiente para gerar atitudes positivas se não for acompanhado por competências técnicas, formação e preparação organizacional adequadas.

Do mesmo modo, Soomro et al. (2025) verificaram que a disponibilidade de recursos financeiros isoladamente não apresentou significância estatística, indicando que o apoio da gestão deve ser complementado por capacidades técnicas e humanas para ter um impacto consistente. Em síntese, o envolvimento ativo da liderança é essencial para atitudes favoráveis à IA, pois transmite confiança, reduz resistências e orienta a organização para a inovação.

H4: O suporte da gestão influencia positivamente a atitude em relação à IA.

A formação em IA constitui outro fator organizacional relevante, uma vez que promove a confiança, reduz o medo face à tecnologia e reforça a perceção de utilidade, contribuindo para atitudes mais positivas. Keong et al. (2025) destacam que o investimento em formação e desenvolvimento de competências ajuda a mitigar resistências e a aumentar a predisposição dos colaboradores para integrar a IA nas suas atividades diárias. De igual modo, Soomro et al. (2025) verificam empiricamente que a capacidade dos colaboradores é um dos preditores mais fortes da adoção de IA. Contudo, o impacto da formação não é universal. Alguns estudos referem que, apesar de aumentar o conhecimento técnico, a formação pode gerar preocupações sobre substituição de postos de trabalho, o que pode atenuar o seu efeito positivo nas atitudes (Keong et al. 2025). Ainda assim, a maioria dos estudos defende que programas de formação estruturados, contínuos e acompanhados de comunicação clara sobre os benefícios e objetivos da IA tendem a reforçar atitudes positivas e a consolidar uma cultura organizacional mais recetiva à adoção tecnológica.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

H5: A formação influencia positivamente a atitude em relação à IA.

Os sistemas de recompensas, tanto financeiras como não financeiras, podem igualmente moldar as atitudes dos colaboradores ao alinharem comportamentos desejados com resultados valorizados pela organização. Estes mecanismos reforçam a perceção de reconhecimento e a expectativa de desempenho, promovendo uma valorização social e individual da utilização da IA (Almashawreh et al., 2024). No estudo conduzido por estes autores, sistemas de recompensas bem desenhados surgem entre os fatores organizacionais com impacto significativo na formação de atitudes favoráveis, a par do apoio da gestão e das competências tecnológicas.

No entanto, Soomro et al. (2025) observam que a simples disponibilidade de recursos financeiros não garante atitudes positivas nem comportamentos pré-adoção, reforçando a ideia de que incentivos monetários devem ser complementados por liderança, formação e cultura organizacional. De igual modo, Keong et al. (2025) referem que os incentivos devem ser integrados de forma coerente no ecossistema de adoção tecnológica, funcionando como um complemento e não como substituto da capacitação ou do suporte de topo. Ainda assim, quando bem desenhados e comunicados, os sistemas de recompensas podem reforçar atitudes positivas, estimulando o envolvimento dos colaboradores e o compromisso com a adoção bem-sucedida da IA.

H6: O sistema de recompensas influencia positivamente a atitude em relação à IA.

2.1.3 Fatores Externos e Atitude em relação à Inteligência Artificial

Na dimensão ambiental do modelo TOE, os fatores externos, como políticas públicas, iniciativas governamentais e condições de mercado, exercem uma influência relevante nas atitudes das empresas face à adoção de tecnologias emergentes.

Keong et al. (2025) destacam que campanhas de sensibilização e esquemas de financiamento promovem atitudes mais positivas nas PME, ao aumentarem a confiança e removerem barreiras percebidas. De forma semelhante, Soomro et al. (2025) sublinham que o apoio governamental, expresso em regulação adequada, incentivos técnicos e financeiros e infraestrutura de partilha de dados, constitui um fator promotor da adoção de IA nas pequenas e médias empresas.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Contudo, o impacto desses fatores depende do seu desenho e da capacidade interna das organizações para os aproveitar. O mesmo estudo de Soomro et al. (2025) mostra que a disponibilidade de recursos financeiros isolada não apresentou significância estatística, sugerindo que os incentivos públicos, por si só, não se traduzem automaticamente em atitudes positivas sem competências internas e preparação organizacional que permitam tirar partido desses apoios.

Assim, embora o efeito do suporte governamental possa ser condicionado por fatores internos, a literatura reforça que fatores governamentais tendem a favorecer atitudes mais positivas em relação à IA, ao criar um ambiente institucional de confiança e incentivo à inovação.

H7: Os fatores governamentais influenciam positivamente a atitude em relação à IA.

As pressões de mercado e dos clientes representam outro fator determinante para a formação de atitudes favoráveis face à IA. Estas pressões aumentam a perceção de utilidade e urgência da adoção tecnológica, sobretudo quando os clientes ou parceiros exigem soluções baseadas em IA. A evidência empírica apresentada por Soomro et al. (2025) confirma um efeito positivo e significativo da pressão dos clientes na adoção de IA em PME, o que sugere que contextos de maior exigência do mercado geram atitudes mais proativas e abertas à inovação.

De igual modo, Keong et al. (2025) referem que a combinação entre dinâmicas de mercado, apoio governamental e ligações com fornecedores e universidades pode potenciar a aceitação da IA, permitindo às PME responderem de forma mais eficaz às exigências externas. No entanto, o impacto destas pressões nem sempre é homogéneo. No estudo de Schwaacke et al., 2024 a pressão competitiva dos concorrentes revelou-se não significativa.

Em síntese, a literatura sugere que as pressões externas, sobretudo de clientes e parceiros, reforçam a perceção de necessidade e utilidade da IA, contribuindo para atitudes mais favoráveis à sua adoção.

H8: Os fatores de mercado e clientes influenciam positivamente a atitude em relação à IA.

2.1.4 Relações Principais

A literatura sobre aceitação e utilização de tecnologias destaca a atitude em relação à tecnologia como um fator determinante para a sua adoção. No âmbito do TAM, a atitude reflete a perceção do utilizador sobre a utilidade e facilidade de uso de uma tecnologia, influenciando diretamente a predisposição para a adotar (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

Estudos recentes confirmam que uma atitude favorável em relação à IA conduz a uma maior intenção de adoção, uma vez que os gestores e colaboradores tendem a percecionar a IA como uma ferramenta útil para melhorar o desempenho e a competitividade das organizações (Almashawreh et al., 2024; Dwivedi et al., 2021). Assim, formula-se a seguinte hipótese:

H9: A atitude em relação à IA influencia positivamente a adoção de IA.

Por outro lado, a adoção de uma tecnologia constitui o passo que antecede a sua utilização efetiva, sendo amplamente reconhecido que a intenção e a decisão de adotar se traduzem, na maioria dos casos, em práticas reais de uso (Shrivastava e Diaz (2023); Badghish & Soomro, 2024). No contexto das PME, à medida que a adoção da IA se concretiza, é expectável que aumente também o seu nível de utilização e integração nos processos empresariais.

Deste modo, estabelece-se a seguinte hipótese:

H10: A adoção de IA influencia positivamente a utilização de IA.

De forma a sintetizar as hipóteses formuladas, apresenta-se a Tabela 2.1 com o resumo das relações propostas no modelo conceptual.

Tabela 2.1 – Lista de Hipóteses e Variáveis do Estudo

Hipótese	Variável Independente	Variável Dependente	Sentido Esperado
H1	Estratégia Tecnológica	Atitude em relação à IA	Positivo

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

H2	Infraestrutura Tecnológica	Atitude em relação à IA	Positivo
H3	Conhecimentos de IT dos Funcionários	Atitude em relação à IA	Positivo
H4	Suporte da Gestão	Atitude em relação à IA	Positivo
H5	Formação	Atitude em relação à IA	Positivo
H6	Sistema de Recompensas	Atitude em relação à IA	Positivo
H7	Fatores Governamentais	Atitude em relação à IA	Positivo
H8	Fatores de Mercado e Clientes	Atitude em relação à IA	Positivo
H9	Atitude em relação à IA	Adoção de IA	Positivo
H10	Adoção de IA	Utilização de IA	Positivo

Fonte: Elaboração Própria

3 METODOLOGIA

3.1. Desenho do estudo

O desenho metodológico deste estudo foi concebido de forma a assegurar a coerência entre os objetivos da investigação, o modelo teórico adotado e as técnicas de recolha e análise de dados utilizadas. Dado que o propósito central é identificar os fatores que influenciam a adoção da IA pelas PME em Portugal, o estudo foi estruturado em torno de um questionário aplicado a uma amostra significativa de empresas deste segmento. Nesta secção descrevem-se a população e a amostra, o processo de recolha de dados e a estrutura do questionário.

3.1.1 População e amostra

A população-alvo corresponde às pequenas e médias empresas portuguesas, definidas segundo a Recomendação 2003/361/CE da Comissão Europeia, ou seja, organizações com mais de 10 e menos de 250 trabalhadores e um volume de negócios anual não superior a 50 milhões de euros, ou um balanço total anual até 43 milhões de euros. Este grupo representa a esmagadora maioria do tecido empresarial nacional, desempenhando um papel central no emprego e na economia portuguesa.

Dada a dimensão da população, seria inviável recorrer a uma amostragem probabilística pura. Assim, optou-se por uma amostragem não probabilística por conveniência, prática comum em estudos exploratórios sobre adoção tecnológica em PME (Rawashdeh et al., 2023; Schwaeke et al., 2024). Esta escolha permitiu recolher dados de empresas acessíveis e disponíveis para participar, embora se reconheça a limitação quanto à generalização dos resultados para todo o universo.

Foram obtidas 511 respostas válidas, o que constitui uma amostra robusta para a realização de análises estatísticas multivariadas, incluindo testes de hipóteses, análise fatorial e análise de regressão. Os inquiridos foram maioritariamente gestores, administradores ou colaboradores com funções de decisão relacionadas com a estratégia digital e tecnológica, garantindo que as respostas refletissem perceções informadas e relevantes para o estudo.

3.1.2 Técnica de recolha de dados

A recolha de dados foi realizada através de um questionário estruturado em formato digital, disponibilizado online por meio da plataforma Google Forms. Esta opção teve como principais vantagens o baixo custo, a rapidez de disseminação e a possibilidade de alcançar empresas localizadas em diferentes regiões do país.

O questionário foi divulgado através de correio eletrónico e redes sociais, de modo a abranger diferentes setores de atividade. O processo de recolha decorreu entre fevereiro de 2025 e maio de 2025. Durante esse período, foram contactadas milhares de empresas, sendo obtidas 511 respostas válidas após eliminação de questionários incompletos ou incoerentes.

É importante referir que, embora não tenha sido possível garantir uma distribuição proporcional por setor e região, a diversidade da amostra obtida assegura uma visão abrangente da realidade das PME portuguesas em diferentes contextos.

3.1.3 Estrutura do questionário

O questionário foi construído a partir de escalas já validadas em estudos prévios sobre adoção de IA em PME, com destaque para os trabalhos de Almashawreh et al. (2024) e Badghish e Soomro (2024). Foram selecionados e adaptados itens que se mostraram relevantes para o contexto da presente investigação, garantindo consistência com a literatura e permitindo recolher dados válidos e comparáveis.

No início, é apresentada uma nota introdutória onde se explica o objetivo do estudo, se assegura o carácter anónimo e confidencial das respostas e se indica o tempo médio de preenchimento. Este procedimento tem como finalidade promover a transparência do processo de recolha de dados e incentivar a participação informada dos inquiridos.

A estrutura final do questionário foi organizada de forma a facilitar a leitura e o preenchimento, evitando a dispersão por demasiadas secções e garantindo que o instrumento fosse visualmente simples e direto.

