



CIÊNCIAS EMPRESARIAIS

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

DENIS RIBEIRO
PATROCÍNIO

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS PME PORTUGUESAS: UMA ANÁLISE LONGITUDINAL COM BASE NOS MICRODADOS DO IUTICE (2015-2024)

Relatório de Dissertação do Mestrado em
Ciências Empresariais – Ramo PME

ORIENTADOR

Prof^ª. Dra. Maria Dulce da Costa Matos e Coelho

Prof^ª. Dra. Sandra Cristina Dias Nunes

Novembro/2025

DENIS RIBEIRO
PATROCÍNIO

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS
PME PORTUGUESAS: UMA
ANÁLISE LONGITUDINAL COM
BASE NOS MICRODADOS DO
IUTICE (2015-2024)**

JÚRI

Presidente:

Prof.^a Adjunta Carmina Simion Simescu Martinho
Nunes – IPS

Orientador:

Prof.^a Dra. Maria Dulce da Costa Matos e Coelho –
IPS

Vogal:

Prof.^o Adjunto Conv. Fernando José de Aires
Angelino

Novembro/2025

AGRADECIMENTOS

Este trabalho marca não apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas também um percurso de crescimento pessoal. Nada disto teria sido possível sem o contributo, o apoio e a confiança de muitas pessoas que me acompanharam nesta jornada. A Deus, pela força, inspiração e resiliência que me sustentaram diante dos desafios.

À minha família, pelo apoio incondicional e pela paciência constante. Em especial, à minha esposa Regina e à minha filha Luiza, que compreenderam o tempo dedicado ao estudo quando poderia estar ao seu lado, acolhendo esta escolha com generosidade. Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo mesmo à distância. À Deise e ao Alexandre, meus cunhados, cuja ajuda foi determinante: sem o apoio deles, nada disto teria sido possível.

Aos colegas e amigos, pela presença fundamental neste percurso. Ao Gilvan Lima, pela acolhida no mestrado — numa altura em que o curso já decorria — e pela parceria e amizade ao longo de todo este tempo. À Sara Tavares, pela amizade e por abrir as portas da sua casa para estudos em grupo, aproximando-me também da sua família. À Miriam Sousa, pela amizade, pelo suporte e pelo espaço para desabafos nas fases mais exigentes.

A todos os professores do mestrado, pelo rigor académico e pelo compromisso com os alunos. À Prof.^a Ana Rolo, pelo incentivo e pela disponibilidade para esclarecer dúvidas, inclusive quando eu ainda estava no Brasil. Ao Prof. Pedro Anunciação, pelas conversas esclarecedoras e pelas oportunidades ao longo do percurso. Uma palavra muito particular às minhas orientadoras, Prof.^a Dulce Matos e Prof.^a Sandra Nunes, pelo suporte, pela orientação atenta e pelo estímulo permanente — primordiais e incondicionais ao longo de toda a construção desta dissertação, no plano conceptual e metodológico.

Por fim, registo o esforço e a perseverança que me permitiram concluir o objetivo a que me propus ao iniciar este mestrado.

RESUMO

Este estudo analisa a evolução da adoção de tecnologias digitais nas Pequenas e Médias Empresas (PME) portuguesas entre 2015 e 2024, com base em microdados anonimizados do IUTICE. A investigação abrange cinco dimensões: profissionais de TIC, formação em TIC, comércio eletrónico (presença e intensidade), segurança nas TIC e inteligência artificial (IA). O objetivo é mapear a trajetória de adoção, identificar tendências e caracterizar assimetrias setoriais. Foram construídos os índices D1 (Segurança nas TIC) e E1 (IA), em escala 0–100, para leitura comparativa e longitudinal. A análise é quantitativa, descritiva e longitudinal, com harmonização interanual de variáveis, visualização temporal e comparações setoriais. Complementarmente, realiza-se para o ano de 2024 uma comparação transversal com Grandes Empresas para enquadrar os níveis das PME.

Os resultados revelam uma evolução gradual e heterogénea. Nos recursos humanos em TIC, cresce a presença de especialistas, sobretudo nos setores mais intensivos em conhecimento — J (Informação e Comunicação) e M (Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas) —, enquanto setores de contacto direto com o consumidor — G (Comércio), H (Transportes e Armazenagem) e I (Alojamento e Restauração) — registam progressos mais moderados. A formação acompanha essa evolução. O comércio eletrónico apresenta uma adesão crescente, a segurança das TIC expande práticas (D1) e a IA evidencia uma trajetória emergente (E1), concentrando-se em aplicações de menor barreira técnica (linguagem, automação, aprendizagem automática). Em 2024, as Grandes Empresas superam as PME em todas as dimensões analisadas, refletindo vantagem de escala e recursos.

Conclui-se que as PME portuguesas registam um progresso assinalável na maturidade digital, com avanços em capital humano e segurança, comércio eletrónico consolidado e IA em expansão. Os índices D1 e E1 mostram-se instrumentos úteis para diagnóstico e monitorização por setor e ano.

PALAVRAS-CHAVE: Transformação digital; PME; IUTICE; Inteligência artificial.

ABSTRACT

This study analyses the evolution of digital technology adoption in Portuguese Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) between 2015 and 2024, based on anonymised microdata from the IUTICE survey. The research covers five dimensions: ICT professionals, ICT training, e-commerce (presence and intensity), ICT security and artificial intelligence (AI). The aim is to map the adoption trajectory, identify trends, and characterise sectoral asymmetries. Two synthetic indices were constructed — D1 (ICT Security) and E1 (AI) — on a 0–100 scale, to enable longitudinal and comparative analysis. The study follows a quantitative, descriptive and longitudinal design, with interannual harmonisation of variables, temporal visualisation and sectoral comparisons. Additionally, for the year 2024, a cross-sectional comparison with large enterprises was carried out to contextualise SME adoption levels.

The results reveal a gradual and heterogeneous evolution. In ICT human resources, the presence of specialists increased mainly in knowledge-intensive sectors — J (Information and Communication) and M (Professional, Scientific and Technical Activities) —, while consumer-facing sectors — G (Trade), H (Transportation and Storage) and I (Accommodation and Food Services) — recorded more moderate progress. ICT training followed a similar pattern. E-commerce shows growing adoption, ICT security expanded its practices (D1), and AI displays an emerging trajectory (E1), concentrated in lower-barrier applications (language, automation, machine learning). In 2024, large enterprises outperform SMEs in all dimensions, reflecting their scale and resource advantages.

It is concluded that Portuguese SMEs have achieved significant progress in digital maturity, with advances in human capital and security, consolidated e-commerce and expanding AI adoption. The D1 and E1 indices have proven to be useful tools for diagnosis and monitoring by sector and year.

KEYWORDS: Digital transformation; SMEs; IUTICE; Artificial intelligence.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	XI
INTRODUÇÃO	1
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.1 As PME no Contexto Económico Nacional.....	4
1.2 Transformação Digital nas Empresas.....	5
1.3 Determinantes da Adoção de Tecnologias Digitais nas PME.....	7
1.4 Recursos Humanos e Competências em TIC	8
1.5 Tecnologias Digitais no Contexto Empresarial	10
1.5.1 Comércio Eletrónico nas PME Portuguesas	11
1.5.2 Segurança das TIC nas PME Portuguesas.....	13
1.5.3 Inteligência Artificial nas PME Portuguesas	15
1.6 O IUTICE como Fonte de Dados para o Estudo da Transformação Digital nas PME Portuguesas	16
1.7 Estudos Empíricos Recentes sobre Adoção Tecnológica nas PME.....	19
1.8 Estado da Arte e Lacunas Identificadas	20
2. OBJETIVOS E METODOLOGIA	22
2.1 Enquadramento Metodológico	22
2.2 Questão de Investigação e Expectativas	24
2.3 Universo, Amostra e Fonte de Dados.....	25
2.4 Técnicas de Análise dos Dados	28
2.5 Variáveis em Estudo e Estratégia de Tratamento dos Dados	28
2.6 Construção dos Índices Compostos D1 e E1	30

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	32
3.1 Pessoal ao Serviço Especialista em TIC	32
3.2 Formação em TIC	34
3.3 Comércio Eletrónico (Presença e Intensidade)	36
3.3.1 Presença de Comércio Eletrónico nas PME	37
3.3.2 Intensidade: Percentagem do Volume de Negócios em Canais Digitais	39
3.4 Segurança nas TIC (Variáveis e Índice D1).....	40
3.4.1 Evolução do Índice D1 (2019–2024).....	41
3.4.2 Adoção de Medidas de Segurança nas PME em 2024	42
3.5 Inteligência Artificial (Variáveis e Índice E1)	44
3.5.1 Evolução do Índice E1 (2021–2024).....	45
3.5.2 Inteligência Artificial - Tecnologias Utilizadas pelas PME (2024).....	47
3.5.3 Inteligência Artificial – Propósito da Utilização nas PME (2024).....	49
3.6 Retrato Transversal de 2024: PME e Grandes Empresas	51
3.6.1 Pessoal ao Serviço Especialista em TIC	51
3.6.2 Formação em TIC.....	52
3.6.3 Comércio Eletrónico (Presença).....	53
3.6.4 Segurança nas TIC – Índice D1 (2024).....	54
3.6.5 Inteligência Artificial – Índice E1 (2024)	55
3.7 Resultados Face às Expectativas Formuladas.....	56
CONCLUSÃO E INVESTIGAÇÃO FUTURA	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÊNDICES	70
Apêndice 1 – Profissionais de TIC	70
Apêndice 2 – Formação em TIC	73
Apêndice 3 – Comércio Eletrónico	76
Apêndice 3.1 – Comércio Eletrónico (Presença).....	76
Apêndice 3.2 – Comércio Eletrónico (% do volume de negócios)	78
Apêndice 4 – Segurança nas TIC (variáveis originais por ano)	81

Apêndice 5 – Inteligência Artificial (variáveis originais por ano)	84
Apêndice 6 – Índices Compostos (D1 e E1).....	87
Apêndice 7 – Número total de empresas respondentes, por setor e ano (2015–2024). ...	89
Apêndice 8 – Resultados Profissionais de TIC (2015–2024).....	90
Apêndice 9 – Resultados Formação em TIC (2015–2024).....	91
Apêndice 10 – Resultados Comércio Eletrónico (2015–2024)	92
Apêndice 11 – Resultados Segurança nas TIC (2019, 2022 e 2024)	93
Apêndice 12 – Resultados Inteligência Artificial (2021, 2023 e 2024)	96
Apêndice 13 – Questionários IUTICE (2015 – 2024).....	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução do Número de Empresas do Setor (2015 – 2024).....	27
Gráfico 2 – Pessoal ao Serviço Especialista em TIC – PME (2015-2024)	34
Gráfico 3 – Formação em TIC – PME (2015-2024)	36
Gráfico 4 – Comércio Eletrónico – PME com Vendas Via Canais Digitais (2015-2024)	38
Gráfico 5 – Comércio Eletrónico – % do Volume de Negócios Via Canais Digitais (2015-2024).....	39
Gráfico 6 – Segurança nas TIC – Índice D1 – Medidas de Segurança nas TIC (PME)	42
Gráfico 7 – Segurança das TIC – Medidas de Segurança – PME (2024)	43
Gráfico 8 – Segurança das TIC – Índice D1 por Setor – PME (2024)	44
Gráfico 9 – Inteligência Artificial – Índice E1 – Utilização de IA – PME (2021 – 2024)	46
Gráfico 10 – Inteligência Artificial – Índice E1 – Utilização de IA por Setor – PME (2024)....	47
Gráfico 11 – Inteligência Artificial – Tecnologias de IA utilizadas pelas PME em 2024	48
Gráfico 12 – Inteligência Artificial – Propósitos de Utilização de IA nas PME em 2024	50
Gráfico 13 – Profissionais de TIC – PME vs GE por Setor (2024)	52
Gráfico 14 – Formação em TIC – PME vs GE por Setor (2024)	53
Gráfico 15 – Comércio Eletrónico (Presença) – PME vs GE por Setor (2024).....	54
Gráfico 16 – Índice D1 (Segurança nas TIC) – PME vs GE por Setor (2024)	55
Gráfico 17 – Índice E1 (Inteligência Artificial) – PME vs GE por Setor (2024).....	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Número de observações válidas por setor nos microdados do IUTICE (2015-2024).....	26
Tabela 2 – Número total de empresas respondentes, por setor e ano (2015–2024).	89
Tabela 3 – Empresas com profissionais de TIC, por setor e ano (2015–2024).	90
Tabela 4 – Empresas que promoveram formação em TIC, por setor e ano (2015–2024). ...	91
Tabela 5 – Empresas que realizaram vendas por comércio eletrônico, por setor e ano (2015–2024).....	92
Tabela 6 – Percentagem do volume de negócios por comércio eletrônico, por setor e ano (2015–2024).....	92
Tabela 7 – Adoção das medidas de segurança TIC, por setor e ano (2019, 2022 e 2024). .	93
Tabela 8 – Índice D1 (média das medidas de segurança), por setor e ano (2019, 2022, 2024).....	95
Tabela 9 – Utilização de tecnologias de IA, por setor e ano (2021, 2023 e 2024).	96
Tabela 10 – Utilização de IA para propósitos de negócio, por setor e ano (2021, 2023 e 2024).....	97
Tabela 11 – Índice E1 (média das tecnologias de IA), por setor e ano (2021, 2023 e 2024). 98	

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ANOVA – *Analysis of Variance* (Análise de Variância)

B2B – *Business-to-Business* (relações comerciais entre empresas)

CAE – Classificação Portuguesa das Atividades Económicas

CAE Rev.3 – Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, Revisão 3

CE – Comércio Eletrónico

CRM – *Customer Relationship Management* (Gestão de Relacionamento com Clientes)

D1 – Índice de Segurança nas TIC

DGEEC – Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência

DESI – *Digital Economy and Society Index* (Índice da Economia e da Sociedade Digitais)

E1 – Índice de Inteligência Artificial

ENISA – Agência da União Europeia para a Cibersegurança (*European Union Agency for Cybersecurity*)

ERP – *Enterprise Resource Planning* (Planeamento de Recursos Empresariais)

GE – Grandes Empresas

IA – Inteligência Artificial

INE – Instituto Nacional de Estatística

IoT – *Internet of Things* (Internet das Coisas)

IUTICE – Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas

I&D – Investigação e Desenvolvimento

KIBS – *Knowledge-Intensive Business Services* (Serviços Intensivos em Conhecimento)

OCDE (OECD) – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PME – Pequenas e Médias Empresas

PRR – Plano de Recuperação e Resiliência

RPA – *Robotic Process Automation* (Automatização Robótica de Processos)

RGPD – Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

SaaS – *Software as a Service* (Software como Serviço)

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences* (Pacote Estatístico para as Ciências Sociais)

TI – Tecnologia de Informação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

VPN – *Virtual Private Network* (Rede Privada Virtual)

INTRODUÇÃO

A transformação digital afirmou-se, ao longo da última década, como um eixo estruturante da competitividade e da resiliência empresariais.

Para as PME em Portugal, este processo não é uma abstração: traduz-se em decisões quotidianas sobre pessoas, processos e tecnologias, tomadas sob restrições reais de escala e de recursos. Compreender como estas empresas têm progredido — em quais dimensões, com que ritmos e com que variações entre setores — é condição chave para orientar a gestão e para desenhar políticas públicas ancoradas em evidência. É dessa necessidade que nasce esta dissertação: construir uma análise longitudinal, rigorosa e comparável da adoção de tecnologias digitais nas PME portuguesas entre 2015 e 2024, a partir de microdados de fonte oficial e de uma segmentação setorial uniforme ao longo de todo o período.

Apesar de a literatura internacional sobre transformação digital nas PME ser já substantiva, subsistem lacunas relevantes para o contexto português. Predominam estudos transversais que captam “fotografias” de momentos específicos, com amostras agregadas e heterogéneas, o que dificulta seguir a evolução efetiva dos indicadores e distinguir padrões setoriais persistentes de variações conjunturais. Em paralelo, verifica-se escassez de instrumentos de síntese comparável que, sem perder ligação às práticas observadas, permitam comparar setores e anos de forma inteligível por decisores.

Do ponto de vista conceptual, esta dissertação adota uma perspetiva sociotécnica da maturidade digital. Neste estudo, maturidade digital refere-se à capacidade de uma empresa integrar tecnologias digitais, competências humanas, processos e estruturas de gestão de forma coerente e estratégica, criando valor a partir da digitalização (Kane et al., 2015; Westerman et al., 2014; Vial, 2019). Esta noção ultrapassa a mera adoção tecnológica, incluindo cultura de inovação, uso de dados, capacidade de aprendizagem e práticas organizacionais que sustentam a transformação. É precisamente esta compreensão integrada que orienta o enquadramento analítico adotado, operacionalizado ao longo das cinco dimensões estudadas.

A investigação procura, assim, responder a dois desafios principais identificados na literatura: (i) acompanhar a evolução da adoção tecnológica nas PME portuguesas ao longo de uma década; e (ii) desenvolver índices simples e transparentes que permitam sintetizar informação multidimensional em áreas críticas — segurança e inteligência artificial — facilitando leituras setoriais e temporais.

A pergunta de partida é direta e orientadora: “Como evoluiu a adoção de tecnologias digitais pelas PME portuguesas entre 2015 e 2024, e que assimetrias setoriais caracterizaram esse percurso?”

O objetivo geral é mapear a trajetória de adoção digital das PME portuguesas na última década. De forma específica, pretende-se: i) identificar tendências de evolução nas dimensões em estudo; ii) caracterizar assimetrias setoriais; e iii) sintetizar resultados através dos índices D1 (Segurança) e E1 (Inteligência Artificial), numa escala 0–100.

Como enquadramento adicional, inclui-se uma leitura transversal de 2024 para Grandes Empresas, usada apenas como referência de escala, sem alterar o foco longitudinal nas PME.