Assim, foram consideradas as seguintes secções:

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Secção 1 – Caracterização do respondente e da empresa

Inclui questões de natureza sociodemográfica e contextual, como a idade, o sexo, o grau de escolaridade, a posição na empresa, a dimensão da empresa e o setor de atividade. Estas variáveis permitem caracterizar a amostra e analisar diferenças de perceção entre grupos.

Secção 2 – Estratégia e Infraestrutura Tecnológica (dimensão tecnológica)

Reúne itens relacionados com a estratégia digital da empresa e a adequação da sua infraestrutura tecnológica. Pretende avaliar se a organização aposta na utilização de dados, inovação e licenciamento para IA, bem como se dispõe de recursos técnicos capazes de suportar a integração desta tecnologia.

Secção 3 – Conhecimentos de IT dos Colaboradores (dimensão tecnológica)

Inclui afirmações sobre as competências dos funcionários na implementação da IA, a sua capacidade de trabalho em equipa e o domínio de algoritmos e modelos preditivos.

Secção 4 – Suporte da Gestão e Formação (dimensão organizacional)

Agrega itens relacionados com o envolvimento da gestão, a valorização da IA enquanto recurso estratégico e os incentivos dados aos colaboradores. Integra igualmente perguntas sobre programas de formação, sessões de treino e orientações práticas oferecidas pela empresa.

Secção 5 – Sistema de Recompensas e Atitude em relação à IA (dimensão organizacional)

Contém afirmações que permitem avaliar se a utilização da IA é percecionada como vantajosa em termos de produtividade, redução de custos e desempenho operacional. Inclui ainda itens sobre a atitude dos colaboradores relativamente à IA, nomeadamente quanto à sua importância, utilidade e praticidade.

Secção 6 – Utilização e Adoção de IA

Nesta parte são avaliadas tanto a adoção da IA, entendida como predisposição para a sua integração, como a utilização efetiva da tecnologia nas atividades da empresa. As questões abordam a frequência de uso, a disponibilidade para investir e a perceção de capacidade de implementação.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Secção 7 – Fatores Governamentais (dimensão ambiental)

Avalia a perceção dos inquiridos sobre o papel do governo na promoção da IA, incluindo apoios financeiros, assistência técnica e iniciativas de formação de mão-de-obra especializada.

Secção 8 – Fatores de Mercado e Clientes (dimensão ambiental)

Analisa as pressões externas que influenciam a adoção da IA, como a exigência de melhorias por parte dos clientes, a necessidade de aumentar a quota de mercado e os benefícios de visibilidade associados à utilização desta tecnologia.

Todas as afirmações das secções 2 a 8 foram medidas através de uma escala ordinal de Likert de 5 pontos, variando entre *1 – Discordo totalmente* e *5 – Concordo totalmente*. Esta escala foi escolhida por ser uma prática consolidada em estudos quantitativos, permitindo captar perceções graduais.

As afirmações consideradas estão representadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Definição de siglas e respetiva correspondência com item do questionário

Variável Latente	Sigla	Item	Fonte
Estratégia Tecnológica	ET_1	A nossa estratégia digital acelera o lançamento de novos produtos e serviços.	Almashawrehet al. (2024)
Estratégia Tecnológica	ET_2	A nossa estratégia digital tira proveito de dados, informações e conhecimento.	Almashawrehet al. (2024)
Estratégia Tecnológica	ET_3	A minha empresa utiliza acordos de licenciamento para usar IA.	Almashawrehet al. (2024)

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Infraestrutura Tecnológica	IT_1	A infraestrutura tecnológica da minha empresa é adequada.	Almashawreh et al. (2024)
Infraestrutura Tecnológica	IT_2	A infraestrutura tecnológica da minha empresa permite-nos cooperar com todas as partes interessadas.	Almashawreh et al. (2024)
Infraestrutura Tecnológica	IT_3	A infraestrutura tecnológica da minha empresa consegue suportar todos os processos que se passam na empresa.	Almashawreh et al. (2024)
Conhecimentos de IT dos funcionários	CITF_1	Os nossos colaboradores têm as competências necessárias para a implementação de IA.	Badghish e Soomro (2024)
Conhecimentos de IT dos funcionários	CITF_2	Os nossos colaboradores trabalham em equipa para implementar a tecnologia de IA.	Badghish e Soomro (2024)
Conhecimentos de IT dos funcionários	CITF_3	Os nossos colaboradores têm conhecimento sobre algoritmos de machine learning e modelos preditivos baseados em IA.	Badghish e Soomro (2024)

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Suporte da Gestão	SG_1	A gestão está ciente dos benefícios que podem ser obtidos com a utilização de IA.	Almashawrehet al. (2024)
Suporte da Gestão	SG_2	A gestão incentiva sempre os colaboradores a utilizarem IA no seu trabalho.	Almashawrehet al. (2024)
Suporte da Gestão	SG_3	A gestão está empenhada em garantir que os colaboradores utilizem IA.	Almashawrehet al. (2024)
Formação	F_1	A minha empresa fornece formação para os colaboradores para explicar as funcionalidades da IA.	Almashawrehet al. (2024)
Formação	F_2	A minha empresa oferece sessões de formação para melhorar o uso de IA.	Almashawrehet al. (2024)
Formação	F_3	A minha empresa oferece orientação aos colaboradores sobre como utilizar IA.	Almashawrehet al. (2024)
Sistemas de Recompensas	SR_1	As aplicações de IA melhoram a produtividade da empresa.	Almashawrehet al. (2024)
Sistemas de Recompensas	SR_2	A implementação de IA reduz os custos operacionais a longo prazo.	Badghish e Soomro (2024)

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Sistemas de Recompensas	SR_3	A tecnologia de IA pode melhorar o desempenho operacional.	Badghish e Soomro (2024)
Atitude em relação à IA	ARIA_1	Utilizar aplicações de IA é importante para a minha empresa.	Almashawreh et al. (2024)
Atitude em relação à IA	ARIA_2	Utilizar aplicações de IA é útil.	Almashawreh et al. (2024)
Atitude em relação à IA	ARIA_3	Utilizar aplicações de IA é prático.	Almashawreh et al. (2024)
Utilização de IA	UIA_1	A minha empresa utiliza frequentemente IA.	Almashawreh et al. (2024)
Utilização de IA	UIA_2	A minha empresa utiliza IA várias vezes por dia.	Almashawreh et al. (2024)
Utilização de IA	UIA_3	A minha empresa utilizou IA nos últimos 6 meses.	Almashawreh et al. (2024)
Adoção IA	AIA_1	A minha empresa está disposta a adotar IA para melhorar o desempenho.	Badghish e Soomro (2024)
Adoção IA	AIA_2	A minha empresa pretende adotar novas tecnologias.	Badghish e Soomro (2024)
Adoção IA	AIA_3	A minha empresa está apta a utilizar IA.	Badghish e Soomro (2024)

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Fatores Governamentais	FG_1	O governo oferece apoio financeiro (subsídios) para adoção de IA.	Badghish e Soomro (2024)
Fatores Governamentais	FG_2	O governo oferece assistência técnica para implementação de IA.	Badghish e Soomro (2024)
Fatores Governamentais	FG_3	O governo oferece suporte na formação de mão-de-obra com tecnologias de IA.	Badghish e Soomro (2024)
Fatores de Mercado e Clientes	FMC_1	Os nossos clientes exigem melhorias nos produtos através da IA.	Badghish e Soomro (2024)
Fatores de Mercado e Clientes	FMC_2	A IA é um incentivo para capturar uma maior quota significativa de mercado.	Badghish e Soomro (2024)
Fatores de Mercado e Clientes	FMC_3	A adoção de IA pode aumentar a publicidade e a visibilidade da empresa.	Badghish e Soomro (2024)

Fonte: Elaboração Própria

3.2 Técnicas de análise de dados

Para o tratamento e análise dos dados recolhidos, foi adotada uma abordagem quantitativa, recorrendo a métodos estatísticos que permitem avaliar as relações entre os diferentes construtos do modelo teórico proposto. A análise foi desenvolvida em duas fases principais: a análise descritiva das variáveis e a análise do modelo de equações estruturais.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Numa primeira fase, procedeu-se à análise descritiva dos dados, com o objetivo de caracterizar a amostra e descrever as respostas obtidas nos questionários. Foram calculadas medidas de tendência central, de dispersão e de forma, como médias e desvios-padrão, assimetria e achatamento (curtose), e analisada a distribuição das variáveis, de modo a garantir a qualidade e consistência dos dados.

Numa segunda fase, foi aplicada a técnica de Modelação de Equações Estruturais baseada em Mínimos Quadrados Parciais, uma metodologia adequada para estudos exploratórios e com modelos complexos que envolvem múltiplas relações entre variáveis latentes (Hair et al., 2021). O método PLS-SEM permite avaliar simultaneamente o modelo de medição que analisa a fiabilidade e validade dos indicadores utilizados para medir cada construto e o modelo estrutural, que examina as relações causais entre os construtos teóricos.

A escolha desta técnica justifica-se pela sua robustez em amostras de dimensão reduzida e pela ausência de pressupostos de normalidade, o que a torna especialmente apropriada no contexto deste estudo. A análise foi realizada através da linguagem R, seguindo as recomendações de Hair et al. (2021) para a avaliação dos modelos.

Na avaliação do modelo de medição foram analisados indicadores de fiabilidade individual (pesos fatoriais), consistência interna (Alfa de Cronbach e Fiabilidade Composta) e validade convergente (Variância Média Extraída (*Average Variance Extracted* - AVE), e discriminante (Fornell-Larcker e rácio HTMT - *Heterotrait-Monotrait Ratio*). Já a avaliação do modelo estrutural incluiu a análise dos coeficientes de determinação (R^2), da multicolinearidade (*Variance Inflation Factor*, VIF), bem como a validação das hipóteses formuladas, utilizando para tal o valor absoluto da estatística de teste t superior a 1,96 e intervalos de confiança que não incluem o zero.

3.3 Considerações éticas

A presente investigação respeitou princípios éticos fundamentais aplicáveis a estudos científicos em Ciências Sociais e Humanas, assegurando que a recolha, tratamento e análise dos dados fossem conduzidos com rigor e transparência.

Em primeiro lugar, a participação foi voluntária. Os inquiridos foram informados, no início do questionário, sobre os objetivos gerais do estudo e sobre a natureza académica

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

da investigação. Foi igualmente garantido que poderiam interromper a participação a qualquer momento, sem qualquer tipo de consequência.

Em segundo lugar, foi assegurado o anonimato e a confidencialidade das respostas. O questionário não solicitava dados pessoais que permitissem identificar individualmente os participantes ou as suas empresas. As respostas recolhidas foram tratadas de forma agregada, destinando-se exclusivamente à análise estatística no âmbito deste trabalho académico.

Adicionalmente, foi dado destaque ao princípio da utilização exclusiva para fins académicos, deixando claro que os dados não seriam partilhados com terceiros nem utilizados para fins comerciais.

Por fim, foram seguidas as boas práticas de integridade científica, nomeadamente no que respeita à utilização adequada de fontes bibliográficas, à apresentação fiel dos resultados obtidos e à prevenção de qualquer forma de manipulação ou distorção de dados.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise sociodemográfica

Nesta secção apresenta-se a caracterização sociodemográfica dos participantes que compõem a amostra do estudo, com o objetivo de descrever o perfil geral dos respondentes e enquadrar o contexto das análises subsequentes.

A amostra é composta por 511 participantes, provenientes de pequenas e médias empresas portuguesas, que responderam integralmente ao questionário.

No entanto, o *output* do Excel reconheceu 510 casos válidos devido a uma discrepância técnica de leitura do ficheiro, não tendo sido identificadas respostas em falta. As variáveis analisadas incluem faixa etária, sexo, grau de escolaridade, posição na empresa, dimensão da empresa e setor de atividade, permitindo compreender a diversidade e representatividade do grupo em estudo.

A Tabela 4.1 representa a caracterização sociodemográfica da amostra.

Tabela 4.1 - Caracterização sociodemográfica da amostra

Categorias	Descrição	Frequência	Percentagem (%)
Idade	20-29	30	5,9
	30-39	86	16,9
	40-49	199	39,0
	50-59	152	29,8
	≥ 60	43	8,4
Sexo	Masculino	285	55,9
	Feminino	225	44,1
	Prefiro não dizer	0	0

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Grau	Ensino Básico (9º Ano)	24	4,7
Escolaridade			
	Ensino Secundário (12º Ano)	87	17,1
	Bacharelato/Licenciatura	260	51,0
	Mestrado	126	24,7
	Doutoramento	13	2,5
Posição na Empresa	CEO	179	35,1
	Diretor Executivo	122	23,9
	Gestor Sénior	47	9,2
	Gestor	106	20,8
	Supervisor	56	11,0
Dimensão da empresa	Pequena (10-49 colaboradores)	379	74,3
	Média (50-249 colaboradores)	131	25,7
Setor de atividade	Indústria e Transformação	106	20,8
	Comércio e Retalho	77	15,1

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	28	5,5
Saúde e Bem-Estar	29	5,7
Educação e Formação	15	2,9
Turismo e Hotelaria	35	6,9
Serviços Financeiros e Seguros	4	0,8
Construção e Imobiliário	74	14,5
Agricultura, Pecuária e Pescas	17	3,3
Transportes e Logística	21	4,1
Entretenimento e Media	4	0,8
Serviços de Consultoria e Gestão	24	4,7
Outro	76	14,9

Fonte: Elaboração própria

A análise da Tabela 4 evidencia que a maioria dos participantes pertence à faixa etária dos 40 aos 49 anos (39%), seguindo-se os grupos 50–59 anos (29,8%) e 30–39 anos (16,9%), o que demonstra uma predominância de indivíduos em idade profissionalmente ativa e com experiência consolidada.

Verifica-se um ligeiro predomínio do sexo masculino (55,9%), face ao sexo feminino (44,1%), o que está em linha com a distribuição habitual de cargos de liderança nas PME portuguesas.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

No que respeita ao grau de escolaridade, observa-se que 51% dos inquiridos possuem licenciatura, seguidos de 24,7% com mestrado e 17,1% com ensino secundário, o que indica um nível de qualificação elevado entre os participantes.

Relativamente à posição na empresa, destacam-se as funções de CEO (35,1%), diretor executivo (23,9%) e gestor (20,8%), refletindo a participação significativa do público-alvo que queríamos que fizesse parte da nossa amostra.

Quanto à dimensão das organizações, prevalecem as pequenas empresas (74,3%), seguidas das médias (25,7%), o que confirma o foco deste trabalho no tecido empresarial português, caracterizado por micro e pequenas estruturas.

Por fim, o setor de atividade mais representado é o da Indústria e Transformação (20,8%), seguido do Comércio e Retalho (15,1%) e da Construção e Imobiliário (14,5%), refletindo a diversidade setorial da amostra e a predominância de áreas económicas tradicionais.

Os gráficos correspondentes à caracterização sociodemográfica encontram-se disponíveis no Anexo 1, permitindo uma visualização complementar da distribuição da amostra por faixa etária, sexo, grau de escolaridade, posição na empresa, dimensão da empresa e setor de atividade.

4.2 Análise descritiva dos construtos

Antes da avaliação do modelo de equações estruturais, procedeu-se à análise descritiva dos construtos incluídos no modelo teórico.

Esta análise permite observar a tendência central, a variabilidade e a forma de distribuição das respostas, funcionando como etapa preliminar para avaliar a adequação dos dados à aplicação da técnica PLS-SEM. Foram analisados onze construtos principais, agrupados em três categorias de antecedentes: fatores tecnológicos (estratégia tecnológica, infraestrutura tecnológica e conhecimentos de IT dos funcionários), fatores organizacionais (suporte da gestão, formação e sistemas de recompensas) e fatores externos (fatores governamentais e fatores de mercado e clientes); e três construtos dependentes, relacionados com a atitude, adoção e utilização da IA.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

A Tabela 4.2 apresenta as estatísticas descritivas resumidas, contemplando as medidas mais relevantes à interpretação dos resultados: média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo, assimetria e curtose.

Tabela 4.2 – Análise descritiva dos construtos

Construto	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
ET	3,50	3,67	0,82	1	5	-0,32	0,11
IT	3,54	3,67	0,89	1	5	-0,61	-0,05
CITF	2,37	2,33	1,00	1	5	0,45	-0,51
SG	3,39	3,33	1,04	1	5	-0,37	-0,49
F	2,59	2,33	1,20	1	5	0,24	-0,96
SR	3,91	4,00	0,86	1	5	-0,82	0,94
FG	2,40	3,00	0,91	1	5	-0,16	-0,57
FMC	3,14	3,33	0,89	1	5	-0,53	0,01
ARIA	3,87	4,00	0,89	1	5	-0,85	1,07
AIA	3,57	3,67	0,96	1	5	-0,59	0,06
UIA	2,89	3,00	1,23	1	5	-0,05	-1,06

Fonte: Elaboração própria

De forma geral, os resultados indicam perceções globalmente positivas e moderadas relativamente aos fatores analisados, com médias entre 2,37 e 3,91. As medianas, que variam entre 2,33 e 4,00, apresentam valores próximos das médias, o que indica uma distribuição equilibrada das respostas, ainda que os dados não sigam uma distribuição normal. Os valores mais elevados observam-se no construto relativo aos sistemas de

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

recompensas, com uma média de 3,91 e mediana de 4,00, e no construto da atitude em relação à IA, com média de 3,87 e mediana de 4,00. Esta análise sugere que as empresas que implementam mecanismos de incentivo e reconhecimento tendem a promover atitudes mais favoráveis face à adoção de IA.

Em contraste, as médias e medianas mais baixas correspondem aos construtos de conhecimentos de IT dos funcionários ($M=2,37$; $Md=2,33$) e fatores governamentais ($M=2,40$; $Md=3,00$), evidenciando limitações internas ao nível das competências tecnológicas e perceções de insuficiente apoio institucional à digitalização. Estes resultados estão em linha com estudos recentes, como os de Rawashdeh et al. (2023) e Khan et al. (2025), que identificam as lacunas de qualificação técnica e o reduzido envolvimento governamental como barreiras significativas à transformação digital das PME.

Entre os fatores organizacionais, destaca-se o suporte da gestão ($M=3,39$; $Md=3,33$), refletindo uma atitude relativamente positiva da liderança perante a introdução da IA, e a formação ($M=2,59$; $Md=2,33$), que, embora essencial, ainda é percecionada como insuficiente. Quanto aos fatores externos, os fatores de mercado e clientes ($M=3,14$; $Md=3,33$) obtêm valores superiores aos governamentais, o que indica que a pressão competitiva e as exigências do mercado constituem estímulos mais fortes à adoção tecnológica do que as políticas públicas.

Por fim, os construtos dependentes apresentam um padrão coerente com o modelo teórico proposto: uma atitude positiva ($M=3,87$; $Md=4,00$) conduz a uma intenção de adoção elevada ($M=3,57$; $Md=3,67$), enquanto a utilização efetiva ($M=2,89$; $Md=3,00$) permanece moderada, refletindo o caráter ainda inicial do processo de adoção da IA entre as PME portuguesas.

Os valores dos desvios-padrão (0,82–1,23) demonstram uma dispersão moderada, indicando relativa homogeneidade nas respostas. Os valores de assimetria (compreendidos entre -0,85 e 0,45) revelam algum enviesamento e os valores de curtose (compreendidos entre -1,06 e 1,07), revelam distribuições não mesocúrticas. Contudo, uma vez que os dados não seguem uma distribuição normal, a utilização do método PLS-SEM mostra-se adequada para a análise.

4.3 Modelo de Medição

Após a análise descritiva dos construtos, procedeu-se à avaliação do modelo de medição, etapa fundamental da metodologia PLS-SEM, cuja finalidade é garantir a qualidade e fiabilidade das medidas antes da estimação do modelo estrutural.

O modelo de medição tem como objetivo avaliar a validade e fiabilidade dos construtos, assegurando que os indicadores utilizados representam de forma adequada e consistente os conceitos teóricos subjacentes (Hair et al., 2021). Esta avaliação é essencial para confirmar que os resultados obtidos refletem relações estatisticamente robustas e não distorcidas por problemas de mensuração.

Segundo Hair et al. (2021), a avaliação do modelo de medição deve abranger três dimensões principais: fiabilidade dos indicadores, que verifica se cada item está fortemente correlacionado com o respetivo construto; fiabilidade da consistência interna e validade convergente, que analisam a coerência das medidas e a proporção de variância explicada pelos indicadores; validade discriminante, que garante que cada construto é empiricamente distinto dos restantes.

Nas subsecções seguintes são apresentados, de forma detalhada, os resultados da avaliação do modelo de medição.

4.3.1 Pesos fatoriais dos indicadores

A Tabela 4.3 apresenta os resultados do estudo dos pesos fatoriais dos indicadores.

Tabela 4.3 – Pesos fatoriais dos indicadores

Construto	Indicador	Peso Fatorial
ET	ET1	0,824
	ET2	0,786
	ET3	0,765
IT	IT1	0,911

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

	IT2	0,959
	IT3	0,812
CITF	CITF1	0,910
	CITF2	0,930
	CITF3	0,858
SG	SG1	0,850
	SG2	0,874
	SG3	0,839
F	F1	0,949
	F2	0,968
	F3	0,974
SR	SR1	0,904
	SR2	0,939
	SR3	0,905
FG	FG1	0,929
	FG2	0,948
FMC	FMC1	0,910
	FMC2	0,820
	FMC3	0,898

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

ARIA	ARIA1	0,898
	ARIA2	0,940
	ARIA3	0,917
AIA	AIA1	0,923
	AIA2	0,900
	AIA3	0,867
UIA	UIA1	0,953
	UIA2	0,949
	UIA3	0,900

Fonte: Elaboração própria

A análise dos pesos fatoriais evidencia que todos os indicadores apresentam valores superiores a 0,708, confirmando uma forte correlação entre os indicadores e os respetivos construtos. Estes resultados demonstram que cada item contribui significativamente para a explicação do seu construto, assegurando a fiabilidade individual das medidas.

Destacam-se, em particular, os indicadores F2 (0,968) e F3 (0,974), do construto *Formação (F)*, e IT2 (0,959), do construto *Infraestrutura Tecnológica (IT)*, que apresentam os pesos mais elevados. Estes valores evidenciam que tais indicadores captam de forma muito eficaz a essência dos respetivos construtos.

Nenhum item apresenta valor inferior ao limiar de 0,708, não se justificando a eliminação de afirmações. Assim, o modelo revela fiabilidade individual satisfatória para todos os indicadores, garantindo que as medidas utilizadas são estatisticamente consistentes e adequadas à análise subsequente da fiabilidade composta e da validade convergente.

4.3.2 Fiabilidade da Consistência Interna

A segunda etapa da avaliação do modelo de medição consiste na análise da fiabilidade da consistência interna, que tem como objetivo verificar se os indicadores que compõem cada construto apresentam uma correlação suficientemente elevada entre si, medindo de forma coerente o mesmo conceito teórico.

Esta análise é realizada com base em duas medidas estatísticas complementares: o alfa de Cronbach (α) e a Fiabilidade Composta (CR – *Composite Reliability*).

O alfa de Cronbach avalia a consistência interna assumindo que todos os itens contribuem de forma igual para o construto. Valores entre 0,70 e 0,95 são considerados aceitáveis, sendo que valores inferiores a 0,70 indicam baixa fiabilidade e valores superiores a 0,95 podem sugerir redundância de itens.