A análise organiza-se em cinco dimensões complementares da maturidade digital: (1) presença de profissionais de TIC; (2) formação em TIC oferecida aos colaboradores; (3) comércio eletrónico, medido pela presença e pela percentagem do volume de negócios realizada por canais digitais; (4) segurança nas TIC; e (5) inteligência artificial.

A leitura é sistematicamente desagregada por setor de atividade: G – Comércio; H – Transportes e Armazenagem; I – Alojamento e Restauração; J – Informação e Comunicação; M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas; S – Outras Atividades de Serviços.

Importa sublinhar que o foco empírico recai exclusivamente sobre PME (10–249 trabalhadores) e que, neste estudo, não se procede à comparação entre pequenas e médias empresas, mantendo-se a unidade analítica ao nível do conjunto das PME.

A opção por trabalhar com microdados anonimizados do IUTICE (2015–2024) permite elevar o grau de precisão da análise e assegurar que cada variável analisada está diretamente ligada à pergunta original do questionário e às decisões de harmonização tomadas ao longo da série temporal. O desenho metodológico é quantitativo, descritivo e longitudinal, apoiado em microdados tratados em conformidade com as condições de acesso definidas pelas entidades estatísticas (INE/DGEEC).

A harmonização interanual seguiu princípios de equivalência conceptual e consistência de medição, assegurando que comparações entre anos refletem diferenças reais e não alterações no questionário. As decisões de mapeamento encontram-se documentadas na Metodologia e nos Apêndices. A análise combina estatística descritiva, visualização temporal e comparação setorial; quando justificável, recorre a testes de comparação de médias, preservando uma leitura associativa (não causal) das relações observadas.

Os contributos esperados são de dupla natureza. Em termos analíticos, disponibiliza-se evidência longitudinal harmonizada sobre a adoção digital nas PME portuguesas, num recorte setorial consistente ao longo da década. Em termos instrumentais, apresentam-se índices de

síntese (D1 e E1) que tornam mais acessível a comparação e a monitorização, sem perder a ligação às práticas que lhes estão na base. Estes contributos pretendem ser úteis para a gestão — ajudando a priorizar investimentos — e relevantes para a política pública, ao fornecer métricas replicáveis e comparáveis.

A relevância prática da dissertação assenta em três aspetos: (i) a observação de uma década completa, distinguindo avanços persistentes de flutuações pontuais; (ii) o uso de índices simples (0–100), permitindo leitura acessível por públicos especializados e não especializados; (iii) o foco exclusivo em PME e em setores com forte peso económico nacional.

Por fim, a estrutura do relatório reflete este encadeamento: o Capítulo I enquadra o tema e sintetiza contributos teóricos relevantes. O Capítulo II descreve a metodologia: universo, fonte de dados, técnicas e construção dos índices. O Capítulo III apresenta e discute os resultados por dimensão. O Capítulo IV sintetiza as conclusões, implicações, limitações e direções futuras.

Em suma, esta dissertação procura contribuir para um debate informado sobre prioridades, ritmos de implementação e margens de evolução por setor, oferecendo uma base empírica útil para a gestão, a política pública e a investigação académica.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 As PME no Contexto Económico Nacional

As Pequenas e Médias Empresas (PME) constituem a esmagadora maioria do tecido empresarial em Portugal, representando mais de 99% das empresas e sendo responsáveis por uma parte substancial do emprego e da criação de valor acrescentado no país (European Commission, 2024; INE, 2023). Embora essa realidade as posicione como alicerce da economia nacional, diversos estudos destacam a persistência de fragilidades estruturais que limitam o seu potencial de crescimento sustentável e a sua adaptação aos desafios impostos pela economia digital (OECD, 2023).

Estas fragilidades incluem baixos níveis de capitalização, escassa profissionalização da gestão, fraca integração em cadeias de valor internacionais e um défice estrutural ao nível da qualificação da força de trabalho, sobretudo nas áreas associadas às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) (Clohessy et al., 2017). A forte concentração de microempresas, que representam cerca de 96% das PME portuguesas, acentua essas limitações, dificultando a adoção de estratégias estruturadas de inovação e digitalização (European Commission, 2023a).

A literatura especializada tem reforçado a ideia de que a capacidade das PME para prosperarem num ambiente de crescente complexidade e competitividade global depende, em larga medida, da sua maturidade digital e da sua capacidade de se integrarem na transição tecnológica em curso (Matarazzo et al., 2021; OECD, 2023). A maturidade digital, entendida como a capacidade organizacional de integrar pessoas, processos e tecnologias de forma estratégica (Kane et al., 2015; Vial, 2019), constitui o pano de fundo conceptual que sustenta a análise empírica deste estudo. Também neste contexto, a transformação digital surge como uma alavanca fundamental para reforçar a produtividade, a resiliência e a capacidade de expansão das PME. O trabalho de Ghobakhloo (2018) destaca que a digitalização bem-sucedida permite às PME simplificar processos, reduzir custos, inovar em produtos e serviços e aceder a novos mercados.

Contudo, os níveis de adoção de tecnologias digitais em Portugal mantêm-se desiguais entre os setores e entre empresas de diferentes dimensões. Como observam Brodny e Tutak (2022), fatores como a cultura organizacional, a aversão ao risco, a ausência de uma liderança tecnológica clara e a limitação de recursos são frequentemente citados como barreiras internas à transformação digital nas PME europeias. Esta realidade repete-se no contexto português, onde, apesar da existência de iniciativas de política pública, muitas PME ainda enfrentam obstáculos significativos para a incorporação sistemática de soluções digitais.

De acordo com o relatório *Digital Decade Country Report* (European Commission, 2023b), apenas 55% dos indivíduos em Portugal entre os 16 e os 74 anos possuem competências digitais básicas, um valor inferior à média da União Europeia. Esta lacuna no capital humano digital constitui uma limitação importante à capacidade das PME para implementarem tecnologias emergentes como o comércio eletrónico avançado, a cibersegurança e a inteligência artificial (Frankenberger et al., 2013). A OCDE (2023) sublinha que o acesso a financiamento, a disponibilidade de competências digitais e o suporte técnico adequado são elementos determinantes para que as PME possam concretizar uma transição digital eficaz e sustentada.

Para além disso, o envolvimento das PME em redes de inovação, parcerias tecnológicas e ecossistemas digitais continua a ser reduzido, o que limita a sua exposição a boas práticas e o acesso a conhecimento especializado (Matarazzo et al., 2021). Embora programas como o PRR e o Portugal Digital tenham criado mecanismos de incentivo à digitalização, a sua eficácia depende da capacidade das PME de compreender, planear e executar investimentos tecnológicos com visão estratégica. Como referem Clohessy et al. (2017), a digitalização não é apenas uma questão de tecnologia, mas de mudança organizacional e transformação cultural.

A análise destas condicionantes torna evidente a necessidade de compreender, com base empírica robusta, os padrões de adoção tecnológica entre as PME portuguesas. Tal compreensão será aprofundada ao longo desta dissertação, com recurso aos microdados do Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas (IUTICE), permitindo identificar dinâmicas evolutivas, tendências setoriais e implicações práticas para a transformação digital das PME em Portugal.

1.2 Transformação Digital nas Empresas

A transformação digital constitui um processo sistémico e multidimensional que reconfigura estruturalmente os modelos de negócio, os processos operacionais e as formas de criação de valor nas empresas (Vial, 2019). Não se trata apenas de informatizar tarefas isoladas ou digitalizar processos analógicos, mas de promover uma mudança organizacional mais profunda, sustentada na integração transversal de tecnologias emergentes e em alterações estratégicas e culturais. Esta distinção entre informatização, digitalização e transformação digital é sublinhada por Reis et al. (2018), permitindo compreender os diferentes graus de maturidade digital observados entre empresas de distintas dimensões e setores.

As PME enfrentam desafios particulares neste contexto, dada a sua menor escala e recursos disponíveis. Li et al. (2018) e Ghobakhloo (2018) salientam que a transformação digital bem-

sucedida depende tanto de capacidades técnicas como de fatores humanos e culturais — nomeadamente liderança digital, aprendizagem organizacional e cultura de inovação. Estes elementos estruturantes são frequentemente limitados nas PME, que dispõem de menos quadros qualificados, equipas multidisciplinares e estruturas de liderança capazes de articular visão tecnológica com estratégia de negócio.

A nível europeu, a Comissão Europeia estabeleceu metas ambiciosas no âmbito da Década Digital da Europa, prevendo que 75% das empresas adotem tecnologias como computação em nuvem, inteligência artificial e *big data* até 2030 (European Commission, 2021). No entanto, os relatórios mais recentes revelam discrepâncias significativas entre grandes empresas e PME — tanto em Portugal como no conjunto da UE — no que respeita à adoção tecnológica (European Commission, 2023a). Apesar da existência de instrumentos de apoio, como o Plano de Recuperação e Resiliência e o programa Portugal Digital, persistem entraves estruturais relacionados com a escassez de competências digitais, burocracia e dificuldades no acesso a financiamento (OECD, 2023).

Segundo o Digital Economy and Society Index (DESI), apenas 54% dos adultos portugueses possuíam competências digitais básicas em 2023, face a 56% na média da União Europeia (European Commission, 2023b). Este défice constitui uma barreira estrutural à digitalização empresarial, limitando a capacidade de recrutamento, formação e absorção tecnológica das PME.

A investigação científica sobre transformação digital em PME tem convergido em quatro grandes eixos analíticos: maturidade digital, capacitação tecnológica, liderança estratégica e impacto económico (Zhou et al., 2025). Estes eixos refletem não só as dimensões técnicas do processo, mas também a necessidade de abordagens organizacionais flexíveis e inovadoras. Romero e Mammadov (2024) sublinham que a transformação digital apenas se consolida quando apoiada por uma cultura de inovação e estruturas de gestão adaptativas, enquanto Parra-Sánchez e Talero (2023) destacam a centralidade de tecnologias como comércio eletrónico, inteligência artificial e cibersegurança no debate académico atual.

A integração de canais digitais e físicos — a chamada estratégia omnicanal — representa uma das expressões mais visíveis desta transformação, permitindo maximizar alcance, melhorar a experiência do cliente e promover fidelização (Pantano e Pizzi, 2020). A OECD (2023) observa que as PME europeias têm vindo a adotar soluções híbridas, como compras *online* com recolha em loja, sistemas de inventário integrados e plataformas multicanal. Estas práticas revelam-se particularmente relevantes em setores intensivos em serviços, incluindo retalho e B2B. A literatura reforça que estratégias omnicanal bem implementadas permitem

maior consistência entre canais, melhor experiência de utilização e níveis superiores de fidelização (Verhoef, 2021).

A eficácia da transformação digital depende de capacidades organizacionais específicas, incluindo interoperabilidade entre canais, integração de dados e desenvolvimento de competências técnicas e comportamentais (Lacerda et al., 2024). Autores como Matt et al. (2015) e Bughin et al. (2018a) enfatizam o alinhamento estratégico entre tecnologia, cultura organizacional e estrutura de gestão como fator decisivo para a consolidação de processos digitais — algo particularmente crítico no contexto das PME, onde a tomada de decisão tende a estar mais concentrada.

1.3 Determinantes da Adoção de Tecnologias Digitais nas PME

Os determinantes da adoção tecnológica em PME têm sido amplamente estudados na literatura especializada, sendo frequentemente organizados em modelos conceituais que articulam fatores tecnológicos, organizacionais e ambientais. A abordagem TOE (Technology–Organization–Environment), proposta por Tornatzky e Fleischer (1990), é uma das mais influentes e estabelece que a adoção depende das características da tecnologia (ex.: utilidade percebida, compatibilidade, complexidade), dos recursos e capacidades internas das empresas e do contexto externo (ex.: pressão competitiva, políticas públicas, redes de parceiros). A utilidade do modelo reside sobretudo na capacidade de estruturar fatores explicativos, e não na definição de procedimentos metodológicos ou analíticos.

De forma complementar, a Teoria da Difusão da Inovação, proposta por Rogers (2003), descreve como as inovações se disseminam em função de três dimensões: (i) os atributos da inovação — vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, possibilidade de experimentação e observabilidade; (ii) as características dos adotantes; e (iii) o contexto institucional e social. Esta teoria oferece uma perspectiva sociológica sobre os ritmos diferenciados de adoção entre empresas. Tal como o TOE, constitui um quadro conceptual útil, mas não é aplicado como método empírico nesta dissertação.

A literatura empírica reforça a relevância destes fatores estruturais. Oliveira e Martins (2011) identificam o conhecimento técnico interno, o apoio da gestão de topo e a compatibilidade tecnológica como determinantes críticos da adoção. Parra-Sánchez e Talero (2023) evidenciam a centralidade crescente de tecnologias como comércio eletrónico, inteligência artificial e cibersegurança na transformação digital das PME. A OCDE (2023) acrescenta que estruturas de decisão menos formalizadas podem amplificar a perceção de risco e a exigência de retorno imediato.

Outros estudos destacam ainda fatores contextuais complementares. Zhu et al. (2006) sublinham o papel dos incentivos financeiros e do acesso ao crédito; Thong (1999) e Iivari (1992) mostram que exigências de clientes e parcerias tecnológicas podem acelerar a difusão; Matt et al. (2015) destacam a importância da cultura organizacional na criação de ambientes favoráveis à aprendizagem e à experimentação.

Em síntese, os contributos teóricos do modelo TOE e da Teoria da Difusão da Inovação funcionam, neste estudo, como quadros conceptuais de referência, permitindo estruturar os fatores internos (recursos, liderança, competências) e externos (pressão competitiva, políticas públicas, redes) que influenciam a adoção tecnológica nas PME. Importa reforçar que estes quadros são utilizados apenas como suporte conceptual e não como instrumentos analíticos aplicados na metodologia desta dissertação.

1.4 Recursos Humanos e Competências em TIC

Os recursos humanos desempenham um papel central na transformação digital das PME, não apenas pelo domínio técnico das ferramentas digitais, mas sobretudo pela capacidade de adaptação, aprendizagem e alinhamento com a estratégia organizacional (Bharadwaj et al., 2013; Kane et al., 2015). Esta perspetiva destaca que a transformação digital não é apenas uma questão tecnológica, mas uma mudança sistémica que exige competências humanas estratégicas. Como salientam Lacerda et al. (2024), as competências digitais relevantes vão além do domínio técnico e abrangem também capacidades comportamentais como proatividade, curiosidade, resiliência e adaptabilidade. Reis et al. (2018) reforçam esta abordagem holística, ao sublinharem a importância do pensamento crítico, da comunicação eficaz em ambientes digitais e da flexibilidade para aprender. Esta visão integrada da formação digital alinha-se com a conceção de cultura organizacional como elemento-chave para a inovação e a aprendizagem contínua (Bharadwaj et al., 2013).

Segundo os dados do IUTICE de 2023, apenas cerca de 21% das PME portuguesas promoveram formação em TIC para os seus colaboradores (INE/DGEEC, 2024a). Embora este valor absoluto seja relativamente modesto, indica uma tendência de mudança no perfil de adoção tecnológica: as empresas que investem em formação tendem a fazê-lo de forma mais abrangente e estratégica. O inquérito distingue entre formação dirigida exclusivamente a especialistas em TIC e formação destinada aos restantes colaboradores, e o facto de ambas estarem incluídas no total evidencia que as PME estão progressivamente a disseminar competências digitais para além dos departamentos técnicos. Essa disseminação de competências é considerada essencial para criar ambientes de trabalho que favorecem a inovação e a aprendizagem contínua (Warner e Wäger, 2019).

A eficácia dessa abordagem depende da capacidade das empresas de alinharem os seus planos formativos com os objetivos estratégicos (Clohessy et al., 2017). Estes autores demonstram que os melhores resultados na implementação de tecnologias emergentes surgem quando as organizações conseguem identificar com precisão as suas necessidades internas, adotar metodologias pedagógicas adequadas (como *microlearning* ou *e-learning* adaptativo) e avaliar de forma rigorosa a aplicação prática das competências adquiridas. Bondarouk e Brewster (2016) acrescentam que as equipas de recursos humanos que adotam uma postura estratégica — antecipando lacunas, projetando competências futuras e integrando a transformação digital na cultura organizacional — estão mais bem preparadas para acompanhar o ritmo de mudança.

Neste sentido, Aramburu et al. (2021) enfatizam a importância da aprendizagem organizacional como resposta natural à aceleração tecnológica. Meng et al. (2023) reforçam essa visão ao demonstrar a existência de uma correlação positiva entre a consistência dos programas de formação digital e a adoção eficaz de ferramentas como plataformas de comércio eletrónico, sistemas de gestão integrada (ERP), soluções de cibersegurança e aplicações baseadas em inteligência artificial. Estes autores sublinham que o sucesso da digitalização depende menos da tecnologia em si e mais da forma como esta é absorvida, adaptada e explorada pelos colaboradores.

Bersin (2014) alerta que ações formativas pontuais raramente produzem impactos sustentáveis. O que verdadeiramente transforma a cultura digital de uma empresa é a existência de um ecossistema de desenvolvimento contínuo, suportado por métricas de desempenho, mapeamento sistemático de competências e percursos formativos alinhados com os objetivos estratégicos da organização. Nesse contexto, a promoção de uma cultura de aprendizagem contínua torna-se, segundo Schallmo et al. (2017), um elemento estruturante da maturidade digital.

O capital humano, portanto, deve ser compreendido não apenas como um conjunto de qualificações técnicas, mas como um sistema dinâmico de competências, atitudes e capacidades adaptativas (Kane et al., 2015; Bersin, 2014; Meng et al., 2023). Esta abordagem é corroborada por estudos que identificam uma relação direta entre a agilidade de aprendizagem das equipas e a sua capacidade de impulsionar a transformação digital (Kane et al., 2015). Por outro lado, autores como Taruté e Gatautis (2014) alertam para os riscos de um foco excessivo na tecnologia, em detrimento do desenvolvimento humano, o que pode levar a resistências internas, subutilização de ferramentas digitais e frustração com os resultados esperados.