A CR é considerada uma medida mais robusta, pois tem em conta os pesos fatoriais de cada indicador, permitindo uma avaliação mais precisa da fiabilidade interna. Valores entre 0,70 e 0,95 indicam fiabilidade adequada a elevada, enquanto valores superiores a 0,95 devem ser interpretados com cautela, podendo indicar sobreposição de itens.

Na Tabela 4.4 estão representados os respetivos resultados.

Tabela 4.4 – Resultados do alfa de Cronbach e fiabilidade composta

Construto	α	CR
ET	0,706	0,835
IT	0,884	0,924
CITF	0,883	0,927
SG	0,893	0,934
F	0,965	0,977
SR	0,913	0,945

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

FG	0,941	0,951
FMC	0,780	0,872
ARIA	0,907	0,942
AIA	0,867	0,919
UIA	0,927	0,954

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apresentados na Tabela 4.4 demonstram que todos os construtos apresentam valores de alfa de Cronbach e de Fiabilidade Composta superiores ao limiar mínimo de 0,70, confirmando uma consistência interna satisfatória.

Os construtos Formação (F), Fatores Governamentais (FG) e Utilização da IA (UIA) apresentam valores particularmente elevados ($\alpha > 0,90$ e $CR > 0,95$), o que evidencia uma elevada estabilidade interna. Embora valores muito altos possam indicar redundância entre itens, a análise das cargas fatoriais revelou que todos os indicadores contribuem significativamente para a explicação dos construtos, pelo que não se justifica a eliminação de variáveis.

Os construtos Estratégia Tecnológica (ET) e Fatores de Mercado e Clientes (FMC) apresentam os valores mais baixos ($\alpha = 0,706$ e $0,780$, respetivamente), mas ambos se mantêm dentro dos limites recomendados, confirmando uma fiabilidade interna considerada estatisticamente aceitável.

De forma global, os resultados confirmam que todos os construtos do modelo apresentam consistência interna adequada, assegurando a estabilidade das medidas e a sua adequação à análise subsequente da validade convergente.

4.3.3 Validade Convergente

Após a verificação da consistência interna dos construtos, procedeu-se à análise da validade convergente, que avalia o grau em que os indicadores de um mesmo construto

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

estão positivamente correlacionados entre si e convergem na medição do mesmo conceito teórico (Hair et al., 2021).

A validade convergente é medida através da AVE, que representa a proporção média da variância explicada pelos indicadores em relação à variância total. Segundo Hair et al. (2021), valores de AVE iguais ou superiores a 0,50 indicam que, em média, mais de 50% da variância dos indicadores é explicada pelo construto, confirmando uma convergência adequada entre as medidas.

A Tabela 4.5 apresenta os valores de AVE obtidos para os onze construtos do modelo de medição.

Tabela 4.5 – Valor de AVE obtidos para cada construto

Construto	AVE
ET	0,627
IT	0,803
CITF	0,810
SG	0,825
F	0,934
SR	0,852
FG	0,865
FMC	0,696
ARIA	0,844
AIA	0,790
UIA	0,873

Fonte: Elaboração própria

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Os resultados demonstram que todos os construtos apresentam valores de AVE superiores ao limiar mínimo de 0,50, confirmando a existência de validade convergente adequada no modelo. Isto significa que, que o construto explica, em média, mais de 50% da variância dos seus indicadores. Entre os construtos com valores mais elevados destacam-se Formação (F) e Fatores Governamentais (FG), com valores de 0,934 e 0,865, respetivamente, indicando elevada coerência entre os indicadores. Os construtos Utilização da IA (UIA) e Atitude em Relação à IA (ARIA) também evidenciam valores superiores a 0,84, demonstrando convergência adequada.

O construto Fatores de Mercado e Clientes (FMC) apresenta o valor mais baixo (0,696), mas ainda acima do limiar de 0,50, o que indica convergência aceitável e consistência nas respostas. Nenhum construto apresentou valor inferior ao limite estabelecido, não sendo necessária a eliminação de qualquer indicador.

4.3.4 Validade Discriminante

A última etapa da avaliação do modelo de medição consiste na verificação da validade discriminante, que tem como objetivo assegurar que cada construto é empiricamente distinto dos restantes incluídos no modelo. Em termos práticos, a validade discriminante confirma que os indicadores de um construto não medem inadvertidamente outro construto, garantindo assim a singularidade conceptual de cada dimensão (Hair et al., 2021).

Para avaliar esta propriedade, foram aplicados dois critérios: o critério de Fornell–Larcker e o rácio HTMT.

O critério de Fornell–Larcker compara a raiz quadrada da AVE de cada construto com as correlações entre esse construto e os restantes. A validade discriminante é confirmada quando a raiz quadrada da AVE (apresentada na diagonal) é superior a todas as correlações na mesma linha e coluna.

O rácio HTMT avalia a razão entre as correlações *heterotrait* (entre construtos diferentes) e *monotrait* (entre indicadores de um mesmo construto). Segundo Hair et al. (2021), valores de HTMT inferiores a 0,90 indicam validade discriminante adequada, sendo 0,85 um limiar mais conservador em contextos rigorosos.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

A tabela 4.6 apresenta os resultados do critério de Fornell-Larcker.

Tabela 4.6 – Critério de Fornell-Larcker para a validade discriminante

Construto	ET	IT	CITF	SG	F	SR	FG	FMC	ARIA	AIA	UIA
ET	0,792										
IT	0,306	0,896									
CITF	0,537	0,443	0,900								
SG	0,519	0,326	0,585	0,908							
F	0,493	0,368	0,686	0,673	0,966						
SR	0,396	0,132	0,331	0,570	0,370	0,923					
FG	0,152	0,026	0,212	0,110	0,207	0,064	0,930				
FMC	0,451	0,096	0,431	0,514	0,422	0,544	0,225	0,834			
ARIA	0,435	0,133	0,397	0,632	0,435	0,827	0,080	0,567	0,919		
AIA	0,524	0,312	0,514	0,706	0,549	0,612	0,098	0,572	0,666	0,889	
UIA	0,548	0,314	0,622	0,730	0,646	0,563	0,100	0,522	0,641	0,729	0,935

Fonte: Elaboração própria

A análise da Tabela 4.6 demonstra que, para todos os construtos, a raiz quadrada da AVE (valores na diagonal) é superior às correlações entre construtos, o que confirma a validade discriminante segundo o critério de Fornell–Larcker.

Os resultados do rácio de HTMT estão apresentados de seguida na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Rácio de HTMT para a validade discriminante

Construto	ET	IT	CITF	SG	F	SR	FG	FMC	ARIA	AIA	UIA
ET	-										
IT	0,378	-									
CITF	0,656	0,499	-								
SG	0,638	0,359	0,647	-							
F	0,574	0,397	0,744	0,719	-						
SR	0,486	0,130	0,365	0,632	0,394	-					
FG	0,155	0,027	0,223	0,095	0,211	0,052	-				
FMC	0,599	0,124	0,527	0,615	0,496	0,638	0,263	-			
ARIA	0,533	0,134	0,437	0,702	0,462	0,907	0,070	0,666	-		
AIA	0,661	0,344	0,575	0,798	0,593	0,684	0,085	0,689	0,745	-	
UIA	0,656	0,337	0,686	0,799	0,682	0,611	0,085	0,617	0,696	0,805	-

Fonte: Elaboração própria

Conforme os resultados apresentados, todos os valores de HTMT são inferiores ao limiar de 0,90, com exceção do par Sistemas de Recompensas (SR) e Atitude em Relação à IA (ARIA), que apresenta um valor de 0,907, ligeiramente acima do limite.

Este resultado é considerado teoricamente aceitável, uma vez que as práticas de recompensa e reconhecimento estão fortemente associadas à formação de atitudes positivas face à IA, o que justifica a correlação mais elevada entre ambos os construtos. Assim, e de acordo com as orientações de Hair et al. (2021), este valor não compromete a validade discriminante global do modelo.

Deste modo, conclui-se que o modelo apresenta validade discriminante adequada, sustentada tanto pelo critério de Fornell–Larcker como pelo rácio HTMT, demonstrando que cada construto mede um conceito distinto e não redundante.

4.4 Modelo Estrutural

Validado o modelo de medição, procede-se agora à estimação e avaliação do modelo estrutural, etapa que tem como objetivo testar as relações causais entre os construtos e verificar a robustez das hipóteses de investigação definidas anteriormente.

No contexto da metodologia PLS-SEM, o modelo estrutural representa as ligações entre as variáveis latentes (fatores tecnológicos, organizacionais, externos e comportamentais), permitindo analisar a força, direção e significância das relações propostas no modelo teórico (Hair et al., 2021).

Nas subsecções seguintes, apresentam-se e interpretam-se os resultados obtidos para cada um destes critérios, de modo a validar o modelo estrutural proposto e testar as hipóteses de investigação.

4.4.1 Resultados do Modelo Estrutural

O modelo estrutural foi avaliado com base nos coeficientes de caminho (β), que representam a força e a direção das relações entre os construtos, bem como nos valores da estatística t , nos intervalos de confiança, nos índices de multicolinearidade (VIF) e nos efeitos de tamanho (f^2).

De acordo com Hair et al. (2021), a interpretação do modelo estrutural deve considerar de forma conjunta a significância estatística das relações, a ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes e a relevância prática dos efeitos observados. Assim, um modelo estrutural é considerado adequado quando:

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

- (i) os coeficientes de caminho são estatisticamente significativos, apresentando valores absolutos da estatística t superiores a 1,96 e intervalos de confiança que não incluem o zero;
- (ii) os valores de VIF são inferiores a 5, indicando ausência de multicolinearidade excessiva;
- (iii) os valores de f^2 são iguais ou superiores a 0,02, sugerindo um efeito de pequeno a grande — sendo que $f^2 \geq 0,35$ indica um efeito forte, $0,15 \leq f^2 < 0,35$ um efeito médio, $0,02 \leq f^2 < 0,15$ um efeito fraco e $f^2 < 0,02$ um efeito muito fraco ou irrelevante.

A Tabela 4.8 apresenta os resultados obtidos para as relações entre os construtos incluídos no modelo.

Tabela 4.8- Resultados do modelo estrutural estimado

Relação	β	t	IC 95% (2.5%; 97.5%)	VIF	f^2	Resultado
ET→ARIA	0,034	1,020	[-0,027; 0,103]	1,648	0,003	Não significativo
IT→ARIA	-0,051	-1,660	[-0,106; 0,013]	1,313	0,008	Não significativo
CITF→ARIA	0,031	0,905	[-0,042; 0,101]	2,348	0,002	Não significativo
SG→ARIA	0,190	4,622	[0,113; 0,268]	2,552	0,052	Significativo
F→ARIA	0,012	0,311	[-0,065; 0,082]	2,453	0,000	Não significativo
SR→ARIA	0,649	18,416	[0,573; 0,714]	1,730	0,908	Significativo
FG→ARIA	-0,016	-0,540	[-0,078; 0,041]	1,098	0,001	Não significativo
FMC→ARIA	0,091	2,853	[0,032; 0,154]	1,758	0,018	Significativo

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

ARIA→AIA	0,666	22,727	[0,607; 0,722]	-	0,795	Significativo
AIA→UIA	0,729	33,936	[0,685; 0,769]	-	1,132	Significativo

Fonte: Elaboração própria

Para complementar a leitura da Tabela 4.8, a Figura 4.1 apresenta o modelo estrutural estimado, contendo os coeficientes padronizados (β) e os valores da estatística de teste (valores t). As linhas contínuas representam relações estatisticamente significativas (IC 95% não inclui 0), enquanto as linhas tracejadas indicam relações não significativas.