Assim, a formação em TIC deve ser concebida como parte de uma estratégia integrada de desenvolvimento organizacional, promovendo a articulação entre competências técnicas, comportamentais e estratégicas (Schallmo et al., 2017; Bersin, 2014; Bondarouk e Brewster, 2016). Esta perspetiva sublinha que a formação digital deve estar alinhada com os objetivos de transformação empresarial e com a evolução cultural das organizações.

Na presente dissertação, esta relação é analisada de forma empírica através das variáveis do IUTICE relativas à formação em TIC, permitindo observar em que medida o investimento em qualificação digital se associa à adoção de tecnologias nas PME portuguesas ao longo da última década.

1.5 Tecnologias Digitais no Contexto Empresarial

Segundo Gimpel et al. (2018) e Vial (2019), a transformação digital das empresas assenta numa diversidade de tecnologias que atuam como catalisadores da inovação, da eficiência e da competitividade. Estas tecnologias digitais, embora variem em termos de complexidade e grau de adoção, têm sido amplamente exploradas na literatura científica como elementos-chave para a modernização dos modelos de negócio e processos organizacionais, especialmente nas PME.

Entre as tecnologias mais frequentemente abordadas nos estudos académicos destacam-se o comércio eletrónico, a inteligência artificial (IA), a computação em nuvem, os sistemas de gestão integrada (ERP), o *big data* e a análise de dados, a Internet das Coisas (IoT), a cibersegurança e as plataformas digitais colaborativas. Segundo Gimpel et al. (2018), estas ferramentas são componentes essenciais para a digitalização empresarial, permitindo automatizar operações, melhorar a relação com o cliente e apoiar a tomada de decisão baseada em dados. De forma semelhante, autores como Li et al. (2018) e Ebert e Duarte (2018) destacam que a integração destas tecnologias nas PME tende a ocorrer de forma gradual, frequentemente condicionada pela capacidade técnica e financeira da organização, bem como pelo contexto setorial e institucional.

O comércio eletrónico, por exemplo, tem sido analisado como uma das portas de entrada mais acessíveis para a digitalização, ao permitir que empresas aumentem o seu alcance de mercado com investimentos relativamente reduzidos (Sanguineti e Zucchella, 2023). Já a segurança das TIC e a proteção de dados são frequentemente apontadas como pré-condições para a adoção de outras tecnologias digitais, sendo particularmente relevantes num contexto de crescente vulnerabilidade digital (OECD, 2021a; Tarutė e Gatautis, 2014). No caso da inteligência artificial, estudos recentes indicam que a sua adoção ainda se encontra em

estágios iniciais nas PME, mas tende a acelerar à medida que estas ganham maturidade digital (Khan et al., 2023; Jöhnk et al., 2021).

Apesar da variedade de soluções tecnológicas disponíveis, a literatura aponta que as PME tendem a priorizar aquelas que respondem diretamente às suas necessidades operacionais mais imediatas (Matarazzo et al., 2021). A decisão de adoção depende, assim, de múltiplos fatores, incluindo a percepção de valor da tecnologia, a sua compatibilidade com os sistemas existentes, a disponibilidade de competências internas e o apoio institucional ou público à inovação (Vial, 2019; Oliveira e Martins, 2011).

Neste contexto, a presente dissertação concentra-se em três domínios temáticos do IUTICE — comércio eletrónico, segurança das TIC e inteligência artificial. A opção por estas áreas decorre da conjugação entre a sua relevância teórica na literatura especializada e a existência de séries de variáveis suficientemente consistentes nos microdados entre 2015 e 2024, condição indispensável para uma análise longitudinal comparável.

Para além do seu destaque na investigação académica contemporânea, estas três dimensões apresentam presença regular e metodologicamente estável nos questionários do IUTICE ao longo da última década, o que permite observar tendências evolutivas com rigor estatístico. Pelo contrário, tecnologias como ERP, IoT ou computação em nuvem, embora amplamente estudadas, não dispõem de variáveis contínuas no IUTICE que viabilizem um acompanhamento temporal robusto.

De igual modo, as variáveis associadas aos recursos humanos — presença de profissionais de TIC e formação em TIC — já foram tratadas na secção 1.4 e são aqui consideradas como fatores capacitadores da adoção tecnológica, e não como tecnologias em si mesmas.

Como se verá nas secções seguintes, a escolha destas três tecnologias permite uma leitura aprofundada e comparável dos dados disponíveis, respeitando simultaneamente os objetivos centrais desta dissertação.

1.5.1 Comércio Eletrónico nas PME Portuguesas

O comércio eletrónico tem sido amplamente reconhecido como um vetor estratégico na digitalização das PME, permitindo não apenas a expansão do alcance comercial, mas também a modernização dos seus modelos operacionais. Segundo Alford e Page (2015), as PME veem nas plataformas digitais uma forma de alcançar mercados antes inacessíveis, ultrapassando limitações geográficas e estruturais. Para muitas destas empresas, o comércio eletrónico representa uma via de crescimento sustentado e de inovação no relacionamento com clientes.

No contexto português, Marques e Ferreira (2020) analisam a forma como a digitalização, nomeadamente através do comércio eletrónico, influencia os modelos de negócio das PME, observando que esta transformação permite uma maior agilidade e capacidade de resposta às dinâmicas do mercado. O comércio eletrónico proporciona, além disso, uma redução de custos operacionais e maior eficiência nos processos logísticos e administrativos, como sublinha também Maryani et al. (2020).

O conceito de comércio eletrónico adotado pelo IUTICE abrange tanto a receção como a realização de encomendas através da internet ou de outras redes digitais, independentemente do método de pagamento ou entrega (INE/DGEEC, 2024c). Essa definição permite incluir uma vasta gama de práticas, desde simples websites com formulários de contacto até sistemas de gestão de encomendas integrados com *marketplaces*, redes sociais ou aplicações móveis.

Apesar do potencial, a taxa de adoção do comércio eletrónico nas PME portuguesas revela uma evolução desigual. De acordo com *Digital Economy and Society Index*, Portugal encontra-se frequentemente abaixo da média europeia nos indicadores de integração das tecnologias digitais nas empresas, nomeadamente nas PME (European Commission, 2023b). Esta limitação é parcialmente atribuída a barreiras como a escassez de competências digitais, os custos percebidos de implementação, a ausência de estratégias digitais e preocupações com a segurança dos dados (Maryani et al., 2020).

López-Nicolás et al. (2018) argumentam que a adoção do comércio eletrónico pode transformar profundamente os modelos de negócio das PME, criando novas formas de entrega de valor, canais de distribuição e interações com o cliente. No entanto, essa transformação só ocorre quando há um alinhamento entre os objetivos estratégicos da empresa e a sua estrutura organizacional e tecnológica. Daniel et al. (2018) propõem um modelo evolutivo de adoção, no qual as PME progridem por fases — desde a presença *online* básica até a integração plena de canais digitais —, sendo que o avanço entre estas etapas depende de fatores internos e externos.

A importância das competências digitais para a adoção eficaz do comércio eletrónico tem sido sublinhada em vários estudos. Parida et al. (2019) destacam que o sucesso da digitalização está fortemente condicionado pela capacidade das empresas em formar equipas com literacia digital e cultura orientada para o cliente. Este fator é ainda mais relevante no caso das PME, cuja estrutura reduzida exige polivalência e envolvimento ativo dos colaboradores nos processos de inovação tecnológica.

Estudos empíricos em Portugal têm demonstrado que as empresas que promovem formação digital e que contam com profissionais especializados em TIC estão mais preparadas para explorar o potencial do comércio eletrónico (INE/DGEEC, 2024b). Além disso, as PME com

estratégias digitais bem definidas tendem a implementar sistemas mais robustos, com maiores níveis de automação e integração de processos. Isto traduz-se numa melhoria da experiência do cliente, numa maior fidelização e na capacidade de competir com empresas de maior dimensão (Maryani et al., 2020).

Em termos de tendências futuras, Meng et al. (2023) sugerem que o comércio eletrónico tende a evoluir para ecossistemas digitais integrados, em que as PME utilizam ferramentas como inteligência artificial, análise de dados e sistemas ERP para otimizar a gestão de stocks, personalizar a experiência do consumidor e prever padrões de consumo. A preparação para esta nova fase exige não apenas investimento tecnológico, mas também uma transformação cultural e organizacional.

Neste contexto, esta dissertação procurará analisar, com base nos microdados do IUTICE (2015–2024), a evolução da adoção do comércio eletrónico pelas PME portuguesas, relacionando-a com variáveis como a formação em TIC e a presença de profissionais especializados. No plano empírico, o comércio eletrónico será analisado com base em duas variáveis do IUTICE: a presença de vendas por via digital e a percentagem do volume de negócios realizada por comércio eletrónico, permitindo observar simultaneamente adoção e intensidade. Pretende-se compreender de que forma estas empresas têm respondido aos desafios e oportunidades do ambiente digital, contribuindo para uma visão mais precisa da maturidade digital no tecido empresarial português.

1.5.2 Segurança das TIC nas PME Portuguesas

A segurança das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) tem vindo a assumir um papel cada vez mais central na estratégia de transformação digital das PME. Com o aumento da digitalização dos processos de negócio, da dependência de plataformas *online* e da interconectividade entre sistemas, as vulnerabilidades associadas à cibersegurança tornam-se um fator crítico para a sustentabilidade e competitividade das empresas (ENISA, 2023).

No caso das PME, os desafios são particularmente relevantes, dado que estas entidades apresentam, em geral, menor capacidade de investimento em infraestruturas tecnológicas e menos recursos humanos especializados em segurança digital (OECD, 2022). De acordo com o *Digital Decade Country Report - Portugal* (European Commission, 2023b), muitas PME nacionais ainda não adotaram medidas básicas de segurança, como a autenticação multifator, a encriptação de dados sensíveis ou a formação dos colaboradores em boas práticas de cibersegurança.

O IUTICE tem, nos anos mais recentes, incorporado variáveis que permitem aferir a existência de políticas e práticas de segurança TIC nas empresas, incluindo a utilização de *firewalls*,

antivírus, *backup* automático, e planos de resposta a incidentes. Esta inclusão permite observar a evolução da maturidade digital em segurança entre os diferentes setores de atividade e dimensões de empresa em Portugal (INE/DGEEC, 2024c).

Segundo o estudo de Romanosky (2016), muitas empresas subestimam os riscos associados à exposição digital e só implementam medidas de segurança após sofrerem incidentes. Este comportamento reativo é comum entre as PME, onde a perceção de que não são alvos prioritários contribui para um falso sentimento de segurança (ENISA, 2022). No entanto, estudos recentes revelam que as PME são cada vez mais alvo de ataques cibernéticos precisamente devido a essas fragilidades (Ponemon Institute, 2021).

A investigação de Stjepić et al. (2021) salienta que a adoção de boas práticas de segurança não depende apenas de soluções tecnológicas, mas também de fatores organizacionais e culturais. PME que promovem uma cultura interna de consciência sobre riscos digitais e que investem em formação dos seus colaboradores tendem a estar mais bem preparadas para prevenir e responder a ameaças. Essa abordagem proativa exige uma visão estratégica da segurança, integrada na gestão quotidiana.

A formação em segurança de TIC tem-se revelado uma variável crucial. Como notam Bada et al. (2019), o erro humano continua a ser um dos principais vetores de ataque, sendo que iniciativas educativas simples, como campanhas de sensibilização para o *phishing* ou simulações de incidentes, têm um impacto significativo na resiliência digital das organizações. Para as PME, estas medidas podem ser implementadas com custos relativamente baixos, tornando-se uma opção viável e eficaz.

Em Portugal, observa-se um aumento gradual da adoção de medidas de segurança entre as PME, em parte devido aos requisitos impostos por clientes, parceiros e regulações europeias como o RGPD (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados). Contudo, a implementação destas medidas nem sempre é acompanhada por processos de monitorização e melhoria contínua (Maryani et al., 2020).

Esta dissertação procurará analisar a evolução das práticas de segurança TIC entre as PME portuguesas, com base nos microdados do IUTICE (2015–2024), e relacionar esta evolução com fatores como a formação em TIC, a presença de profissionais especializados e o setor de atividade. A análise permitirá compreender o grau de preparação destas empresas para os desafios de cibersegurança no contexto da transição digital.

1.5.3 Inteligência Artificial nas PME Portuguesas

A Inteligência Artificial (IA) é frequentemente definida como a capacidade de sistemas computacionais executarem tarefas que, tradicionalmente, exigiriam inteligência humana, como o reconhecimento de padrões, a aprendizagem, a tomada de decisões ou a resolução de problemas (Russell e Norvig, 2021). Engloba subcampos como o *machine learning*, o processamento de linguagem natural, a robótica e a visão computacional. No contexto empresarial, e em particular no das PME, a IA tem sido gradualmente incorporada com vista à automação de processos, melhoria da experiência do cliente e apoio à tomada de decisão (Chatterjee et al., 2021).

A mensuração da adoção de IA nas empresas tem sido realizada por diversos instrumentos estatísticos e inquéritos nacionais e internacionais. No caso de Portugal, o IUTICE introduziu, a partir de 2021, um conjunto de indicadores específicos para aferir a adoção de tecnologias baseadas em IA. De acordo com a metodologia do INE/DGEEC (2024c), considera-se que uma empresa adotou IA se tiver utilizado pelo menos uma das seguintes tecnologias: análise de linguagem natural, *software de machine learning*, reconhecimento de imagem, de voz ou de linguagem escrita, entre outros componentes inteligentes automatizados. Esta abordagem permite traçar um panorama evolutivo e comparável do uso da IA no tecido empresarial português, em especial entre as PME. Na análise empírica, estas tipologias de IA são operacionalizadas como variáveis binárias e integradas num índice de síntese (E1), que resume o grau de adoção setorial de IA nas PME.

Ainda assim, os dados apontam para uma clara discrepância entre PME e grandes empresas no que respeita à adoção da IA. O relatório *Digital Decade Country Report – Portugal* (European Commission, 2023b) evidencia que a penetração da IA permanece residual entre as PME, apesar do ligeiro aumento registado desde 2021. Tal tendência é também observável nos dados do IUTICE, que revelam percentagens bastante mais elevadas de uso de IA nas grandes empresas, especialmente nos setores de tecnologias da informação, indústria transformadora e comércio (INE/DGEEC, 2024c).

A literatura especializada tem identificado múltiplas vantagens associadas à adoção da IA nas PME. Segundo Del Giudice et al. (2022), estas tecnologias contribuem para aumentar a agilidade organizacional, reduzir custos operacionais e acelerar processos de inovação. Meng et al. (2023) acrescentam que a IA pode melhorar significativamente a performance empresarial quando integrada com competências digitais internas e estratégias de transformação digital bem definidas.

As aplicações práticas da IA nas PME são diversas. Ferramentas como *chatbots*, motores de recomendação, sistemas de deteção de fraudes ou algoritmos de previsão de procura têm

sido gradualmente introduzidos em setores como o retalho, turismo, serviços financeiros e logística (Bughin et al., 2018a; Chatterjee et al., 2021). Estas tecnologias, anteriormente restritas a empresas de grande dimensão, tornaram-se mais acessíveis graças à proliferação de soluções baseadas em computação em nuvem e ao modelo SaaS (*Software as a Service*).

Não obstante os benefícios potenciais, as PME enfrentam vários obstáculos à adoção de IA. As barreiras mais citadas incluem a escassez de pessoal qualificado, a dificuldade de acesso a dados relevantes e organizados, os elevados custos iniciais e a incerteza quanto ao retorno do investimento (Ransbotham et al., 2020; EPRS, 2023). A formação contínua em TIC surge, nesse contexto, como um elemento essencial para potenciar a adoção e uso eficaz destas tecnologias. Empresas que investem na qualificação digital das suas equipas estão mais preparadas para integrar IA nas suas rotinas operacionais e estratégicas (Meng et al., 2023).

Para além do aumento da produtividade, a IA pode representar uma alavanca para práticas empresariais mais sustentáveis, nomeadamente através da redução de desperdícios, da otimização de recursos energéticos e da monitorização de cadeias de abastecimento em tempo real (Bughin et al., 2018b). Esta vertente ganha relevância no atual contexto europeu de transição verde e transformação digital.

Por fim, Vial (2019) sublinha que a integração da IA deve ser encarada como parte integrante de um processo mais amplo de transformação digital, exigindo alterações estruturais e culturais nas organizações. O sucesso da adoção da IA entre as PME dependerá, assim, não apenas da disponibilidade de tecnologia, mas também da maturidade digital das empresas, da existência de políticas públicas adequadas e do apoio dos ecossistemas de inovação regionais.

1.6 O IUTICE como Fonte de Dados para o Estudo da Transformação Digital nas PME Portuguesas

O inquérito IUTICE, promovido anualmente pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) em articulação com a Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC), representa uma das principais fontes estatísticas para o estudo da digitalização do tecido empresarial português. A sua origem remonta ao Regulamento (CE) n.º 808/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabeleceu as bases para a recolha harmonizada de dados sobre a sociedade da informação nos Estados-Membros da União Europeia, assegurando comparabilidade internacional e alinhamento com os objetivos estratégicos comunitários (INE/DGEEC, 2024c).

O IUTICE apresenta uma estrutura metodológica consolidada e criteriosamente delineada, permitindo o acompanhamento contínuo da adoção tecnológica por parte das empresas em

Portugal. A partir de 2015, a disponibilização dos microdados anonimizados viabilizou o desenvolvimento de análises mais profundas, com desagregações por setor de atividade (CAE Rev.3) e classe de dimensão empresarial. Esta evolução metodológica tornou possível a realização de estudos longitudinais com elevado nível de detalhe e robustez estatística (DGEEC, 2024). A utilização de microdados tem sido particularmente valorizada por possibilitar, sempre que metodologicamente adequado, a aplicação de técnicas estatísticas avançadas, como regressões logísticas, modelos de séries temporais e análises de clusters, proporcionando uma compreensão mais fina dos padrões de digitalização (Ployhart & Vandenberg, 2010). No presente estudo, os microdados do IUTICE são mobilizados num desenho quantitativo, descritivo e longitudinal, focalizado na evolução da adoção tecnológica das PME ao longo da última década.

Segundo o relatório *Digital Decade Country Report – Portugal 2023*, elaborado pela Comissão Europeia, os indicadores extraídos do IUTICE têm sido amplamente utilizados para aferir o posicionamento de Portugal face às metas europeias de digitalização empresarial, sobretudo em áreas como o comércio eletrónico, a cibersegurança e a inteligência artificial (European Commission, 2023b). O mesmo documento destaca a importância crescente dos microdados nacionais na definição de políticas públicas e na orientação de investimentos estratégicos. Embora cerca de 70 % das PME da União Europeia já tenham alcançado um nível básico de intensidade digital, apenas cerca de 60% das PME portuguesas atingiram esse patamar. No acesso a tecnologias avançadas, 29% das PME nacionais recorrem a serviços de *cloud computing* (enquanto na União Europeia esse índice está em 34%) e 11% utilizam *big data* (média na União Europeia está em 14%). No caso da inteligência artificial, dados do Eurostat indicam que 8,6% das PME portuguesas utilizavam esta tecnologia em 2024, face a 13,5% na média da UE, o que reforça a necessidade de políticas públicas mais eficazes para acelerar a transformação digital no país (Eurostat, 2024).

O relatório Portugal Digital (2023) reforça o papel estruturante do IUTICE na caracterização do ecossistema digital empresarial, salientando que os dados recolhidos através deste inquérito têm permitido identificar com precisão os principais constrangimentos enfrentados pelas PME portuguesas. Entre eles, destacam-se a escassez de competências digitais, a insuficiência de recursos humanos especializados e a limitada integração de tecnologias emergentes. O mesmo documento reconhece o contributo do IUTICE para o desenho de instrumentos de apoio mais eficazes e para a monitorização do progresso nacional rumo aos objetivos da Década Digital.

Entre 2015 e 2024, o IUTICE recolheu de forma sistemática informações sobre variáveis críticas como a presença de profissionais especializados em TIC, a oferta de formação digital aos colaboradores, a utilização de plataformas de comércio eletrónico, a implementação de

medidas de segurança da informação e a adoção de soluções de inteligência artificial. Apesar das variações pontuais na nomenclatura e estrutura dos questionários, a consistência metodológica é assegurada pelas respetivas metainformações técnicas disponibilizadas anualmente pelo INE e pela DGEEC.

A fiabilidade do IUTICE também é reforçada pelo seu alinhamento com práticas estatísticas internacionais e pelo reconhecimento do seu valor científico por parte da comunidade académica. Estudos como os de Franco et al. (2021) concluíram que a formação em TIC está positivamente associada a melhorias na eficiência operacional e na gestão de clientes nas PME portuguesas. Já o estudo da *European Investment Advisory Hub*, em parceria com a COTEC Portugal (2018), identificou uma correlação entre a presença de profissionais com competências digitais e a adoção de comércio eletrónico e medidas de segurança da informação em setores tradicionais. Adicionalmente, a análise da OCDE (2023) demonstrou que as PME com maior maturidade digital — integrando formação, equipa TIC e infraestrutura adequada — apresentam taxas mais elevadas de adoção de tecnologias avançadas. Todos estes estudos recorreram aos dados do IUTICE para analisar padrões de adoção tecnológica e os seus determinantes nas PME nacionais. Amador e Silva (2023) também exploraram os microdados do inquérito para estudar o impacto da digitalização no desempenho económico e na competitividade das empresas portuguesas. Estas conclusões serão posteriormente retomadas na análise empírica deste trabalho, estabelecendo um diálogo crítico com os resultados obtidos.

Não obstante a sua solidez, importa assinalar algumas limitações do inquérito. A exclusão sistemática das empresas com menos de 10 trabalhadores restringe a abrangência da análise, dado o peso expressivo que estas representam no tecido empresarial português. Além disso, as taxas de resposta e a cobertura setorial variam ligeiramente entre os anos, exigindo prudência na interpretação de tendências. Por fim, as alterações nos formulários implicam um esforço adicional de harmonização das variáveis ao longo do tempo, o qual foi assumido nesta dissertação mediante a análise minuciosa das fichas técnicas anuais e a seleção criteriosa de indicadores comparáveis.

Em suma, o IUTICE constitui uma fonte estatística sólida, fiável e particularmente adequada ao estudo da transformação digital nas PME portuguesas. A sua frequência anual, a amplitude temática, a possibilidade de segmentação por setor e dimensão e a crescente acessibilidade aos microdados tornam-no um instrumento fundamental para a produção de conhecimento académico rigoroso e para a fundamentação de políticas públicas baseadas em evidência (Amador e Silva, 2023; INE/DGEEC, 2024c; Portugal Digital, 2023).

1.7 Estudos Empíricos Recentes sobre Adoção Tecnológica nas PME

A investigação sobre a transformação digital nas PME tem sido intensamente impulsionada por estudos empíricos que analisam, com base em dados reais, a adoção de tecnologias e práticas digitais nas empresas. Estes estudos são essenciais para a compreensão das tendências, dos entraves e dos facilitadores da digitalização, sobretudo quando utilizam abordagens longitudinais ou comparativas que permitem observar a evolução dos indicadores ao longo do tempo.

A abordagem adotada nesta dissertação, de natureza quantitativa e longitudinal, alinha-se com a linha metodológica de diversos estudos internacionais. Por exemplo, Colombo et al. (2023) realizaram uma análise longitudinal centrada na adoção de tecnologias digitais por PME italianas, destacando o papel da formação digital e dos recursos humanos qualificados para sustentar o crescimento tecnológico. Da mesma forma, Aramburu et al. (2021) evidenciam que a maturidade digital das PME espanholas está fortemente associada à presença de especialistas internos em TIC e à realização contínua de ações de formação.

Em Portugal, embora existam ainda poucos estudos académicos que utilizem diretamente os microdados do IUTICE, começam a emergir trabalhos relevantes. Entre os estudos empíricos nacionais que trabalham com esta base de dados, destaca-se a análise promovida pela iniciativa Portugal Digital (2023), que cruza os microdados do IUTICE com outras fontes estatísticas, como o Sistema de Contas Integradas das Empresas (SCIE) do INE, para avaliar o impacto da transformação digital na produtividade, rentabilidade e exportações das empresas portuguesas. O relatório foca-se em variáveis como a presença de especialistas em TIC, a utilização de ferramentas digitais (ERP, robótica, IA), a intensidade da conectividade e as práticas de segurança informática, ao longo do período 2015–2022. A investigação conclui que a incorporação de tecnologias digitais está positivamente correlacionada com o desempenho empresarial, sendo este efeito mais evidente em setores e regiões com maior maturidade digital.

Adicionalmente, o artigo de Freitas et al. (2023) explora a influência da digitalização e da Indústria 4.0 na internacionalização das PME portuguesas, ainda que com foco setorial específico. Por sua vez, Ribeiro-Navarrete et al. (2021), numa revisão sistemática da literatura, reforçam que o sucesso da digitalização depende de uma gestão eficiente da informação e de uma estrutura interna adaptada à adoção tecnológica. Este estudo sustenta que a capacidade das empresas em incorporar processos de análise e gestão de dados nas suas operações e em adotar uma liderança orientada para a inovação são determinantes centrais para a transformação digital.

Estes contributos empíricos reforçam a pertinência do presente estudo, tanto no enquadramento conceptual como na opção metodológica adotada. O uso de microdados anonimizados do IUTICE, ao longo do período 2015–2024, permite observar a evolução temporal da adoção de tecnologias digitais em PME portuguesas, com segmentação por setor e classe de dimensão. Esta abordagem diferencia-se pela sua profundidade e consistência longitudinal, ao contrário de análises transversais mais limitadas. Ao permitir captar tendências consistentes ao longo do tempo e identificar padrões de adoção tecnológica, o estudo fornece uma base empírica sólida para a compreensão da transformação digital em curso no tecido empresarial nacional.

1.8 Estado da Arte e Lacunas Identificadas

A revisão da literatura revela que a transformação digital das PME tem sido amplamente estudada sob múltiplas perspetivas, abrangendo desde os fatores organizacionais e humanos até às condições tecnológicas e contextuais que influenciam a adoção de soluções digitais. Autores como Tornatzky e Fleischer (1990), Oliveira e Martins (2011) e Vial (2019) apresentam modelos explicativos consolidados, que relacionam variáveis como a liderança, cultura organizacional, competências internas, perceção de utilidade e apoio externo com o grau de maturidade digital das empresas.

Nos últimos anos, o debate académico aprofundou-se em torno da importância das competências digitais e da presença de profissionais especializados em TIC como elementos-chave na digitalização das PME (Ghobakhloo, 2018; OECD, 2023). Estudos recentes, como os de Li et al. (2018), Schwab (2019) e Franco et al. (2021), confirmam que o capital humano qualificado é não apenas um facilitador, mas muitas vezes o elemento estruturante da capacidade de adoção tecnológica.

Em Portugal, a investigação empírica sobre PME e transformação digital tem vindo a crescer, com destaque para análises centradas na formação em TIC, nos entraves financeiros e na perceção do valor estratégico da digitalização (Araújo et al., 2021; Amador e Silva, 2023; Cardoso et al., 2022). A introdução dos microdados do IUTICE como fonte estatística tem permitido o desenvolvimento de estudos mais desagregados, como demonstrado nos trabalhos de Araújo et al. (2021) e Amador e Silva (2023), que exploram as correlações entre o investimento em competências digitais e os níveis de digitalização nas PME nacionais.

Contudo, apesar destes avanços, permanece uma lacuna importante na produção científica: são ainda escassos os estudos de natureza longitudinal que explorem em profundidade a evolução da adoção tecnológica nas PME ao longo do tempo, com base em dados estatísticos consistentes e segmentados por setor de atividade económica. Além disso, poucos trabalhos

combinam variáveis como a presença de profissionais TIC, a formação digital dos colaboradores e a adoção efetiva de tecnologias como comércio eletrónico, cibersegurança e inteligência artificial.

É neste contexto que o presente estudo se posiciona, ao propor uma análise longitudinal centrada nas PME portuguesas, com base nos microdados do IUTICE (2015–2024), que contempla as principais dimensões humanas e tecnológicas envolvidas na transformação digital. Ao fazê-lo, a dissertação procura não apenas contribuir para o corpo teórico existente, mas também colmatar lacunas metodológicas e empíricas identificadas na literatura recente.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

2.1 Enquadramento Metodológico

Esta dissertação adota uma abordagem quantitativa, de carácter descritivo e longitudinal, centrada na análise da adoção de tecnologias digitais ao longo do tempo por pequenas e médias empresas portuguesas. O estudo é classificado como descritivo, uma vez que procura caracterizar padrões e tendências de adoção tecnológica, sem manipulação de variáveis nem inferência causal direta. A escolha desta metodologia justifica-se pela sua capacidade de evidenciar a evolução temporal de indicadores associados à digitalização empresarial, recorrendo à exploração de microdados provenientes de fontes estatísticas oficiais, reconhecidas pela sua fiabilidade e abrangência.

A estratégia de análise utiliza dados secundários recolhidos de forma padronizada, o que permite observar o comportamento real das empresas ao longo do tempo. Os inquéritos disponibilizados anualmente pelas autoridades estatísticas nacionais reúnem condições adequadas à investigação: cobertura nacional, periodicidade regular, segmentação por setor de atividade e dimensão empresarial, bem como recolha sistemática de dados relativos a diferentes dimensões tecnológicas. Conforme assinala Bryman (2016), a análise de dados secundários revela-se particularmente útil em estudos longitudinais que recorrem a grandes volumes de informação previamente recolhida.

O principal objetivo deste estudo consiste em mapear a evolução da adoção de tecnologias digitais nas PME portuguesas ao longo da última década. De forma complementar, pretende-se identificar padrões de adoção, assimetrias em função do setor de atividade e da dimensão empresarial, bem como potenciais interdependências entre as diferentes áreas tecnológicas analisadas.

Os objetivos específicos são:

- Analisar a evolução da presença de profissionais de TIC nas PME portuguesas nos anos de 2015 a 2020, 2022 e 2024;
- Estudar a evolução da oferta de formação em TIC aos colaboradores nas PME nos anos de 2015 a 2020, 2022 e 2024;
- Analisar a evolução da adoção de comércio eletrónico pelas PME no período de 2015 a 2024;
- Acompanhar a evolução da implementação de práticas de segurança das TIC nas PME nos anos de 2019, 2022 e 2024;

- Analisar a evolução da adoção de soluções de inteligência artificial pelas PME nos anos de 2021, 2023 e 2024;
- Explorar associações estatísticas entre características estruturais das empresas (nomeadamente a sua dimensão e setor de atividade) e o grau de adoção das tecnologias em estudo.

A escolha dos anos de análise para cada variável decorre da disponibilidade temporal dos dados nos microdados do IUTICE, uma vez que as tecnologias em estudo passaram a ser incluídas no inquérito em momentos distintos. Assim, a análise reflete a própria evolução da recolha estatística e da incorporação progressiva de novas tecnologias ao longo do período.

A possibilidade de segmentação dos microdados por setor de atividade (CAE Rev.3), por classe de dimensão (micro, pequena, média e grande) e por variáveis específicas relacionadas com a transformação digital — como a presença de profissionais de TIC, a realização de formação em TIC, o uso de comércio eletrónico, a adoção de medidas de segurança nas TIC e a utilização de inteligência artificial — permite realizar uma análise detalhada da evolução da maturidade digital nas PME portuguesas. A seleção dos setores G, H, I, J, M e S decorre do facto de serem aqueles que apresentam número consistente de observações válidas ao longo de todo o período, garantindo comparabilidade temporal e evitando oscilações artificiais decorrentes de amostras reduzidas em outros setores. A investigação incide exclusivamente sobre empresas com 10 a 249 trabalhadores, no período de 2015 a 2024, abrangendo as dimensões tecnológicas para as quais existam dados consistentes e comparáveis ao longo dos anos.

Foram adotados critérios rigorosos de harmonização das variáveis entre os diferentes anos, tendo em conta as alterações nos questionários e na estrutura das bases de dados ao longo do tempo. Esta harmonização implicou a análise da metainformação técnica anual disponibilizada pelo INE e pela DGEEC, com o objetivo de garantir que as variáveis consideradas mantivessem definições, conteúdos e cobertura estatística comparáveis ao longo dos anos. A análise estatística procurará identificar variações entre setores e ao longo do tempo, recorrendo a medidas de tendência central, como médias e dispersões, bem como à representação gráfica das tendências, por meio de cronogramas de séries temporais.

Adicionalmente, a opção por uma abordagem longitudinal está alinhada com as recomendações da literatura sobre transformação digital, que destacam a importância de captar não apenas estados pontuais, mas também dinâmicas evolutivas ao longo do tempo (Jelinek et al., 2006; Vial, 2019). Embora se procurem indícios de padrões de adoção, reconhece-se que a sua identificação dependerá da consistência e robustez dos dados

empíricos, pelo que se adotará uma postura analítica cautelosa relativamente à generalização dos resultados.

Assim, a investigação caracteriza-se pela utilização direta de microdados anonimizados do IUTICE, o que permite maior precisão na seleção e tratamento das variáveis e possibilita análises desagregadas por setor de atividade e classe de dimensão empresarial (Johnston, 2014). A opção por uma abordagem longitudinal, em consonância com a literatura sobre diagnóstico digital (Jelinek et al., 2006), permite acompanhar a evolução tecnológica de forma consistente ao longo do período em análise, identificando padrões temporais e setoriais relevantes e fornecendo uma base empírica sólida para compreender as dinâmicas de transformação digital no tecido empresarial português.

Esta articulação entre objetivos, dados e método assegura coerência interna ao desenho da investigação, permitindo que os resultados respondam diretamente à questão de partida e aos objetivos específicos definidos.

2.2 Questão de Investigação e Expectativas

A investigação parte da seguinte pergunta central: “Como evoluiu a adoção de tecnologias digitais pelas PME portuguesas entre 2015 e 2024, e que assimetrias podem ser identificadas ao longo desse período?”

Com base na questão de investigação, foram definidas expectativas de análise que refletem tendências e padrões previstos nos dados ao longo do tempo e entre setores de atividade.

Expectativas de análise:

- E1 – A presença de profissionais de TIC nas PME aumentou entre 2015 e 2024.
- E2 – O número de PME que promoveu formação em TIC aos colaboradores aumentou no mesmo período.
- E3 – A adoção de comércio eletrónico (presença de vendas *online*) cresceu ao longo de 2015–2024.
- E4 – A adoção de medidas de segurança digital registou crescimento entre 2019 e 2024.
- E5 – A utilização de soluções baseadas em inteligência artificial intensificou-se entre 2021 e 2024.
- E6 – O grau de adoção tecnológica varia entre os diferentes setores de atividade.

- E7 – Em 2024, as PME apresentam níveis de adoção inferiores aos das grandes empresas na maioria dos indicadores, embora com diferenças significativas entre setores.

Para operacionalizar estas expectativas, recorre-se a variáveis extraídas dos microdados ou a variáveis compostas derivadas destes. Todas as variáveis são harmonizadas e segmentadas por setor e dimensão da empresa. A análise estatística descritiva permite identificar tendências temporais e diferenças entre setores, oferecendo uma leitura comparativa consistente e estruturada.