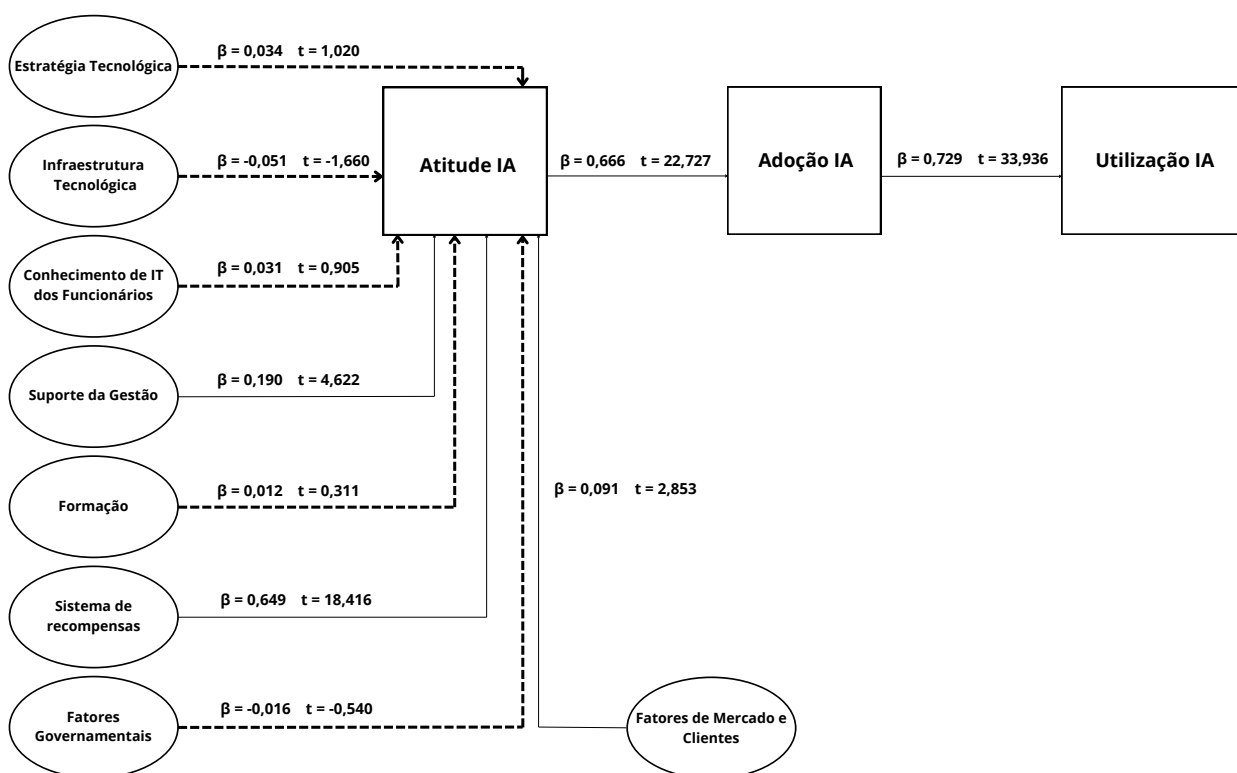


Figura 4.1 - Modelo estrutural estimado

Fonte: Elaboração própria

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

De forma geral, verifica-se que o modelo explica adequadamente as relações entre os fatores tecnológicos, organizacionais e externos e os construtos dependentes: atitude (ARIA), intenção de adoção (AIA) e utilização da IA (UIA). Todos os valores de VIF se encontram abaixo do limiar de 5, o que confirma a inexistência de multicolinearidade excessiva entre as variáveis independentes e, consequentemente, a adequação do modelo para a análise estrutural.

Entre os fatores tecnológicos, as relações experiência tecnológica ($ET \rightarrow ARIA$), infraestrutura tecnológica ($IT \rightarrow ARIA$) e conhecimento de IT dos funcionários ($CITF \rightarrow ARIA$) não se revelaram estatisticamente significativas, uma vez que os respetivos valores t são inferiores a 1,96 e os intervalos de confiança incluem o zero. Além disso, os valores de f^2 associados a estas relações são inferiores a 0,02, o que indica efeitos muito fracos ou irrelevantes, reforçando a ausência de impacto prático destas variáveis na atitude em relação à IA.

Relativamente aos fatores organizacionais, observam-se resultados significativos para o suporte da gestão ($SG \rightarrow ARIA$) ($\beta = 0,190$; $t = 4,622$; IC95% [0,113; 0,268]) e para os sistemas de recompensas ($SR \rightarrow ARIA$) ($\beta = 0,649$; $t = 18,416$; IC95% [0,573; 0,714]), indicando que ambos exercem um efeito positivo na atitude em relação à IA. Por outro lado, o construto formação ($F \rightarrow ARIA$) não apresentou relação significativa. No que respeita aos efeitos de tamanho, as relações significativas apresentam valores de f^2 entre 0,05 e 0,91. Em particular, o efeito do suporte da gestão ($SG \rightarrow ARIA$) é considerado fraco ($f^2=0,052$), enquanto o dos sistemas de recompensas ($SR \rightarrow ARIA$) é forte ($f^2=0,908$), demonstrando que a relevância prática das relações varia consoante a natureza dos construtos envolvidos.

No domínio dos fatores externos, apenas os fatores de mercado e clientes ($FMC \rightarrow ARIA$) demonstram um efeito estatisticamente significativo ($\beta = 0,091$; $t = 2,853$; IC95% [0,032; 0,154]), enquanto os fatores governamentais ($FG \rightarrow ARIA$) não revelam influência relevante. Em termos de f^2 , observa-se um efeito muito fraco (0,018) para o construto FMC, o que sugere que, apesar da significância estatística da relação, a sua influência prática no modelo é limitada.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Por fim, os resultados confirmam que a atitude em relação à IA (ARIA) exerce um impacto positivo e significativo sobre a intenção de adoção (AIA) ($\beta = 0,666$; $t = 22,727$; IC95% [0,607; 0,722]) e esta, por sua vez, influencia fortemente a utilização da IA (UIA) ($\beta = 0,729$; $t = 33,936$; IC95% [0,685; 0,769]). As relações entre estes construtos apresentam valores de f^2 elevados (superiores a 0,35), refletindo efeitos fortes e uma elevada relevância prática para o modelo.

De modo sintético, verificou-se significância estatística para cinco relações do modelo: $SG \rightarrow ARIA$, $SR \rightarrow ARIA$, $FMC \rightarrow ARIA$, $ARIA \rightarrow AIA$ e $AIA \rightarrow UIA$, todas com efeitos positivos. As restantes relações não apresentaram evidência estatística suficiente, pelo que as hipóteses correspondentes não foram suportadas. De forma global, o modelo demonstra ausência de multicolinearidade ($VIF < 5$) e apresenta efeitos de tamanho (f^2) variáveis entre muito fracos e fortes, confirmando a robustez e a validade estrutural das relações identificadas.

4.4.2 Coeficiente de Determinação

O coeficiente de determinação (R^2) é uma das medidas centrais na avaliação do modelo estrutural, representando a proporção da variância explicada de uma variável dependente pelos construtos que a antecedem no modelo. Em termos simples, o R^2 indica o poder explicativo do modelo, ou seja, em que medida as variáveis independentes conseguem prever o comportamento das variáveis dependentes (Hair et al., 2021).

Os valores de R^2 variam entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam maior capacidade explicativa. Segundo Hair et al. (2021), valores de 0,75, 0,50 e 0,25 podem ser interpretados, respetivamente, como elevados, moderados e fracos no contexto das ciências sociais.

A Tabela 4.9 apresenta os valores de R^2 obtidos para as variáveis endógenas do modelo.

Tabela 4.9 – Valores de R^2 para as variáveis dependentes

Variável dependente	R^2	Interpretação
ARIA	0,733	Poder explicativo forte

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

AIA	0,443	Poder moderado	explicativo
UIA	0,531	Poder moderado a alto	explicativo

Fonte: Elaboração própria

Os resultados obtidos revelam que o construto Atitude em relação à IA (ARIA) apresenta um R^2 de 0,733, o que significa que cerca de 73,3% da sua variância é explicada pelos fatores tecnológicos, organizacionais e externos incluídos no modelo. Este valor é considerado substancial, evidenciando um forte poder explicativo das variáveis antecedentes sobre a atitude.

A Intenção de Adoção da IA (AIA) regista um R^2 de 0,443, correspondendo a um nível moderado de explicação, o que indica que 44,3% da variação na intenção de adoção é explicada pela atitude em relação à IA. Por fim, a Utilização da IA (UIA) apresenta um R^2 de 0,531, o que representa uma explicação moderada a elevada, refletindo que 53,1% da variação na utilização efetiva é explicada pela intenção de adoção.

De forma global, os valores de R^2 obtidos (0,733; 0,443; 0,531) demonstram que o modelo apresenta um bom poder explicativo, especialmente no que respeita à atitude face à IA, cuja variância é maioritariamente capturada pelas variáveis independentes consideradas.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os resultados deste estudo validam o modelo teórico proposto, demonstrando relações consistentes entre os fatores organizacionais e externos e os construtos que explicam as perceções e comportamentos das PME portuguesas face à adoção da IA. O modelo revela um poder explicativo global satisfatório, com $R^2 = 0,733$ para a atitude (ARIA), $R^2 = 0,443$ para a intenção de adoção (AIA) e $R^2 = 0,531$ para a utilização da IA (UIA). Estes valores indicam, respetivamente, poder explicativo forte, moderado e moderado a elevado, sugerindo que o modelo proposto é capaz de captar de forma consistente as principais determinantes do processo de adoção de IA.

5.1 Relações entre Atitude, Intenção e Utilização

De forma geral, os resultados confirmam a estrutura causal entre os construtos comportamentais, demonstrando que a atitude em relação à IA exerce um efeito direto e fortemente significativo sobre a intenção de adoção ($\beta = 0,666$; $t = 22,727$), e que esta, por sua vez, influencia de forma ainda mais expressiva a utilização efetiva ($\beta = 0,729$; $t = 33,936$).

Esta sequência causal reforça as premissas centrais dos modelos de aceitação tecnológica, nomeadamente o TAM, segundo o qual a atitude favorável de um indivíduo em relação a uma tecnologia constitui um antecedente direto da intenção e do comportamento de uso. Estes resultados estão em plena concordância com investigações recentes, como as de Badghish e Soomro (2024) e Shrivastava e Diaz (2023), que sustentam que perceções positivas sobre utilidade e facilidade de uso conduzem a intenções de adoção mais fortes e, subsequentemente, à utilização efetiva de tecnologias inteligentes.

Assim, confirma-se que, também no contexto das PME portuguesas, a atitude positiva é o principal motor da adoção da IA, refletindo que a transição para o uso efetivo é mediada por fatores cognitivos e motivacionais. Este resultado reforça a importância de promover políticas empresariais que fomentem perceções favoráveis e confiança na utilização da IA, condição essencial para o desenvolvimento de estratégias de transformação digital sustentáveis.

5.2 Antecedentes Organizacionais da Atitude

Os fatores organizacionais emergem como os determinantes mais relevantes na explicação da atitude em relação à IA (ARIA), destacando-se o suporte da gestão (SG→ARIA) e os sistemas de recompensas (SR→ARIA) como preditores significativos.

O suporte da gestão apresenta um efeito estatisticamente significativo, embora de pequena magnitude ($\beta = 0,190$; $f^2 = 0,052$). Este resultado indica que a liderança desempenha um papel positivo na formação de perceções favoráveis face à IA, ainda que o seu impacto prático seja limitado. Tal evidência é consistente com a literatura que reconhece o envolvimento da gestão como condição necessária, mas não suficiente, para impulsionar a aceitação tecnológica (Dwivedi et al., 2021; Lada et al., 2023).