2.3 Universo, Amostra e Fonte de Dados

O presente estudo recorre exclusivamente aos microdados anonimizados do IUTICE, recolhidos anualmente entre 2015 e 2024 pelo INE e pela DGEEC. Estes microdados abrangem as empresas com 10 ou mais trabalhadores, em todo o território nacional, permitindo uma leitura detalhada das dinâmicas de transformação digital no tecido empresarial português.

A análise incide exclusivamente sobre as pequenas e médias empresas (PME), seguindo a Recomendação da Comissão Europeia 2003/361/CE, que estabelece os limiares de efetivos, volume de negócios e balanço total para a definição de micro, pequenas e médias empresas. As empresas que ultrapassam esses limiares são classificadas como grandes empresas. No presente estudo, consideram-se PME as que possuem entre 10 e 249 trabalhadores, delimitação que garante consistência na definição da população-alvo ao longo de todo o período, permitindo manter foco analítico e comparabilidade setorial entre os diferentes anos.

A escolha do IUTICE fundamenta-se na sua reconhecida fiabilidade, abrangência temática e continuidade temporal, características essenciais para a realização de estudos de natureza longitudinal. De acordo com a DGEEC (2024), os microdados são anonimizados e estruturados por empresa, ano, setor de atividade (CAE Rev.3) e classe de dimensão, permitindo análises desagregadas e consistentes sobre a adoção tecnológica no tecido empresarial português. A utilização desta base de dados, pela sua estrutura padronizada, cobertura nacional e periodicidade regular, permite cruzamentos consistentes por setor e dimensão empresarial, contribuindo para a fiabilidade e rigor da análise.

A amostra considerada corresponde às empresas classificadas como pequenas ou médias, conforme os critérios referidos. A seleção das observações foi realizada a partir das respostas efetivas aos itens relativos à adoção de tecnologias digitais em cada ano de inquérito. Incluíram-se apenas as empresas que forneceram informação válida para, pelo menos, uma das seguintes variáveis: presença de profissionais de TIC, formação em TIC, utilização de

comércio eletrónico, adoção de medidas de segurança digital ou utilização de soluções de inteligência artificial. Esta opção assegura a coerência da base de dados e permite uma segmentação precisa por ano, setor de atividade e classe de dimensão empresarial.

A utilização dos microdados proporcionou maior flexibilidade na construção da base de dados, bem como controlo rigoroso sobre os critérios de inclusão das observações. Foi, assim, possível definir diretamente quais as empresas consideradas — nomeadamente PME com 10 a 249 trabalhadores —, os setores de atividade incluídos e o modo de tratamento das variáveis em anos em que ocorreram alterações nos questionários. Este nível de controlo assegurou consistência e comparabilidade temporal, permitindo integrar, de forma harmonizada, as séries de dados entre 2015 e 2024.

Com vista a garantir robustez na análise, optou-se por concentrar a investigação nos setores com maior número de observações válidas ao longo do período. Foram, assim, considerados os seguintes grupos de atividade: G – Comércio; H – Transportes e Armazenagem; I – Alojamento e Restauração; J – Informação e Comunicação; M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas; e S – Outras Atividades de Serviços.

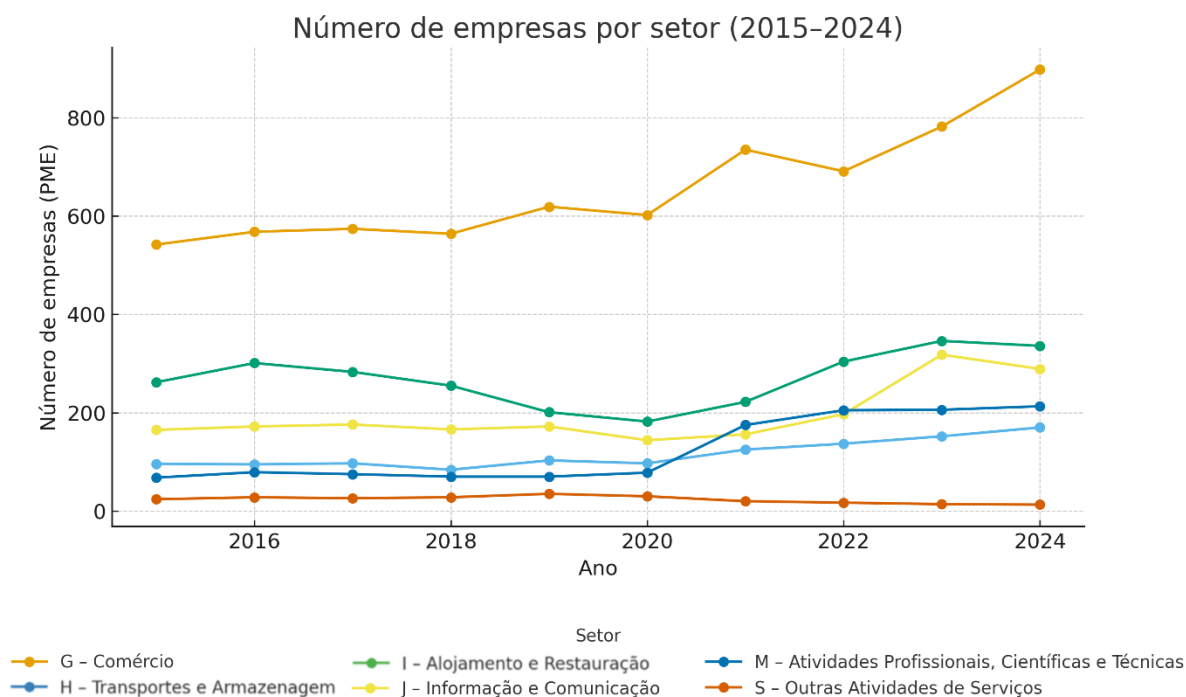
Importa salientar que os dados recolhidos pelo IUTICE resultam de uma amostragem probabilística estratificada por setor de atividade e classe de dimensão, conforme descrito nas fichas metodológicas anuais disponibilizadas pelo INE e pela DGEEC. Esta abordagem assegura a representatividade estatística dos resultados para o universo das empresas com 10 ou mais trabalhadores em Portugal, conferindo validade externa às conclusões e possibilidade de generalização dos resultados para a população-alvo.

Tabela 1 – Número de observações válidas por setor nos microdados do IUTICE (2015-2024)

Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G – Comércio	542	568	574	564	619	602	735	691	782	898
H – Transportes e Armazenagem	96	95	97	84	103	97	125	137	152	170
I – Alojamento e Restauração	262	301	283	255	201	182	222	304	346	336
J – Informação e Comunicação	165	172	176	166	172	144	156	197	318	289
M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas	68	79	75	70	70	78	175	205	206	213
S – Outras Atividades de Serviços	24	28	26	28	35	30	20	17	14	13
TOTAL	1157	1243	1231	1167	1200	1133	1433	1551	1818	1919

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Gráfico 1 – Evolução do Número de Empresas do Setor (2015 – 2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A Tabela 1 e o Gráfico 1 evidenciam a evolução da amostra entre 2015 e 2024, mostrando o aumento do número total de observações – correspondentes às empresas respondentes válidas – e as variações na representatividade entre setores. Apesar das diferenças setoriais, esta expansão e a cobertura consistente dos principais setores reforçam a validade da análise longitudinal e alinham-se com as recomendações metodológicas da literatura sobre transformação digital nas PME (Arendt e Grabowski, 2022).

Estudos anteriores também recorreram aos microdados do IUTICE para analisar padrões de adoção tecnológica. Franco et al. (2021) identificaram correlações positivas entre formação em TIC e ganhos de eficiência em PME, enquanto o European Investment Advisory Hub e a COTEC Portugal (2018) evidenciaram relações entre competências digitais e comércio eletrónico em setores tradicionais. Estes trabalhos ilustram a relevância e a aplicabilidade desta base de dados em investigações sobre transformação digital empresarial.

Importa referir que a dimensão efetiva da amostra pode variar consoante a variável tecnológica analisada, dado que nem todas as empresas respondem a todos os itens em todos os anos. Esta limitação foi considerada na apresentação e interpretação dos resultados.

Após a exposição dos resultados relativos às PME, inclui-se uma comparação descritiva com as Grandes Empresas, referente apenas ao ano de 2024. Esta análise, não longitudinal, fornece um referencial de escala e difusão tecnológica que contextualiza os níveis das PME

nos mesmos setores e dimensões tecnológicas — incluindo os índices compostos D1 (Segurança nas TIC) e E1 (Inteligência Artificial) —, sem desviar o foco central da investigação.

O recurso aos microdados do IUTICE, associado a um desenho analítico longitudinal e a uma segmentação consistente por setor e dimensão empresarial, assegura coerência metodológica e comparabilidade temporal dos resultados, em conformidade com as boas práticas estatísticas reconhecidas na literatura (Bryman, 2016; Yin, 2018).

2.4 Técnicas de Análise dos Dados

A análise dos dados será realizada com o auxílio do software estatístico *IBM SPSS Statistics for Windows* (versão 29), em conformidade com a natureza quantitativa e longitudinal da investigação. Serão aplicadas técnicas de estatística descritiva e exploratória, com o objetivo de caracterizar o comportamento das variáveis em cada período considerado.

Serão realizadas análises bivariadas, com cruzamentos por setor de atividade e classe de dimensão empresarial, a fim de identificar variações e tendências relevantes ao longo do tempo. Esta abordagem possibilita observar relações associativas entre variáveis, sem, contudo, implicar causalidade. Sempre que aplicável, recorrer-se-á a técnicas de inferência estatística, nomeadamente testes paramétricos de comparação de médias (ANOVA) e, quando justificado, testes de comparações múltiplas, como o teste de Scheffé.

A opção por estas técnicas decorre da natureza das variáveis disponíveis nos microdados do IUTICE, predominantemente categóricas ou ordinais. Como destacam Field (2013) e Maroco (2021), a análise descritiva e os cruzamentos bivariados são particularmente adequados quando se pretende mapear padrões de resposta e acompanhar tendências em bases extensas de dados estruturados ao longo do tempo.

Importa salientar que a aplicação das técnicas dependerá da qualidade e da estrutura dos dados efetivamente disponíveis para cada ano e variável. Serão seguidos princípios de rigor na preparação e codificação, conforme recomendado por Pallant (2020) e Yin (2018), garantindo a comparabilidade e a integridade dos resultados.

2.5 Variáveis em Estudo e Estratégia de Tratamento dos Dados

A seleção das variáveis de interesse fundamentou-se na sua pertinência analítica, consistência temporal e presença sistemática nos questionários do inquérito. Foram, assim,

identificadas cinco dimensões tecnológicas centrais: profissionais de TIC, formação em TIC, comércio eletrónico, segurança em TIC e inteligência artificial.

- **Profissionais de TIC:** corresponde à presença de especialistas em TIC no quadro de pessoal da empresa (variável binária Sim/Não).
- **Formação em TIC:** avalia se a empresa proporcionou formação relacionada com TIC aos seus colaboradores, independentemente de serem ou não especialistas nessa área (variável binária Sim/Não).
- **Comércio Eletrónico:** operacionalizado através de duas variáveis: (i) percentagem de empresas com vendas por via eletrónica e (ii) percentagem do volume de negócios gerado por vendas eletrónicas.
- **Segurança das TIC:** conjunto de 11 medidas de segurança, tratadas como variáveis binárias independentes (Sim/Não), disponíveis nos anos de 2019, 2022 e 2024. As medidas analisadas incluem:
 - Autenticação através de palavra-passe segura;
 - Autenticação biométrica;
 - Autenticação com múltiplos fatores;
 - Encriptação de dados;
 - *Backup* de informação em local distinto;
 - Controlo de acesso à rede;
 - VPN (*Virtual Private Network*);
 - Sistema de monitorização da segurança das TIC;
 - Conservação de ficheiros de registo;
 - Avaliação dos riscos ligados às TIC;
 - Testes de segurança às TIC.
- **Inteligência Artificial:** conjunto de 7 tipos de tecnologia de IA, tratados como variáveis binárias independentes (Sim/Não), disponíveis nos anos de 2021, 2023 e 2024. As tecnologias analisadas incluem:
 - Tecnologias de *text mining*;
 - Reconhecimento de voz;

- Geração de linguagem escrita ou falada;
- Reconhecimento de objetos/imagens;
- Aprendizagem automática (inclui *deep learning*);
- Automação de fluxos de trabalho/decisão;
- Robótica inteligente (movimentação física de máquinas).

Toda a correspondência entre perguntas/códigos dos questionários e as variáveis utilizadas encontra-se sistematizada nos Apêndices de 1 a 5 — Mapa de variáveis por ano (2015–2024).

2.6 Construção dos Índices Compostos D1 e E1

Para facilitar a leitura e a comparação, foram construídos dois índices sintéticos:

- **Índice D1 – Segurança nas TIC:** média simples das 11 medidas de segurança (Sim=1; Não=0), com valores entre 0 e 1. Calculado apenas para os anos de 2019, 2022 e 2024.
- **Índice E1 – Inteligência Artificial:** média simples das 7 utilizações de IA (Sim=1; Não=0), também com valores entre 0 e 1. Calculado apenas para os anos de 2021, 2023 e 2024.

A construção de ambos os índices segue a seguinte fórmula:

$$\text{Índice} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Resposta}_i}{n}, \text{Resposta}_i \in \{0,1\}$$

onde ‘n’ representa o número total de variáveis da dimensão.

O índice assume valores contínuos entre 0 (ausência total das práticas avaliadas) e 1 (adoção plena de todas as práticas). Para fins de apresentação, os índices D1 e E1 são reportados no texto e nos gráficos em escala 0–100, correspondendo à percentagem média de práticas (D1) ou indicadores de utilização (E1) adotados. A opção pela média simples justifica-se por duas razões principais:

1. Clareza e interpretabilidade: o valor do índice corresponde diretamente à proporção de práticas adotadas, facilitando a comparação entre setores.
2. Tratamento equitativo: todas as variáveis recebem o mesmo peso, evitando enviesamentos resultantes de ponderações arbitrárias.

Desta forma, os índices D1 e E1 fornecem uma medida sintética e objetiva da performance setorial nas áreas de segurança nas TIC e utilização de inteligência artificial, permitindo identificar setores mais avançados e aqueles com maior margem de evolução.

Os procedimentos detalhados de construção e harmonização destes índices — incluindo o mapeamento das variáveis, critérios de inclusão e tratamento de eventuais discrepâncias entre anos — encontram-se descritos no Apêndice 6.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 Pessoal ao Serviço Especialista em TIC

A presença de profissionais especializados em Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) constitui um dos indicadores centrais de maturidade digital, refletindo a capacidade interna das empresas para planejar, implementar e manter soluções tecnológicas. No caso das PME, este fator adquire uma relevância estratégica acrescida, uma vez que as limitações de escala, recursos e estrutura frequentemente condicionam a internalização de competências técnicas (OECD, 2021b). Neste contexto, a análise da evolução do pessoal ao serviço especialista em TIC permite avaliar em que medida as PME portuguesas reforçaram (ou não) a sua capacidade de absorção tecnológica ao longo da última década.

Com base na variável dos microdados do IUTICE — “*A empresa recorre a pessoal especializado em TIC, contratado ou ao serviço da empresa?*” — é possível acompanhar a evolução desta dimensão entre 2015 e 2020, 2022 e 2024, dado que em 2021 e 2023 a questão não foi incluída no inquérito. A manutenção de uma formulação equivalente ao longo do período assegura a comparabilidade interanual. A literatura sublinha a relevância deste indicador para a transformação digital: a presença de profissionais de TIC está associada a uma maior propensão para a adoção tecnológica e inovação de processos (Ghobakhloo e Ching, 2019; Li et al., 2018), bem como à dinamização da aprendizagem organizacional e à emergência de modelos de negócio orientados pela digitalização (Parida et al., 2019). Neste sentido, a análise da evolução desta variável permite compreender em que medida as PME portuguesas reforçaram a sua capacidade interna de transformação digital ao longo da última década.

No plano empírico, a evolução ao longo da década evidencia uma heterogeneidade setorial persistente, como se pode observar no Gráfico 2. Os setores J – Informação e Comunicação e S – Outras Atividades de Serviços apresentam, em média, níveis elevados de recurso a especialistas em TIC (77,0% e 74,2%, respetivamente), atingindo pontos máximos em 2020 (J: 81,9%; S: 83,3%) e mantendo valores robustos em 2024 (J: 75,1%; S: 69,2%); o que reflete a presença, neste agrupamento setorial, de atividades intensivas em serviços especializados, conteúdos digitais e serviços recreativos/culturais que recorrem mais frequentemente a competências TIC internas.

Em contraste, os setores G – Comércio e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas registam níveis intermédios (médias de 47,4% e 52,4%), com oscilações moderadas e um saldo ligeiramente negativo entre 2015 e 2024 (G: 48,3% → 45,1%; M: 57,4% → 53,1%).

O setor H – Transportes e Armazenagem revela um recuo mais marcado (49,0% → 32,9%), apesar de uma fase relativamente favorável em 2018–2020 (~45%). Por sua vez, o setor I – Alojamento e Restauração mantém níveis estruturalmente baixos (15,3% em 2015; 17,0% em 2024), com ganhos marginais.

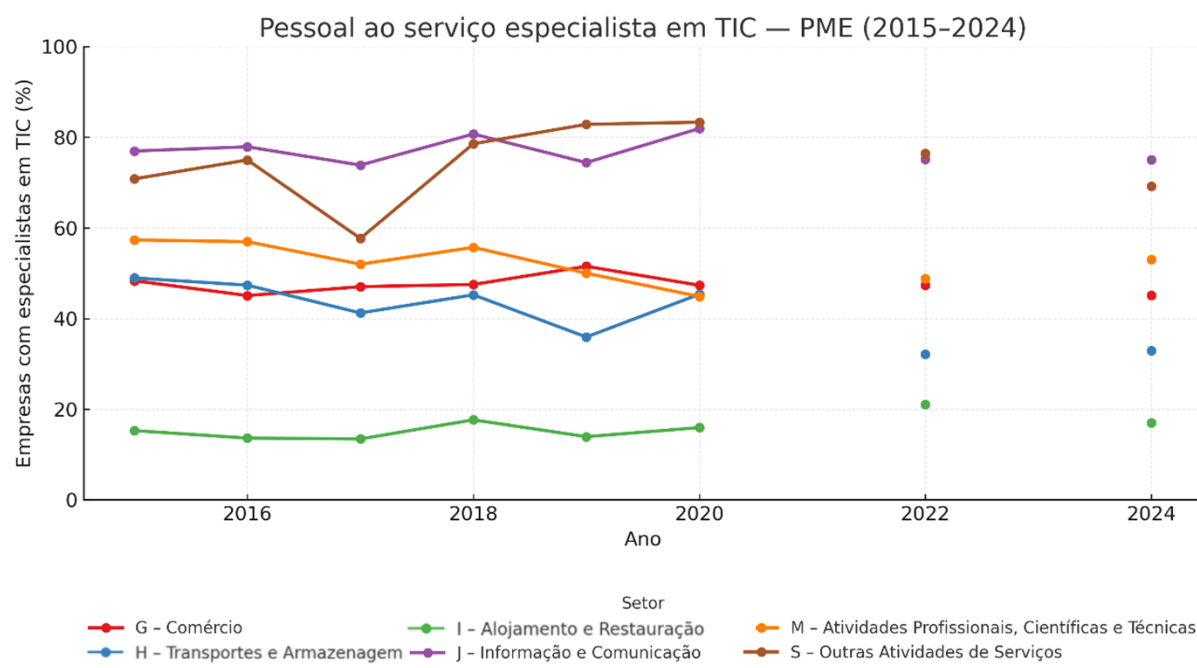
Em 2024 a diferença entre o setor com maior presença de especialistas (J: 75,1%) e o de menor presença (I: 17,0%) é de 58,1 p.p. (em 2015 era 61,7 p.p.), refletindo assimetrias persistentes na capacidade interna de adoção tecnológica das PME portuguesas, em linha com evidências anteriores sobre a influência do setor na maturidade digital (Ghobakhloo e Ching, 2019). Resultados completos por setor/ano podem ser consultados no Apêndice 8 – Tabela 3.

Esta leitura é consistente com a intensidade tecnológica e a natureza intensiva em conhecimento dos setores mais informacionais, nos quais a qualificação e a internalização de funções TIC tendem a ser estruturantes (Miles et al., 2018). No setor G – Comércio, a digitalização é frequentemente suportada por ecossistemas de fornecedores e plataformas, combinando competências internas com outsourcing especializado (OECD, 2021b). Nos setores H – Transportes e Armazenagem e I – Alojamento e Restauração, a pressão de custos, a escassez de competências e a dependência de parceiros tecnológicos externos surgem recorrentemente como constrangimentos à internalização (Ezzaouia e Bulchand-Gidumal, 2020; Fontecchio, 2023).

A complementaridade entre a presença de especialistas e o investimento em formação merece destaque. A adoção de novas tecnologias exige atualização contínua de competências e, onde as equipas internas são pequenas, a formação ou o recurso a fornecedores torna-se ainda mais crítica (Boothby et al., 2010; OECD, 2021b; Brynjolfsson e McElheran, 2016).

As lacunas de 2021 e 2023 decorrem exclusivamente de omissões no questionário e não representam quebras reais na trajetória das PME. Estes resultados reforçam a necessidade de contextualizar a análise num enquadramento setorial e temporal mais amplo.

Gráfico 2 – Pessoal ao Serviço Especialista em TIC – PME (2015-2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

3.2 Formação em TIC

A formação orientada para competências TIC constitui um mecanismo central de capacitação organizacional e de absorção tecnológica, reforçando a aptidão das PME para explorar e consolidar soluções digitais. A literatura documenta a complementaridade entre adoção tecnológica e investimento em qualificação, seja pela atualização de competências exigidas por novas tecnologias, seja pelo impacto em produtividade e mudança organizacional (Boothby et al., 2010; OECD, 2021b).

Com base na variável “A empresa promoveu formação para desenvolver as competências TIC?” — captada nos questionários através dos itens I860/I870 e H0601/H0602 (ver Anexo A) — é possível acompanhar a evolução desta dimensão entre 2015 e 2024. As percentagens indicam a proporção de PME, em cada setor e ano, que declararam ter promovido formação em TIC, permitindo avaliar a extensão e a consistência do investimento em capacitação tecnológica ao longo da última década.

A análise do período 2015–2024 evidencia trajetórias distintas por setor (Gráfico 3). No setor J – Informação e Comunicação, a formação em TIC mantém patamares consistentemente elevados, culminando em 74,4% em 2024 (média setorial: 67,6%). Em S – Outras Atividades de Serviços, observa-se um pico em 2019 (71,4%), seguido de valores mais moderados no

final do período (53,8% em 2024), recomendando-se leitura cautelosa devido à menor dimensão amostral deste setor.

Nos setores G – Comércio e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas, a tendência é de progressão gradual: G passou de 42,1% (2015) para 48,4% (2024), enquanto M apresentou o maior ganho líquido da década (+11,8 p.p., de 44,1% para 55,9%). O setor H – Transportes e Armazenagem apresenta valores flutuantes ao longo do período, atingindo um máximo em 2016 (53,7%) e fechando com 41,2% em 2024. Por fim, I – Alojamento e Restauração mantém níveis estruturalmente baixos, oscilando entre 12,9% (2018) e 25,0% (2022), encerrando em 23,2%.

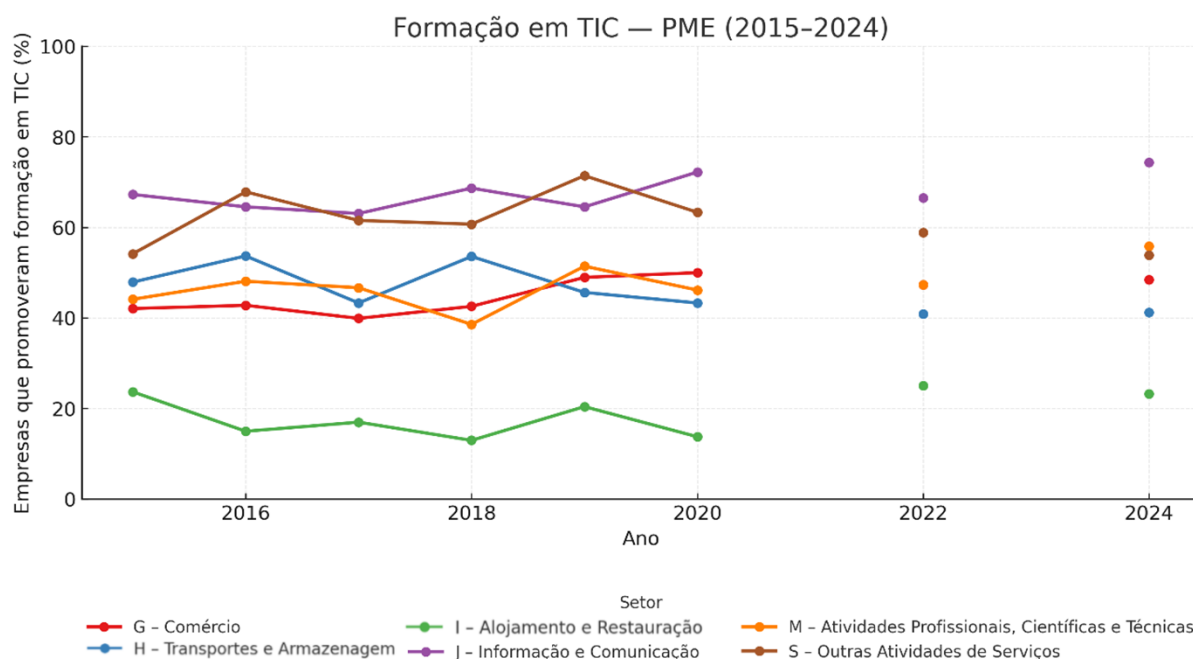
Estes padrões evidenciam diferentes dinâmicas na promoção de formação em TIC: setores mais informacionais e intensivos em conhecimento consolidam níveis mais elevados, enquanto setores com menor dependência tecnológica e maior pressão de custos enfrentam constrangimentos estruturais (Miles et al., 2018; OECD, 2021b).”

Em 2024, o hiato setorial entre o valor mais elevado (J – 74,4%) e o mais baixo (I – 23,2%) é de 51,2 p.p. Em termos interpretativos, estes resultados são coerentes com a intensidade tecnológica e o perfil de qualificação dos setores: contextos mais informacionais tendem a sustentar programas formativos contínuos (OECD, 2021b), enquanto atividades com maior pressão de custos e carência de competências, como hotelaria e logística, apresentam perfis formativos mais intermitentes (Ezzaouia & Bulchand-Gidumal, 2020; Fontecchio, 2023).

Os resultados detalhados por setor/ano podem ser consultados no Apêndice 9 – Tabela 4.

Esta evidência reforça a complementaridade destacada na seção 3.1: nos setores em que a presença de especialistas é elevada, a formação contribui para consolidar competências; nos setores com menor presença, a formação torna-se um mecanismo essencial para evitar o agravamento de défices de capacidade (Boothby et al., 2010; OECD, 2021b).

Gráfico 3 – Formação em TIC – PME (2015-2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

3.3 Comércio Eletrónico (Presença e Intensidade)

A integração do comércio eletrónico nas atividades empresariais tem assumido um papel crescente na transformação digital das PME, constituindo uma das primeiras manifestações concretas da digitalização dos canais de comunicação, distribuição e venda. Segundo Laudon e Traver (2021), o comércio eletrónico ultrapassa a mera execução de transações *online*, englobando a gestão de relações com clientes, a personalização da experiência digital, a integração de sistemas logísticos e a utilização de análise de dados para otimizar processos comerciais.

Para as PME, frequentemente limitadas em termos de recursos humanos e financeiros, a adoção do comércio eletrónico representa tanto uma oportunidade estratégica de expansão como um desafio operacional. Martins et al. (2014) destacam que, em contextos empresariais de pequena escala, a perceção de risco associada à segurança da informação, à gestão de plataformas digitais e à ausência de competências técnicas internas condiciona de forma significativa o ritmo de adoção.

Nos inquéritos IUTICE, o comércio eletrónico é definido como a realização de encomendas ou vendas através de redes informáticas, seja por websites próprios, plataformas de terceiros (*marketplaces*) ou sistemas de EDI (*Electronic Data Interchange*). Esta variável — captada pelos códigos F0804/I0650/I1100 ou I1110 — encontra-se presente de forma sistemática entre

2015 e 2024, permitindo uma análise longitudinal fiável da sua adoção pelas PME portuguesas.

Para as empresas que declaram utilizar canais de comércio eletrónico, o inquérito recolhe também a percentagem do volume de negócios gerado por vendas digitais, possibilitando aferir não apenas a presença da tecnologia, mas também o seu grau de integração estratégica no negócio. Este indicador é particularmente relevante, pois distingue empresas que apenas disponibilizam canais digitais daquelas que deles dependem de forma significativa para gerar receitas.

A análise dos microdados indica que, em 2015, cerca de 23,5% das PME efetuavam vendas através da internet, valor que evolui para 25,1% em 2023 e 27,2% em 2024. Esta trajetória revela uma adesão progressiva ao comércio eletrónico, embora com intensidades distintas entre setores. Entre as empresas aderentes, a intensidade do canal — medida pela percentagem do volume de negócios gerado digitalmente — cresce de 22,8% em 2015 para 32,5% em 2024, sugerindo um aprofundamento contínuo deste canal nas PME que já operam *online*.

Autores como Zwass (1996) defendem que o comércio eletrónico não constitui um fim em si mesmo, mas parte de um processo mais amplo de reposicionamento competitivo, no qual a digitalização dos pontos de contacto com o cliente deve ser acompanhada de transformações internas. Choshin e Ghaffari (2017) salientam que a ausência de integração entre canais *online* e sistemas logísticos constitui uma das principais razões para o insucesso de iniciativas digitais em empresas de menor dimensão.

Estes resultados justificam, assim, uma análise detalhada por setor, permitindo compreender quais os segmentos que têm consolidado o comércio eletrónico de forma contínua e quais enfrentam constrangimentos estruturais à sua adoção e integração.

3.3.1 Presença de Comércio Eletrónico nas PME

Entre 2015 e 2024 observa-se um progresso moderado na presença de comércio eletrónico nas PME portuguesas, embora com perfis setoriais diferenciados, como ilustrado no Gráfico 4.

O setor I – Alojamento e Restauração regista a evolução mais expressiva, passando de 30,2% em 2015 para 42,9% em 2024, um aumento de +12,7 p.p., coerente com a crescente digitalização dos processos de reserva, encomenda e entrega. Em G – Comércio, observa-se também uma progressão, ainda que mais moderada (23,1% → 28,1%), refletindo a consolidação gradual da venda *online* no retalho e grossista.

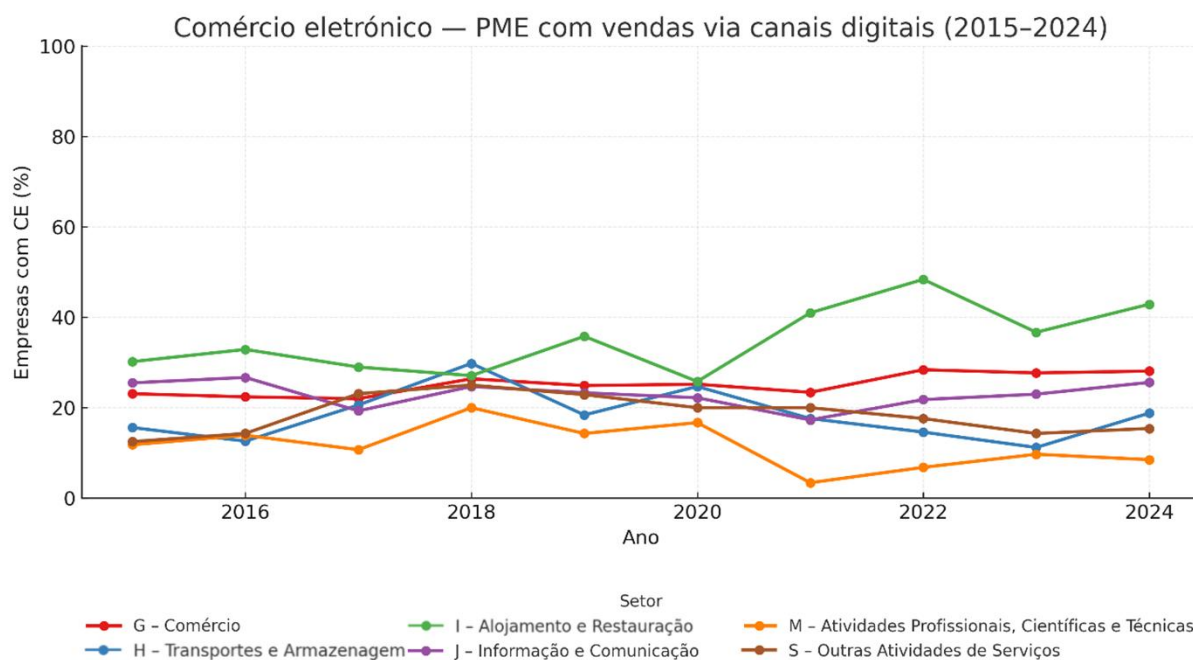
No setor H – Transportes e Armazenagem, a presença de comércio eletrónico evolui de 15,6% para 18,8%, mantendo-se num patamar intermédio. O setor J – Informação e Comunicação apresenta valores estáveis (25,5% → 25,6%), o que se explica pela predominância de modelos B2B, serviços digitais e subscrição, que frequentemente não se enquadram na definição estatística de “vendas via comércio eletrónico” utilizada pelo IUTICE.

Em S – Outras Atividades de Serviços, observa-se uma progressão ligeira (12,5% → 15,4%), compatível com a diversidade de serviços incluídos neste grupo e com a menor orientação transacional de muitos deles. Por sua vez, M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas apresenta uma diminuição no final do período (11,8% → 8,5%), sugerindo que a digitalização neste setor se tem materializado sobretudo através de ferramentas de produtividade e soluções digitais internas, mais do que por transações comerciais *online*.

As séries completas encontram-se no Apêndice 10 – Tabela 5.

No conjunto, estes padrões confirmam a heterogeneidade setorial da adoção do comércio eletrónico e sugerem que fatores como o modelo de negócio, a intensidade tecnológica, o grau de padronização dos serviços e a estrutura das cadeias de valor influenciam significativamente a presença digital das PME portuguesas.