Nas PME, o compromisso da liderança assume particular importância, pois estas estruturas organizacionais tendem a depender de poucos decisores e da sua visão estratégica. Assim, mesmo um efeito de magnitude reduzida pode representar um impulso significativo quando a cultura de inovação é liderada de forma próxima e coerente.

Em contraste, o construto sistemas de recompensas (SR→ARIA) evidencia-se como o fator mais determinante da atitude, com um efeito forte ($\beta = 0,649$; $f^2 = 0,908$). Este resultado sugere que práticas de incentivo e reconhecimento são cruciais para criar um ambiente organizacional que favorece a aceitação da IA. Em linha com Almashawreh et al. (2024), a valorização do esforço individual e o alinhamento entre recompensas e objetivos de inovação aumentam a motivação dos colaboradores, reforçam a confiança e reduzem resistências à mudança tecnológica.

Isto revela que, nas PME portuguesas, a cultura de reconhecimento e meritocracia constitui um dos principais catalisadores de atitude positiva face à adoção da IA. Tal confirma a importância da dimensão organizacional do modelo TOE, que sublinha que a inovação tecnológica depende não apenas de recursos técnicos, mas também da capacidade da organização em criar condições humanas e motivacionais favoráveis.

Por outro lado, a formação (F→ARIA) não apresentou relação significativa com a atitude, o que sugere que as ações formativas atualmente promovidas pelas PME ainda não são suficientemente direcionadas para o desenvolvimento de competências

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

específicas em IA. Esta ausência de impacto pode ser explicada pela predominância de formações genéricas em competências digitais, que não se traduzem necessariamente em perceções de utilidade ou confiança tecnológica (Schwaeke et al., 2024). A média relativamente baixa obtida para este construto ($M = 2,59$) reforça esta leitura, indicando uma perceção de insuficiência formativa entre os colaboradores.

Em consequência, a formação técnica, embora essencial, não parece constituir ainda um motor direto de mudança no contexto atual das PME portuguesas, o que reforça a necessidade de políticas de capacitação contínua e ajustadas às realidades operacionais.

5.3 Fatores Tecnológicos e a Atitude em Relação à Inteligência Artificial

Os resultados referentes aos fatores tecnológicos (experiência tecnológica, infraestrutura tecnológica e conhecimentos de IT dos funcionários) não evidenciam efeitos estatisticamente significativos sobre a atitude. Este resultado é particularmente relevante, pois indica que, nas PME portuguesas, a simples disponibilidade de tecnologia ou o nível de competências informáticas não são suficientes para gerar predisposições positivas face à IA.

Este padrão alinha-se com o que referem Rawashdeh et al. (2023) e Khan e Mohib (2025), segundo os quais o impacto da tecnologia nas PME é frequentemente mediado por dimensões organizacionais e humanas. As empresas podem possuir infraestrutura e ferramentas tecnológicas adequadas, mas se não existirem práticas de liderança, incentivos e envolvimento dos colaboradores, a perceção de utilidade da IA permanece limitada.

Os valores de f^2 muito reduzidos (0,003; 0,008 e 0,002) observados para estes construtos reforçam a inexistência de efeitos práticos relevantes, evidenciando que a componente tecnológica, isoladamente, não constitui um fator diferenciador no atual estágio de maturidade digital das PME. Esta conclusão coincide com Almashawreh et al. (2024), que defende que a infraestrutura tecnológica, apesar de necessária, só se traduz em vantagem competitiva quando acompanhada por competências organizacionais complementares e estratégias de integração bem definidas.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Assim, os resultados apontam para uma realidade em que a dimensão tecnológica tem um papel de suporte, mas não de liderança, na adoção da IA, confirmando que as PME valorizam mais a capacidade de gestão e o envolvimento humano do que os recursos tecnológicos por si.

5.4 Fatores Externos: Ambiente e Pressões de Mercado

Entre os fatores externos, apenas os fatores de mercado e clientes (FMC→ARIA) revelam significância estatística ($\beta = 0,091$; $f^2 = 0,018$), embora com efeito muito fraco. Este resultado indica que a pressão competitiva e as exigências dos clientes exercem alguma influência sobre as atitudes das empresas face à IA, mas de forma limitada.

A influência prática reduzida pode dever-se ao facto de muitas PME ainda encararem a IA como uma inovação distante da sua realidade operacional, priorizando a sobrevivência e a gestão diária em detrimento de investimentos tecnológicos de longo prazo.

Estudos como os de Schwaeke et al. (2024) corroboram este resultado, salientando que, embora o mercado e os clientes funcionem como estímulos iniciais à digitalização, o impacto real dessas pressões depende da capacidade interna das empresas para responder de forma ágil e estratégica.

Por sua vez, os fatores governamentais (FG→ARIA) não apresentaram efeito significativo, o que reflete um distanciamento entre as políticas públicas e a perceção prática das PME. Esta ausência de impacto confirma as conclusões da Comissão Europeia (2023), que destacam que o apoio institucional à digitalização nas PME europeias é frequentemente visto como burocrático, de difícil acesso e pouco adaptado às suas necessidades. Assim, as PME portuguesas continuam a depender mais da iniciativa interna e da pressão do mercado do que de incentivos governamentais para avançar na adoção da IA.

5.5 Síntese Teórica e Implicações Práticas

Em síntese, o modelo confirma que a adoção de IA nas PME portuguesas é fortemente condicionada por fatores organizacionais, em especial pela liderança e pelas políticas de

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

incentivo, enquanto os fatores tecnológicos e governamentais têm um impacto residual. A atitude surge como variável central, transformando estímulos internos (liderança e recompensas) e externos (pressão do mercado) em intenção e comportamento efetivo de adoção.

Esta configuração confirma a complementaridade entre o TOE e o TAM, evidenciando que a tecnologia é adotada quando existe congruência entre perceções individuais e condições organizacionais favoráveis. O suporte da gestão e os mecanismos de reconhecimento representam a ponte entre o potencial tecnológico e a aceitação humana, convertendo a inovação em prática quotidiana.

Do ponto de vista prático, os resultados sublinham que as PME portuguesas precisam de priorizar ações que reforcem o envolvimento humano e a cultura de inovação, em vez de focarem exclusivamente em investimentos tecnológicos. Recomenda-se o desenvolvimento de estratégias de formação direcionadas para a literacia em IA, associadas a sistemas de recompensas e reconhecimento que valorizem a experimentação e a melhoria contínua.

Adicionalmente, os decisores públicos devem adaptar as políticas de apoio à realidade operacional das PME, simplificando os processos de acesso e promovendo programas de capacitação práticos, orientados para resultados tangíveis e mensuráveis.

No conjunto, este estudo reforça que a transformação digital e a adoção de IA nas PME portuguesas são processos gradualmente construídos, sustentados mais por fatores humanos e culturais do que pela tecnologia em si. As empresas que melhor conjugam visão estratégica, liderança participativa e valorização dos seus colaboradores são as que demonstram maior capacidade para converter perceções positivas em comportamentos de adoção efetiva, promovendo uma cultura de inovação sustentável e orientada para o futuro.

CONCLUSÃO

A rápida evolução tecnológica e o crescimento exponencial das soluções baseadas em IA têm vindo a transformar profundamente o modo como as empresas operam, competem e tomam decisões. No entanto, a adoção efetiva destas tecnologias pelas pequenas e médias empresas continua a ser um desafio multifacetado, influenciado por fatores internos, externos e contextuais. Partindo desta realidade, o presente estudo teve como objetivo identificar e analisar os principais fatores que influenciam a adoção e utilização da IA nas PME portuguesas, com base no modelo TOE.

O modelo proposto procurou compreender em que medida as dimensões tecnológica, organizacional e ambiental contribuem para a formação de atitudes e comportamentos de adoção de IA. Através da aplicação de um questionário e da análise do modelo de equações estruturais, foi possível validar empiricamente as relações entre os diferentes fatores e os construtos dependentes. Os resultados obtidos confirmaram a adequação do modelo e revelaram que o processo de adoção da IA é explicado, sobretudo, por fatores de natureza organizacional, em detrimento dos tecnológicos e governamentais.

A dimensão organizacional demonstrou ser a mais determinante para a formação de perceções e comportamentos favoráveis à IA. Dentro desta categoria, destacaram-se o suporte da gestão ($\beta = 0,190$; $f^2 = 0,052$) e os sistemas de recompensas ($\beta = 0,649$; $f^2 = 0,908$) como preditores significativos da atitude em relação à tecnologia. Embora o efeito do suporte da gestão seja de pequena magnitude, confirma que o envolvimento da liderança é essencial para legitimar a mudança e reduzir resistências internas. Já os sistemas de recompensas apresentaram um impacto expressivo, revelando que políticas de incentivo, reconhecimento e valorização profissional são cruciais para promover uma cultura organizacional aberta à inovação. Estes resultados corroboram os contributos de Dwivedi et al. (2021), Almashawreh et al. (2024) e Lada et al. (2023), que destacam o papel da motivação e da gestão participativa como elementos centrais na aceitação de tecnologias emergentes.

Por sua vez, os resultados demonstraram que a formação não apresentou relação significativa com a atitude, o que sugere que as ações formativas atualmente existentes nas PME portuguesas ainda não estão suficientemente orientadas para a capacitação

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

específica em IA. Este resultado vai ao encontro da análise descritiva, onde se observou uma média baixa para este construto, refletindo uma perceção de insuficiência nas iniciativas de aprendizagem e treino técnico. A ausência de efeito significativo indica que a formação genérica não é, por si só, capaz de gerar atitudes positivas, sendo necessário um investimento mais direcionado e contínuo em literacia tecnológica e em competências aplicadas ao contexto empresarial.

A dimensão tecnológica, composta pelos construtos experiência tecnológica, infraestrutura tecnológica e conhecimento de IT dos funcionários, não apresentou relações estatisticamente significativas. Os valores muito reduzidos de f^2 (0,003; 0,008; 0,002) confirmam a inexistência de efeitos práticos relevantes, o que evidencia que a simples disponibilidade tecnológica ou o nível de competência técnica não são, isoladamente, determinantes para o desenvolvimento de atitudes favoráveis à IA. Este resultado reflete o contexto das PME portuguesas, onde os recursos são frequentemente limitados e as decisões de investimento tecnológico dependem fortemente da perceção de utilidade e do apoio da gestão. Assim, a tecnologia atua mais como facilitador do que como impulsionador direto, corroborando o que afirmam Rawashdeh et al. (2023) e Khan e Mohib (2025): a adoção de tecnologias avançadas depende da integração entre infraestrutura, estratégia e envolvimento humano.

No que respeita à dimensão ambiental, apenas os fatores de mercado e clientes ($\beta = 0,091$; $f^2 = 0,018$) demonstraram efeito estatisticamente significativo, embora com uma intensidade muito fraca. Este resultado indica que a pressão competitiva e as exigências dos clientes podem funcionar como estímulos à adoção da IA, mas ainda não representam um fator decisivo. Tal evidência é consistente com as conclusões da OECD (2023) e de Schwaecke et al. (2024), que apontam que a concorrência e a necessidade de inovação constituem motivações importantes, mas insuficientes para garantir transformação tecnológica sem uma base organizacional sólida. Em contrapartida, os fatores governamentais não se mostraram significativos, o que reforça a perceção de afastamento entre as políticas públicas e a realidade operacional das PME portuguesas. A ausência de impacto direto deste construto confirma a tendência identificada pela Comissão Europeia

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

(2024), que reconhece que os programas de incentivo à digitalização são muitas vezes complexos, burocráticos e pouco acessíveis às empresas de menor dimensão.