Gráfico 4 – Comércio Eletrónico – PME com Vendas Via Canais Digitais (2015-2024)



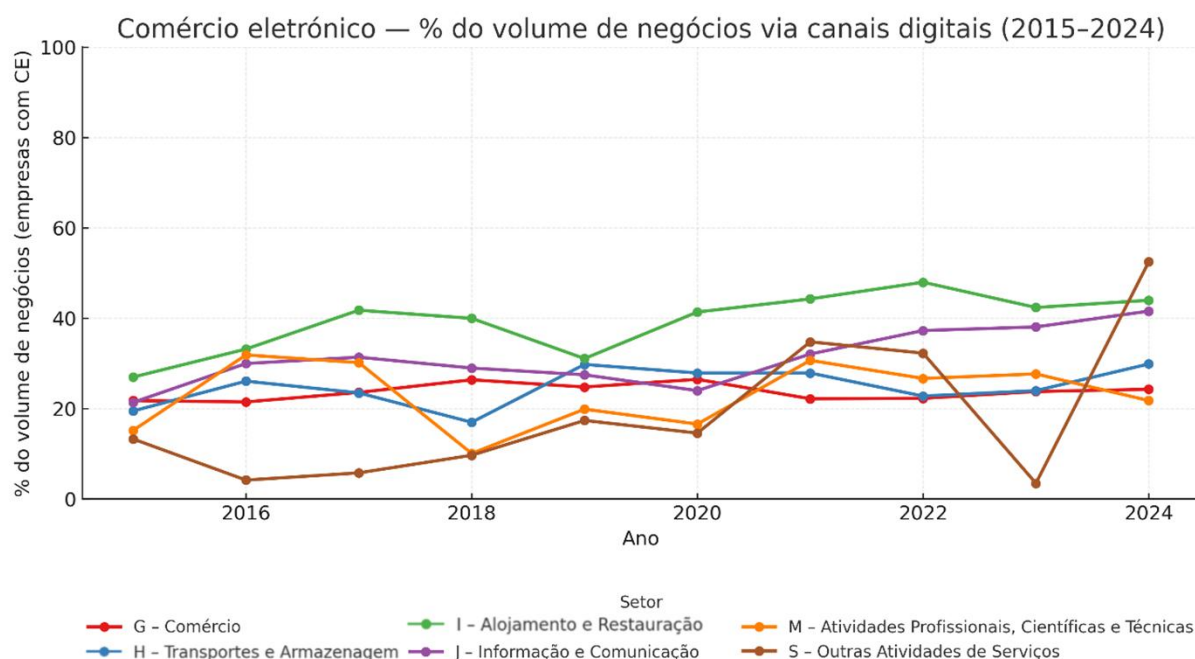
Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A difusão observada acompanha o trajeto descrito na literatura, segundo o qual a adoção de comércio eletrónico tende a refletir custos de transição, pressões competitivas e características estruturais de cada setor (Zwass, 1996; Zhu et al., 2006).

3.3.2 Intensidade: Percentagem do Volume de Negócios em Canais Digitais

A intensidade do comércio eletrónico — medida no IUTICE pela pergunta “Qual a percentagem do total do volume de negócios que resultou das vendas de bens ou serviços por website, aplicações ou portais de comércio eletrónico?” (códigos F0805/I0660) — evidencia um aprofundamento significativo da importância dos canais digitais para as PME que já vendem *online*. As tendências podem ser observadas no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Comércio Eletrónico – % do Volume de Negócios Via Canais Digitais (2015-2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

O setor S – Outras Atividades de Serviços apresenta o crescimento mais acentuado, passando de 13,3% em 2015 para 52,5% em 2024 (+39,2 p.p.), ainda que a leitura deva ser feita com cautela devido à menor dimensão amostral. Em J – Informação e Comunicação, a trajetória é igualmente robusta (21,4% → 41,6%, +20,2 p.p.), compatível com a natureza digital de muitos serviços do setor.

No setor I – Alojamento e Restauração, a intensidade aumenta de 27,0% para 44,0% (+17,0 p.p.), refletindo a consolidação de reservas *online*, entregas e plataformas agregadoras. Já H – Transportes e Armazenagem regista um acréscimo de 19,5% para 29,9% (+10,4 p.p.), traduzindo maior integração entre vendas digitais e operações logísticas.

Os setores G – Comércio e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas registam progressões mais moderadas: – G: 21,8% → 24,3% (+2,5 p.p.) e – M: 15,2% → 21,8% (+6,6 p.p.)

As séries completas encontram-se no Apêndice 10 – Tabela 6.

Do ponto de vista interpretativo, a leitura conjunta da presença e intensidade do comércio eletrónico revela dinâmicas setoriais distintas. Nos setores I e J, o alargamento da adoção é acompanhado por um aprofundamento significativo entre empresas já digitalizadas, sugerindo modelos operacionais em que o digital assume papel central. No setor G, a presença cresce de forma mais contida e a intensidade mantém-se relativamente estável, o que indica que, embora mais empresas vendam *online*, o comércio digital nem sempre representa um canal dominante na estrutura de receitas.

A combinação entre elevada intensidade e estabilidade no setor J sugere a coexistência de modelos digitais não transacionais (ex.: B2B, licenciamento, subscrições), parcialmente captados — ou não — pelas métricas de comércio eletrónico. Por outro lado, os aumentos acentuados em S e I são coerentes com a crescente integração digital de serviços, reservas, marcações e logística associada.

Em todos os setores, importa considerar as especificidades dos modelos de negócio, a composição amostral e as diferenças na forma como cada atividade incorpora vendas digitais — aspetos essenciais para compreender a trajetória de transformação digital das PME portuguesas.

3.4 Segurança nas TIC (Variáveis e Índice D1)

A segurança das Tecnologias da Informação e da Comunicação constitui uma dimensão nuclear da maturidade digital, especialmente no contexto das PME. A crescente digitalização de processos, o uso alargado de sistemas de informação e a intensificação da presença digital expõem as organizações a riscos que exigem respostas estruturadas e proativas. Segundo Von Solms e Van Niekerk (2013), a segurança da informação deve ser entendida como uma responsabilidade transversal — técnica e organizacional — que envolve práticas, políticas e uma cultura consistente de prevenção.

Para efeitos comparativos, utiliza-se o Índice D1 (Segurança nas TIC), calculado como a média simples de 11 variáveis binárias, apresentado em escala 0–100 e interpretável como a proporção média de práticas adotadas por empresa. A construção e as verificações de comparabilidade do D1 encontram-se detalhadas no Apêndice 6.

No IUTICE, a segurança das TIC é captada através de medidas como autenticação forte, encriptação, cópias de segurança, controlo de acessos, monitorização, avaliação e testes de segurança, entre outras. Estas medidas sustentam a composição do Índice D1, permitindo uma leitura integrada do nível de proteção digital das empresas.

Nesta secção apresenta-se: (i) a evolução setorial do Índice D1 para 2019, 2022 e 2024; e (ii) um retrato transversal da adoção das medidas em 2024 (total PME), permitindo identificar padrões comuns e discrepâncias setoriais na proteção digital das PME portuguesas.

3.4.1 Evolução do Índice D1 (2019–2024)

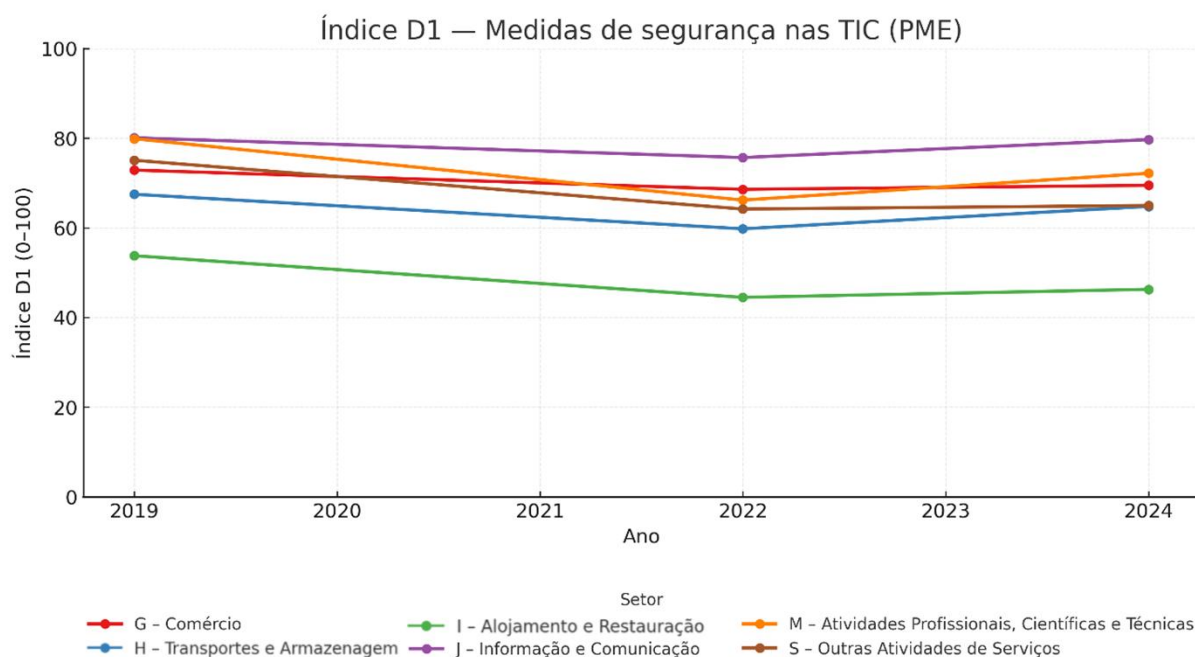
Os resultados evidenciam padrões setoriais diferenciados na evolução do Índice D1 entre 2019 e 2024, como se observa no Gráfico 6. No setor J – Informação e Comunicação, os níveis mantêm-se consistentemente elevados nos três anos analisados (80,1 em 2019; 75,7 em 2022; 79,7 em 2024). Em M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas, verifica-se um recuo entre 2019 e 2022, seguido de recuperação parcial em 2024 (79,9 → 66,2 → 72,2).

No setor G – Comércio, o índice mostra uma ligeira recuperação após a queda de 2022 (72,9 → 68,6 → 69,5), padrão semelhante ao observado em H – Transportes e Armazenagem (67,5 → 59,8 → 64,8). O setor S – Outras Atividades de Serviços apresenta uma descida acentuada em 2022 (75,1 → 64,2), estabilizando depois num patamar intermédio-alto (65,0 em 2024). Por sua vez, I – Alojamento e Restauração regista os valores mais baixos do conjunto (53,8 → 44,5 → 46,3), com uma recuperação marginal no final do período.

Em síntese, entre 2019 e 2024, o índice mantém-se elevado e relativamente estável no setor J (-0,4 p.p.), enquanto recua de forma mais expressiva em M (-7,7 p.p.) e S (-10,1 p.p.). Os setores G (-3,4 p.p.), H (-2,7 p.p.) e I (-7,5 p.p.) mostram perdas moderadas ou estabilização em níveis médios. A quebra generalizada observada em 2022 é transversal a todos os setores, com recuperação parcial em 2024.

Estes padrões sugerem que a maturidade digital em segurança nas TIC permanece mais consolidada nos setores informacionais e intensivos em conhecimento (J e, em menor grau, M), enquanto permanece mais limitada em setores com menor intensidade tecnológica (I), refletindo diferenças estruturais na adoção de práticas de proteção e gestão de risco digital nas PME portuguesas.

Gráfico 6 – Segurança nas TIC – Índice D1 – Medidas de Segurança nas TIC (PME)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

3.4.2 Adoção de Medidas de Segurança nas PME em 2024

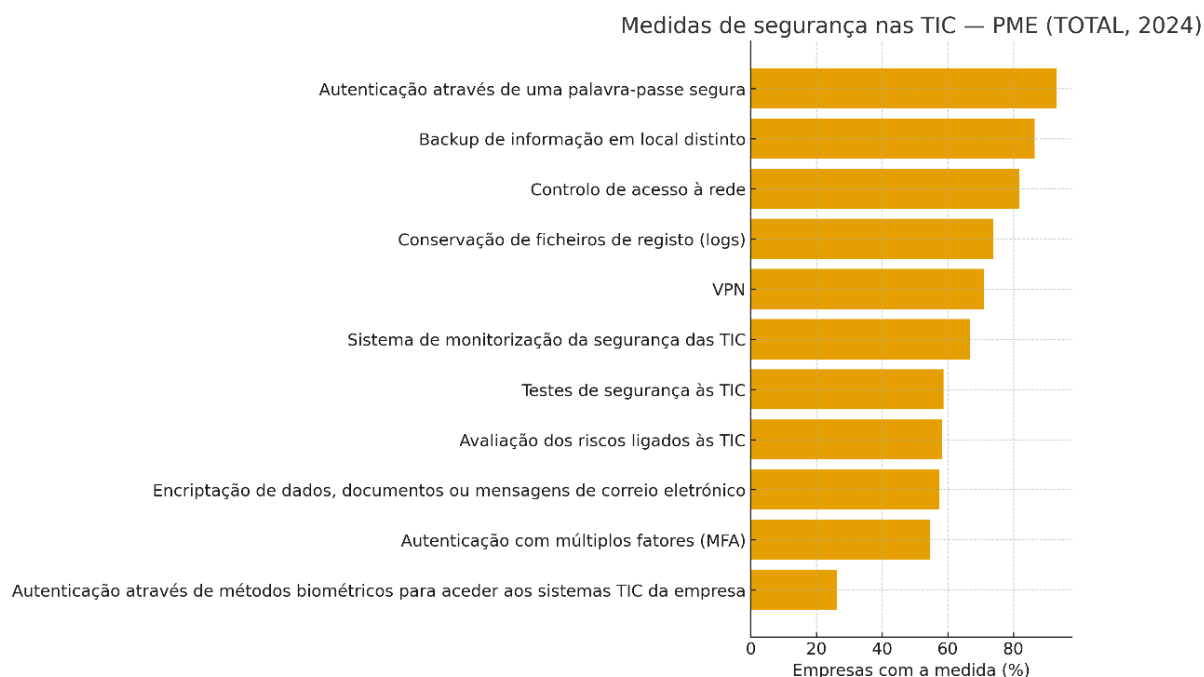
O retrato transversal das PME em 2024 evidencia uma elevada prevalência de medidas básicas e procedimentais de segurança, enquanto as práticas de maior complexidade técnica apresentam níveis de adoção mais variáveis, como se observa no Gráfico 7.

- Medidas básicas: palavra-passe segura (93,2%), cópias de segurança fora do local (86,5%) e controlo de acesso à rede (81,9%) constituem a base do ecossistema de proteção, refletindo uma adoção amplamente disseminada.
- Medidas intermédias: conservação de logs (73,8%), utilização de VPN (71,1%) e sistemas de monitorização (66,9%) reforçam a capacidade de deteção e resposta a incidentes, embora com algum grau de heterogeneidade entre setores.
- Medidas avançadas: testes de segurança (58,7%), avaliação de riscos (58,3%), encriptação (57,5%) e autenticação multifator (54,7%) apresentam maior margem de evolução. A autenticação biométrica surge como menos difundida (26,4%), compatível com custos superiores e maiores exigências de integração.

Este padrão sugere que a maioria das PME consolida medidas essenciais — controlo de acesso, cópias de segurança e mecanismos perimetrais — enquanto práticas associadas à resiliência organizacional, como auditorias, testes periódicos ou avaliação formal de riscos, progridem de forma mais lenta, sobretudo fora dos setores mais informacionais. A literatura

sublinha que ferramentas isoladas, sem processos estruturados e capacitação adequada, tendem a gerar ganhos limitados; cultura de segurança, envolvimento da gestão e formação contínua constituem pilares determinantes para a maturidade digital nesta área (AlHogail, 2015; Rombaldo Junior et al., 2023; Von Solms e Van Niekerk, 2013).

Gráfico 7 – Segurança das TIC – Medidas de Segurança – PME (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A desagregação por setor/ano encontra-se no Apêndice 11 – Tabela 7.

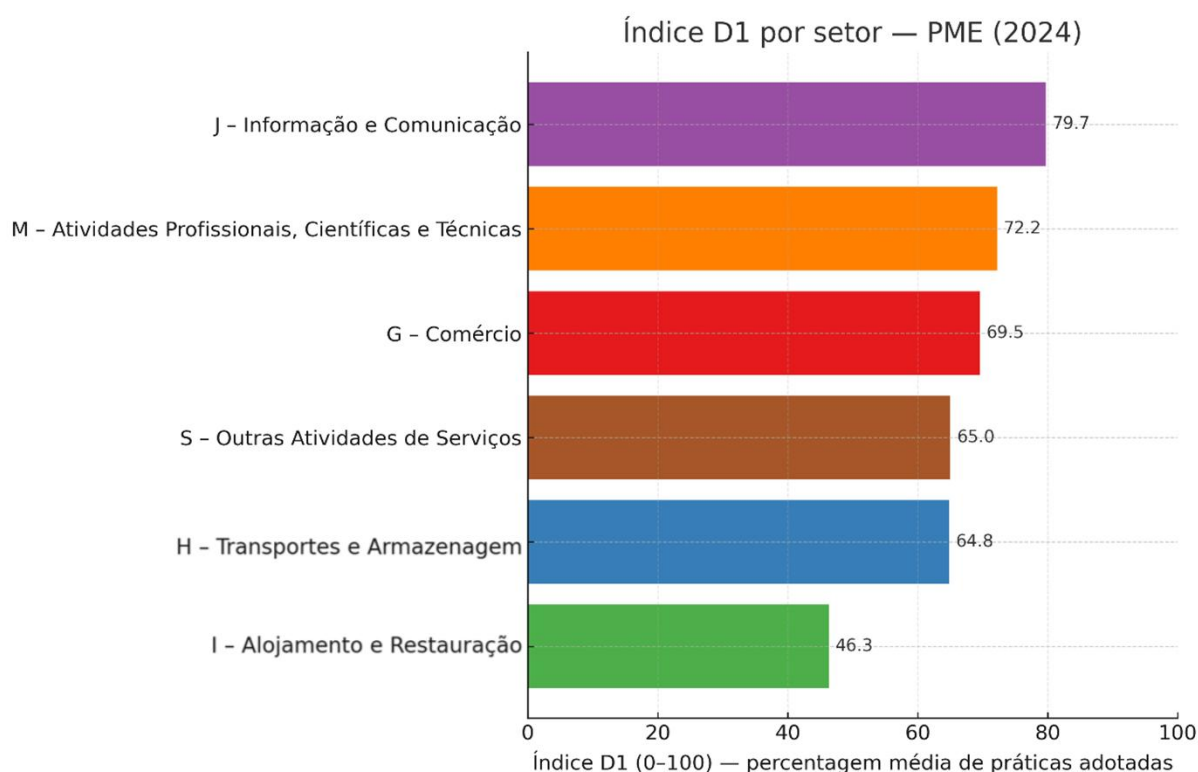
O Gráfico 8 apresenta a variação do Índice D1 entre setores em 2024, evidenciando de que forma as práticas de segurança se traduzem em níveis diferenciados de maturidade digital.