Os resultados também confirmaram uma relação consistente entre os construtos comportamentais: a atitude em relação à IA (ARIA) influencia positivamente a intenção de adoção (AIA) ($\beta = 0,666$) e esta, por sua vez, exerce um forte impacto sobre a utilização efetiva (UIA) ($\beta = 0,729$). Estes valores sustentam a existência de uma ligação progressiva entre perceções, intenções e comportamentos, validando a estrutura teórica do modelo e destacando o papel mediador da atitude. Esta sequência é amplamente reconhecida na literatura, onde a predisposição favorável é entendida como o primeiro passo para o uso efetivo de tecnologias digitais (Shrivastava & Diaz, 2023).

O poder explicativo do modelo é robusto, com $R^2 = 0,733$ para a atitude, $R^2 = 0,443$ para a intenção de adoção e $R^2 = 0,531$ para a utilização, o que confirma a sua adequação ao fenómeno em estudo. Estes resultados reforçam que, nas PME portuguesas, a transformação digital e a adoção da IA dependem mais de fatores internos, humanos e culturais, do que de fatores estruturais ou tecnológicos. A liderança, o reconhecimento e o envolvimento dos colaboradores surgem como motores da mudança, enquanto o papel do governo e da infraestrutura tecnológica permanece secundário.

Do ponto de vista teórico, esta investigação contribui para o avanço do modelo TOE ao aplicá-lo ao contexto específico das PME portuguesas e ao fenómeno da adoção de IA, ainda pouco explorado na literatura nacional. O estudo confirma que os fatores organizacionais têm maior influência do que os tecnológicos e ambientais, reforçando a importância da dimensão humana e da gestão na adoção de inovações digitais. Além disso, demonstra a pertinência do modelo TOE para explicar comportamentos empresariais complexos, oferecendo uma estrutura válida para futuras pesquisas sobre transformação digital e tecnologias emergentes.

Em termos práticos, os resultados oferecem orientações claras para gestores e decisores. Recomenda-se que as PME invistam na criação de uma cultura interna de inovação, baseada em liderança participativa, reconhecimento do mérito e estímulo à aprendizagem contínua. Estratégias que promovam a confiança e a valorização das pessoas podem ser mais eficazes do que o investimento isolado em tecnologia. Paralelamente, é fundamental

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

que as políticas públicas sejam ajustadas à realidade das PME, simplificando processos de acesso a programas de apoio e reforçando a componente de capacitação prática e técnica. A articulação entre setor público e empresas pode ser determinante para acelerar a maturidade digital do tecido empresarial português.

Este estudo não está isento de limitações. Em primeiro lugar, a recolha de dados por questionário implica dependência das perceções dos respondentes, o que pode introduzir enviesamentos de resposta. Em segundo lugar, o modelo foi testado exclusivamente no contexto português, o que limita a generalização dos resultados para outros países. Por fim, a análise baseou-se num conjunto de variáveis predefinidas; outros fatores, como cultura organizacional, orientação estratégica ou maturidade digital, poderão também influenciar a adoção da IA e merecem ser incluídos em estudos futuros.

Com base nestas limitações, futuras investigações poderão recorrer a metodologias mistas (quantitativas e qualitativas), que permitam explorar em maior profundidade as perceções dos gestores e colaboradores. Estudos longitudinais poderiam igualmente analisar a evolução da adoção de IA ao longo do tempo, permitindo compreender o impacto das políticas públicas e do progresso tecnológico nas decisões das PME.

Em suma, o estudo conclui que a adoção da IA nas PME portuguesas é um processo gradual, multidimensional e profundamente humano. A tecnologia, por si só, não garante mudança, o verdadeiro motor da transformação digital reside na capacidade das empresas de envolver pessoas, alinhar práticas organizacionais e criar condições que tornem a inovação parte integrante da sua cultura. As empresas que valorizam a liderança, o reconhecimento e a aprendizagem contínua são as que revelam maior predisposição para converter atitudes positivas em comportamentos concretos de adoção, construindo, assim, um caminho sustentável rumo à competitividade e à inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aish, E. A. (2025). *Artificial intelligence adoption in small and medium enterprises: An empirical study from emerging markets*. *Journal of Small Business Strategy*, 35(1), 45–62.

Alkhodair, A. M., & Alkhudhayr, M. (2025). *Technology acceptance of artificial intelligence tools in SMEs: Evidence from the Gulf region*. *Technological Forecasting and Social Change*, 201, 123122.

Almashawreh, A., Alshira'h, A. F., Al-Shbiel, S. O., Al-Dmour, H. H., & Al-Dmour, R. H. (2024). *Artificial intelligence adoption in small and medium enterprises: The role of management support, training, and digital strategy*. *Technological Forecasting and Social Change*, 198, 122930.

Badghish, S., & Soomro, A. B. (2024). *Artificial intelligence adoption in SMEs: Challenges and opportunities in emerging economies*. *Journal of Business Research*, 169, 114205.

Barata, S. F. P. G., Ferreira, F. A. F., Carayannis, E. G., & Ferreira, J. J. M. (2024). *Determinants of e-commerce, artificial intelligence, and agile methods in small- and medium-sized enterprises*. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71(4), 6903–6917. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3269601>

Comissão Europeia. (2023). *Annual report on European SMEs 2022/2023*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/12f499c0-461d-11ee-92e3-01aa75ed71a1/language-en>

Davis, F. D. (1987). *User acceptance of information systems: The Technology Acceptance Model* (Doctoral dissertation). Massachusetts Institute of Technology. <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/35547/b1409190.0001.001.pdf>

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Davis, F. D. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & 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, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). SAGE Publications.

Haq, I. U., Alshurideh, M., Alzoubi, H. M., & Al Kurdi, B. (2025). *Understanding artificial intelligence adoption through the Technology Acceptance Model (TAM): Evidence from SMEs*. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123014.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2023). *Estatísticas das empresas 2023*. INE. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=687010522&PUBLICACOESmodo=2

Jalil, M. F., Lynch, P., Marikan, D. A. B. A., & Isa, A. H. B. M. (2024). *The influential role of artificial intelligence (AI) adoption in digital value creation for small and medium enterprises (SMEs): Does technological orientation mediate this relationship?* *AI & Society*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00146-024-01969-1>

Keong, T. C., & Nguyen, P. H. (2024). *Governmental support, awareness and AI adoption in SMEs: A TOE perspective*. *Journal of Business Research*, 168, 114022.

Khan, F. K., & Mohib, M. (2025). *AI readiness and perceived benefits among small enterprises: A conceptual extension of the TOE framework*. *Journal of Small Business Management*, 63(2), 215–234.

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Lada, S., Coussement, K., & Lessmann, S. (2023). *Artificial intelligence in business: Applications, challenges, and research agenda. International Journal of Information Management, 69*, 102636.

Mohib, M., Khan, F. K., El Burari, R., & Ali, S. (2025). *The challenges and limitations of artificial intelligence adoption in small and medium-sized enterprises. Review of Journal of Social Policy, 3*(1), 292–301.

Musa, S., & Lekfir, H. (2024). *Factors influencing the adoption of artificial intelligence in SMEs: Evidence from North Africa. Journal of Enterprise Information Management, 37*(2), 311–329.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *SME and Entrepreneurship Outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/342b8564-en>

Perifanis, T., & Kitsios, F. (2023). *Artificial intelligence adoption in SMEs: A dynamic capabilities perspective. Procedia Computer Science, 219*, 1124–1131.

Polisetty, A., Chakraborty, D., Sowmya, G., Kar, A. K., & Pahari, S. (2024). *What determines AI adoption in companies? Mixed-method evidence. Journal of Computer Information Systems, 64*(3), 370–387. <https://doi.org/10.1080/08874417.2023.2219668>

Pozzo, D. N., Gonzalez Beleño, C. A., Reales Correa, K., Garizabal Donado, M., Gomez Pedroza, F. J., & Moncada Diaz, J. E. (2024). *Managers' attitudes and behavioral intentions towards using artificial intelligence for organizational decision-making: A study with Colombian SMEs. Procedia Computer Science, 238*, 956–961. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.119>

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>

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Pearson Education.

Sánchez, E., Calderón, R., & Herrera, F. (2025). *Artificial intelligence adoption in SMEs: Survey based on TOE–DOI framework, primary methodology and challenges. Applied Sciences*, 15(12), 6465. <https://doi.org/10.3390/app15126465>

Schwaeke, F., Müller, T., & Zhang, Y. (2024). *Adoption of artificial intelligence in small and medium-sized enterprises: Drivers, barriers, and future research directions. Journal of Small Business Management*, 62(1), 123–145.

Sharma, S., Singh, G., Islam, N., & Dhir, A. (2024). *Why do SMEs adopt artificial intelligence-based chatbots? IEEE Transactions on Engineering Management*, 71(2), 1773–1787. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3203469>

Shrivastava, P., & Diaz, R. (2023). *Artificial intelligence and disruptive innovation: Implications for organizations and society. Technological Forecasting and Social Change*, 193, 122567.

Soomro, A. B., & Badghish, S. (2023). *Understanding artificial intelligence adoption among SMEs in developing economies: The role of governmental support and organizational readiness. Technological Forecasting and Social Change*, 195, 122617.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). *A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). *User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

ANEXOS

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

ANEXO 1

ANEXO 1- GRÁFICOS DA CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

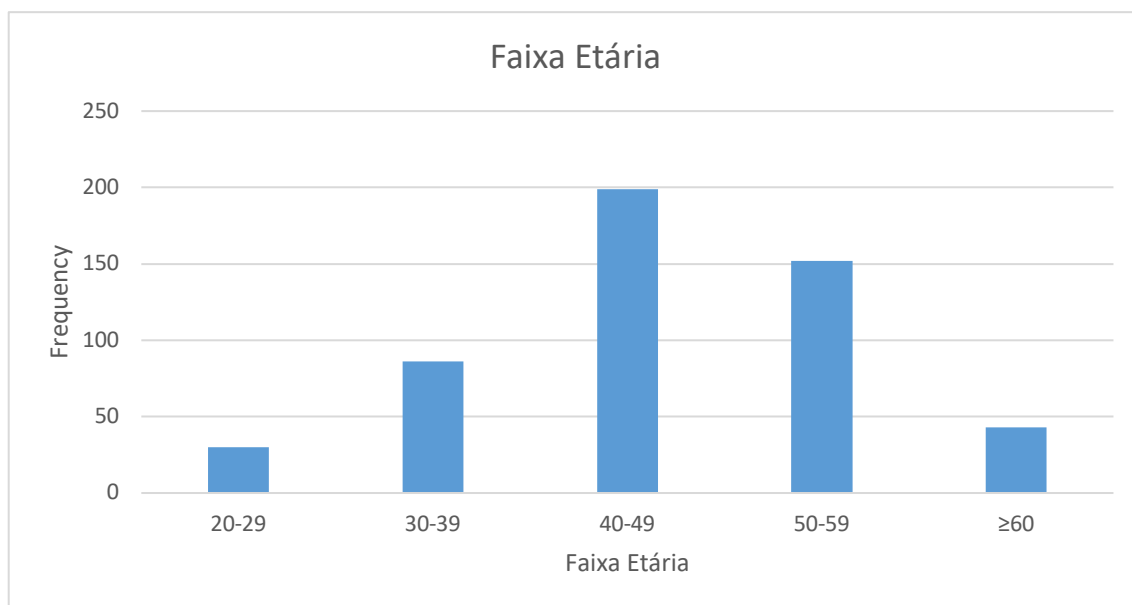


Figura A 1 - Distribuição dos participantes por faixa etária

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).

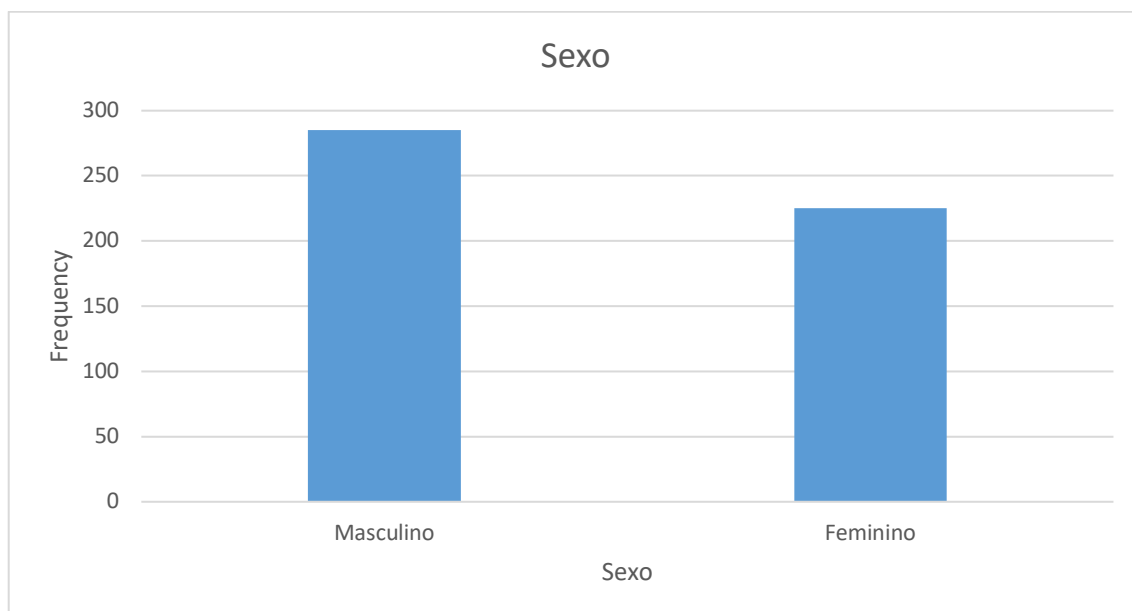


Figura A 2 - Distribuição dos participantes por sexo

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

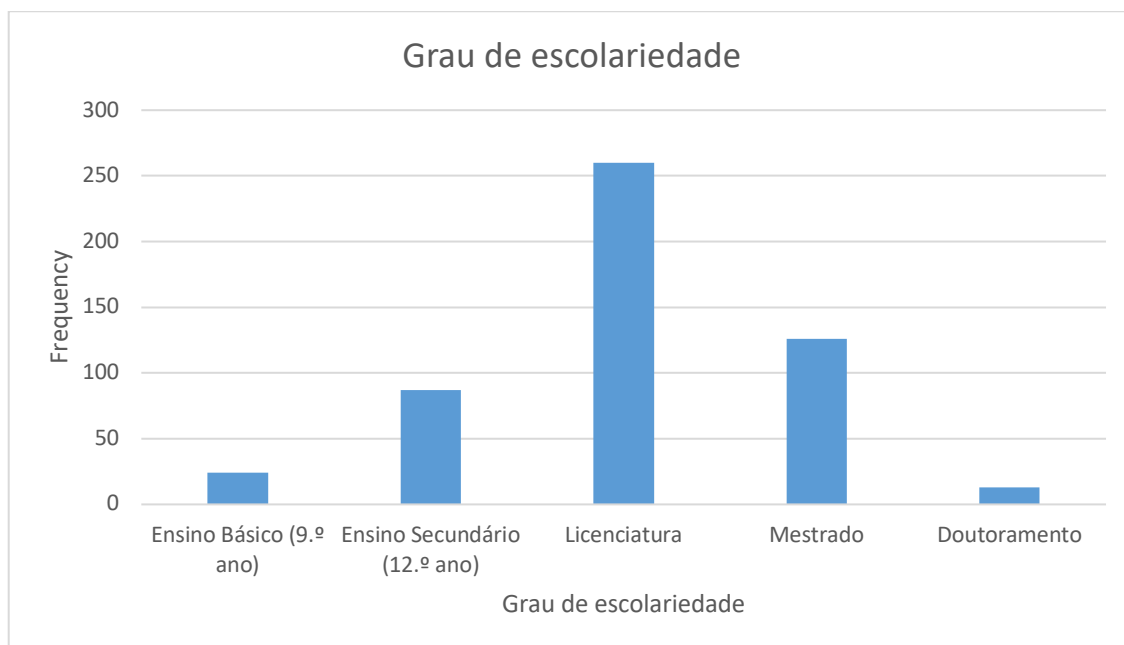


Figura A 3 - Distribuição dos participantes por grau de escolaridade

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).

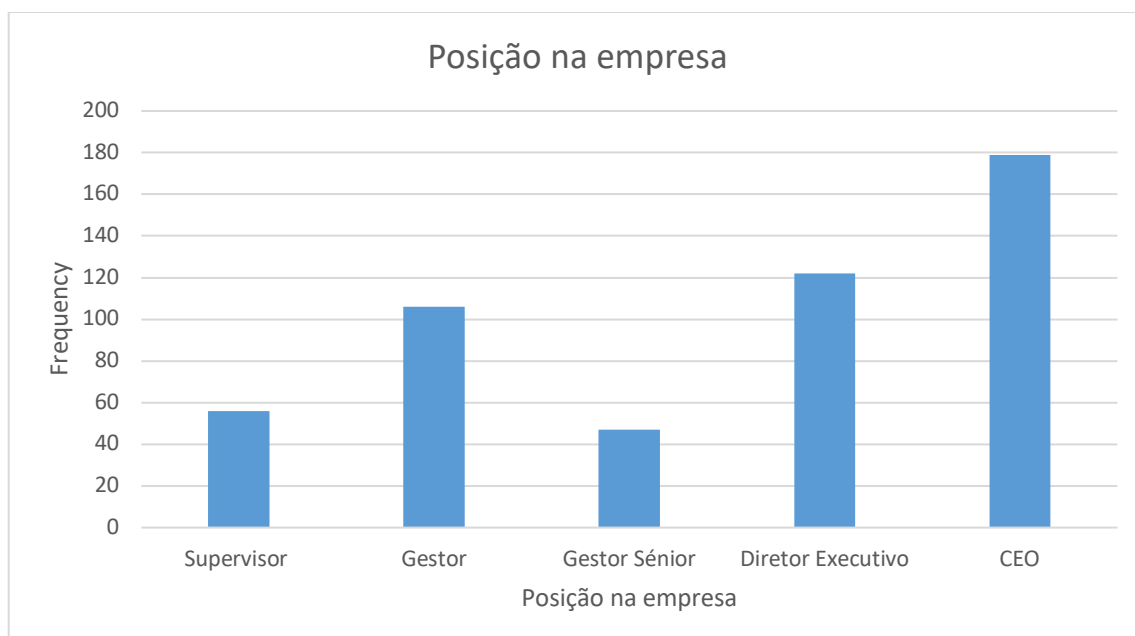


Figura A 4 - Distribuição dos participantes por posição na empresa

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).

Fatores determinantes associados à adoção da IA em PME portuguesas

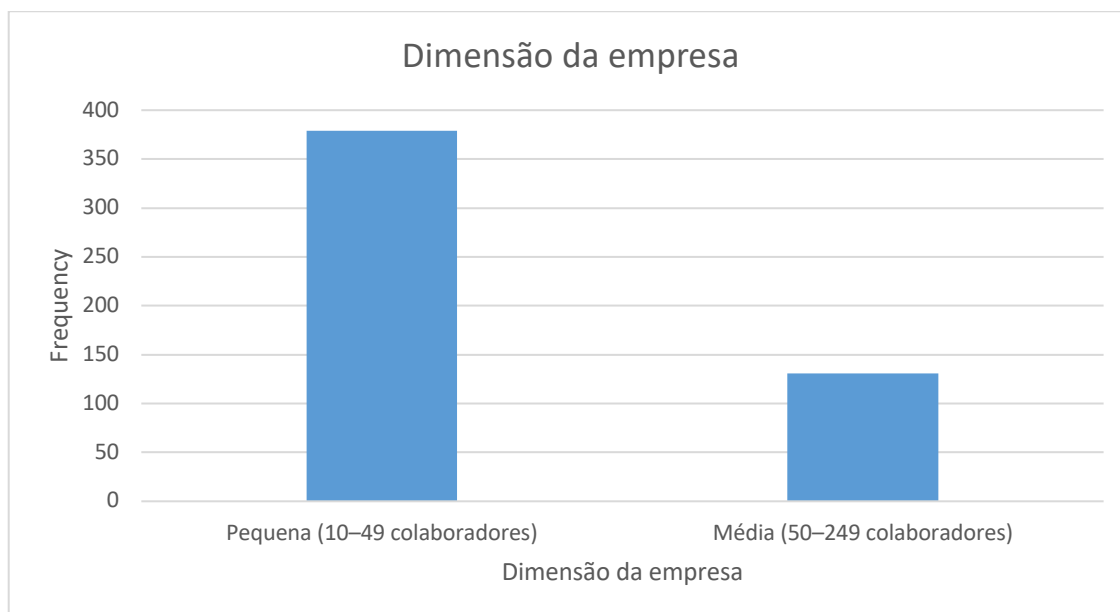


Figura A 5 - Distribuição dos participantes por dimensão da empresa

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).

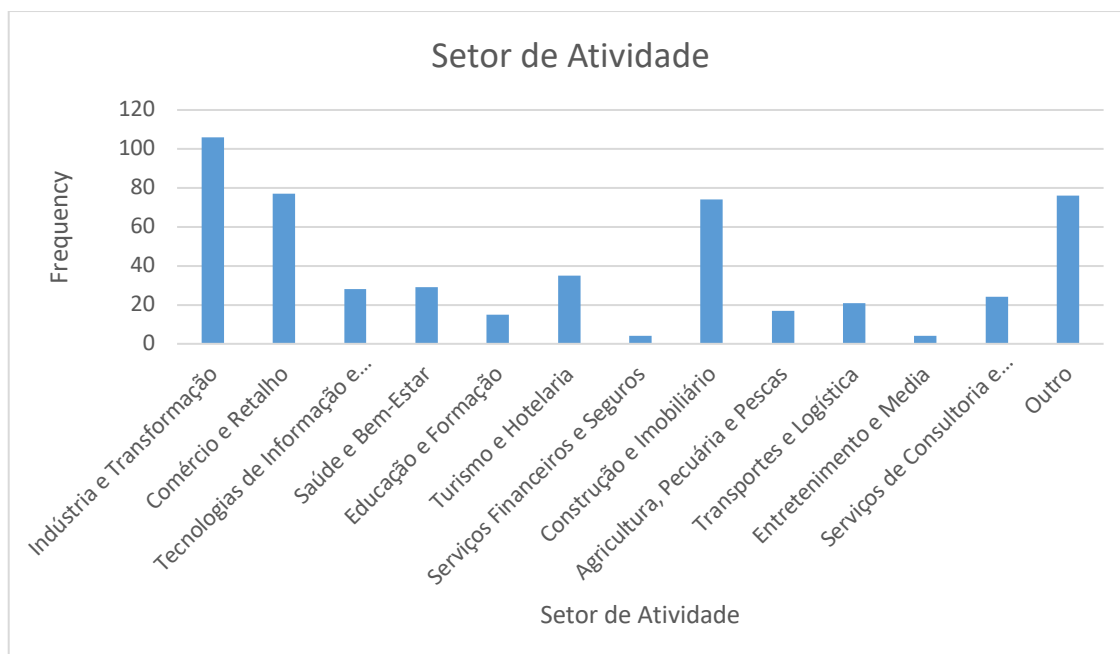


Figura A 6 - Distribuição dos participantes por setor de atividade

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SPSS (2025).