O setor J – Informação e Comunicação regista o valor mais elevado (79,7), refletindo forte dependência de infraestruturas digitais e necessidade de proteção de ativos críticos. Segue-se M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (72,2), cuja natureza intensiva em conhecimento favorece a adoção estruturada de medidas de segurança, e G – Comércio (69,5), onde o contacto direto com dados de clientes e transações *online* reforça a necessidade de práticas robustas.

Os setores S – Outras Atividades de Serviços (65,0) e H – Transportes e Armazenagem (64,8) situam-se num patamar intermédio, revelando progressos consistentes mas ainda com espaço para reforçar políticas formais de avaliação de riscos e testes regulares. Por sua vez, o setor I – Alojamento e Restauração (46,3) apresenta os níveis mais baixos, refletindo desafios de digitalização e uma adoção mais limitada de práticas avançadas de cibersegurança.

De forma global, os resultados confirmam que a robustez das práticas de segurança acompanha o grau de digitalização e a intensidade informacional de cada setor, evidenciando que a cibersegurança tende a consolidar-se mais rapidamente onde as TIC assumem papel central no modelo de negócio.

Gráfico 8 – Segurança das TIC – Índice D1 por Setor – PME (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

As séries 2019–2024 estão detalhadas no Apêndice 11 – Tabela 8.

A análise conjunta do Índice D1 com o pacote de práticas de segurança permite caracterizar o perfil de proteção das PME como amplo nas práticas essenciais e em desenvolvimento nas camadas de resiliência (avaliação de riscos, testes, MFA, encriptação). Esta configuração é coerente com as restrições de escala típicas das PME e com a adoção gradual de práticas que exigem processos formais e especialização técnica.

A articulação com a Formação em TIC (secção 3.2) reforça a necessidade de planos de capacitação continuada e de governação de segurança proporcional ao risco, sublinhando que a consolidação de competências internas é fundamental para sustentar a maturidade digital em segurança nas PME portuguesas.

3.5 Inteligência Artificial (Variáveis e Índice E1)

A adoção de tecnologias de inteligência artificial (IA) constitui uma das frentes emergentes da transformação digital, com potencial para reconfigurar processos, modelos de negócio e

dinâmicas competitivas. Nas PME, a sua difusão permanece gradual e heterogénea, condicionada por fatores como complexidade técnica, custos de implementação e escassez de competências especializadas (Bughin et al., 2018; Ransbotham et al., 2020).

No inquérito IUTICE, a dimensão IA estrutura-se em dois grupos complementares de variáveis: (i) utilizações de IA por tipo de tecnologia (variáveis binárias, tais como análise e geração de linguagem, reconhecimento de voz/imagem, *machine learning*, automação/apoio à decisão e robótica/veículos autónomos); e (ii) propósitos de utilização (atividades em que a IA é aplicada), incluindo *marketing* e vendas, processos administrativos/gestão, produção, logística, segurança das TIC, contabilidade/gestão financeira e atividades de I&D e inovação.

Para efeitos de síntese, recorre-se ao Índice E1, calculado como a média simples das utilizações tecnológicas, originalmente expressas em escala binária (0–1) e convertidas aqui para 0–100, interpretando-se como percentagem média de tecnologias de IA adotadas. Esta métrica permite comparar níveis de adoção entre setores e identificar áreas prioritárias de implementação nas PME portuguesas. A construção e as verificações de comparabilidade do Índice E1 encontram-se documentadas no Apêndice 6.

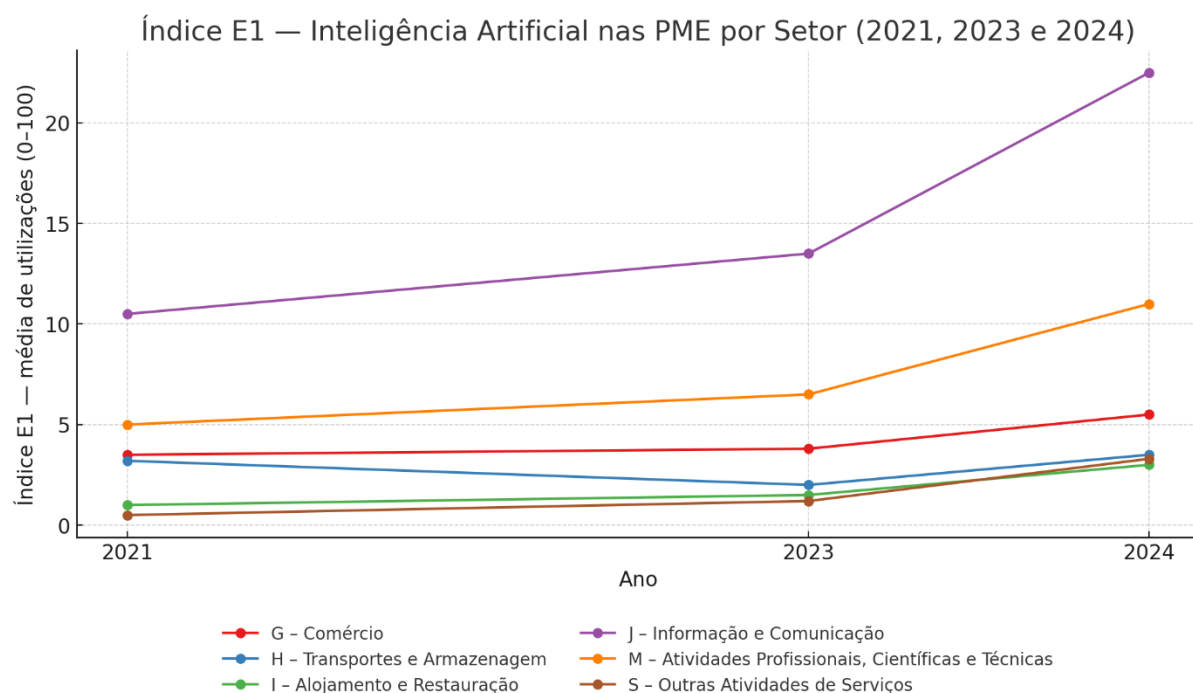
3.5.1 Evolução do Índice E1 (2021–2024)

Os resultados evidenciam assimetrias marcadas e uma aceleração recente na adoção de IA, com destaque para os setores mais intensivos em conhecimento, como se observa no Gráfico 9.

No setor J – Informação e Comunicação, o índice E1 aumenta de 10,6 (2021) para 22,4 (2024), alcançando o valor mais elevado entre todos os setores (+11,8 pontos percentuais). Em M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas, o índice mais do que duplica (5,1 → 11,0; +5,9 p.p.). Nos setores G – Comércio e I – Alojamento e Restauração, verifica-se um progresso gradual (3,5 → 5,6 e 1,3 → 2,9, respetivamente), enquanto H – Transportes e Armazenagem apresenta um avanço moderado (3,2 → 3,6). Por sua vez, S – Outras Atividades de Serviços parte de uma base residual, atingindo 3,3 em 2024.

Estes padrões indicam que a adoção de IA permanece concentrada nos setores mais intensivos em conhecimento, ao passo que setores com menor complexidade tecnológica ou maior pressão de custos continuam a apresentar níveis reduzidos de implementação, refletindo barreiras estruturais à difusão da tecnologia nas PME portuguesas.

Gráfico 9 – Inteligência Artificial – Índice E1 – Utilização de IA – PME (2021 – 2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

As séries setoriais completas encontram-se no Apêndice 12 – Tabela 11.

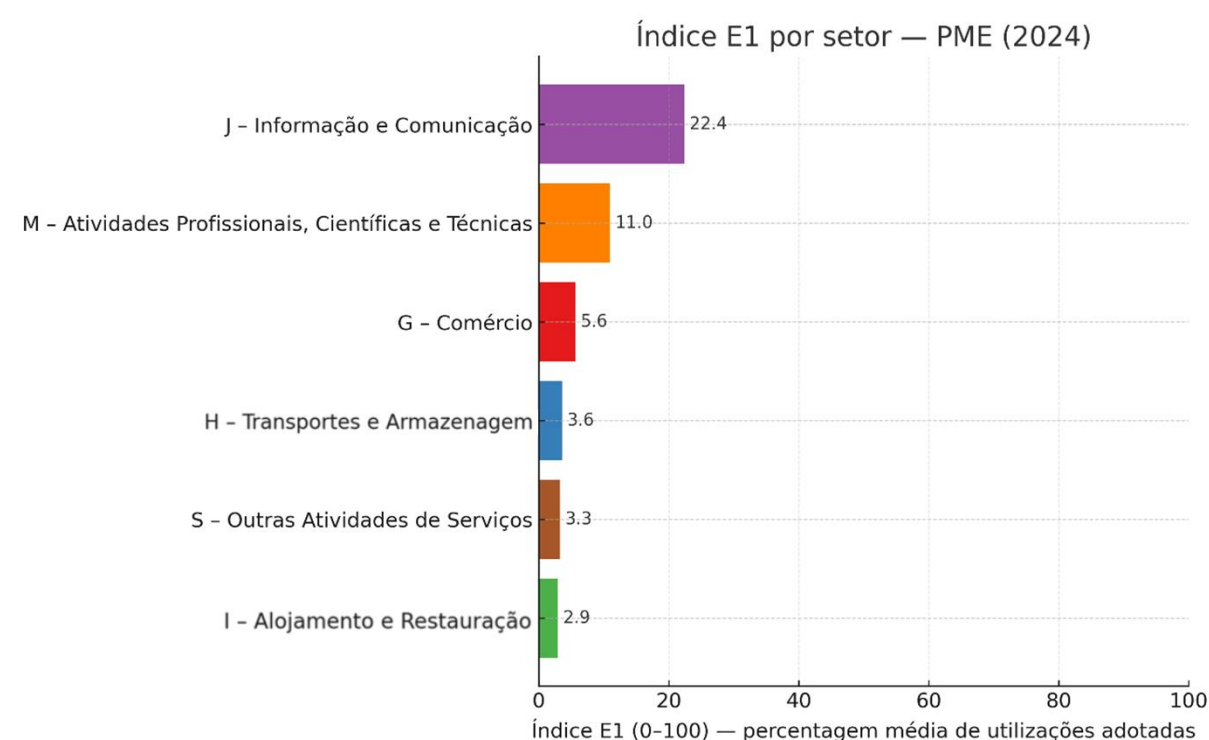
O Gráfico 10 apresenta a distribuição do Índice E1 por setor em 2024, permitindo uma leitura transversal da maturidade de adoção da Inteligência Artificial nas PME portuguesas. Verifica-se uma hierarquia clara:

- J – Informação e Comunicação regista o valor mais elevado (22,4), refletindo a forte integração tecnológica e a natureza informacional do setor;
- M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas segue com 11,0, revelando adoção consistente associada a automatização, análise de dados e serviços avançados.

Em contraste, os setores G – Comércio, H – Transportes e Armazenagem, I – Alojamento e Restauração e S – Outras Atividades de Serviços apresentam níveis mais reduzidos (entre 2,9 e 5,6), com utilização ainda incipiente e sobretudo centrada em aplicações de barreira técnica mais baixa, como *chatbots*, ferramentas básicas de apoio à decisão e reconhecimento de voz.

Esta configuração reforça que a adoção de IA nas PME permanece numa fase inicial, marcada por forte polarização entre os setores de base digital, mais propensos à implementação de tecnologias avançadas, e setores operacionais, onde persistem limitações de escala, competências e recursos que condicionam a integração de soluções de IA mais complexas.

Gráfico 10 – Inteligência Artificial – Índice E1 – Utilização de IA por Setor – PME (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

3.5.2 Inteligência Artificial - Tecnologias Utilizadas pelas PME (2024)

No universo das PME, a adoção de tecnologias específicas de inteligência artificial em 2024 permanece incipiente, mas evidencia prioridades claras. Como se observa no Gráfico 11, entre as sete tipologias incluídas no inquérito, destacam-se a análise de linguagem escrita (*text mining*) (11,3%) e a geração de linguagem escrita ou falada (10,0%), refletindo o interesse crescente em ferramentas de processamento de linguagem natural aplicáveis ao atendimento automatizado, análise documental e suporte ao cliente.

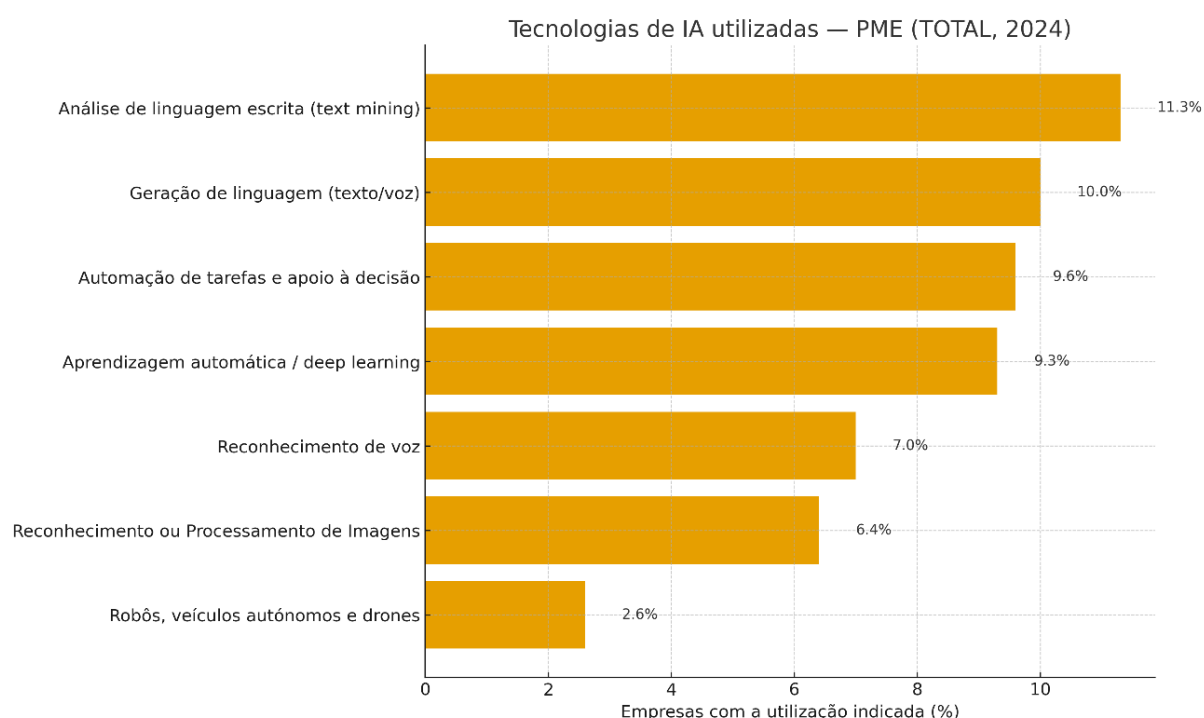
A automação de tarefas e apoio à decisão (9,6%) e o *machine learning* / *deep learning* (9,3%) seguem-se com valores próximos, indicando que uma fração relevante das PME já explora algoritmos de aprendizagem automática e sistemas de recomendação para otimização de processos internos e tomada de decisão baseada em dados.

Num segundo plano surgem o reconhecimento de voz (7,0%) e o reconhecimento/processamento de imagem (6,4%), ambos com níveis moderados de utilização, sobretudo em contextos específicos como *contact centers*, segurança ou análise de imagens digitais. Por fim, a utilização de robôs autónomos, veículos autónomos ou drones permanece residual (2,6%), sugerindo que aplicações de IA associadas a movimentação física

ainda se encontram em fase embrionária no tecido empresarial português de menor dimensão.

Este padrão confirma que as PME privilegiam aplicações de IA com barreiras técnicas e financeiras mais reduzidas, como soluções de linguagem, automação de processos administrativos e algoritmos de *machine learning*. Por outro lado, tecnologias mais complexas ou intensivas em capital, como robótica autónoma, mantêm-se confinadas a nichos muito específicos, refletindo o estágio inicial de maturidade digital em IA no tecido empresarial de menor escala.

Gráfico 11 – Inteligência Artificial – Tecnologias de IA utilizadas pelas PME em 2024



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A desagregação setorial pode ser consultada no Apêndice 12 – Tabela 9.

Embora esta análise se centre no total de PME, as diferenças setoriais são consistentes com o que se observa no Índice E1: o setor J – Informação e Comunicação lidera a utilização das diversas tipologias de IA, seguido por M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas, em linha com a intensidade de conhecimento e de dados que caracteriza estes setores.

Nos restantes setores (G – Comércio, H – Transportes e Armazenagem e I – Alojamento e Restauração), a adoção surge de forma mais contida e seletiva, privilegiando aplicações de processamento de linguagem e automação de processos. Em S – Outras Atividades de Serviços, a presença das tecnologias de IA permanece residual e heterogénea, refletindo a menor dimensão e diversidade interna do setor.

Identificadas as tecnologias mais frequentemente utilizadas, torna-se relevante analisar, na secção seguinte, os propósitos de utilização da IA, ou seja, para que fins as PME mobilizam estas soluções.

3.5.3 Inteligência Artificial – Propósito da Utilização nas PME (2024)

Como se observa no Gráfico 12, em 2024, no total das PME, os propósitos de utilização mais frequentes de IA foram *marketing* e vendas (8,5%), processos administrativos/gestão (8,5%) e segurança das TIC (8,1%). Seguem-se atividades de I&D e inovação (exceto investigação em IA) (6,5%), contabilidade/gestão financeira (5,5%), processos de produção (5,2%) e logística (2,1%).

A leitura setorial evidencia padrões distintos:

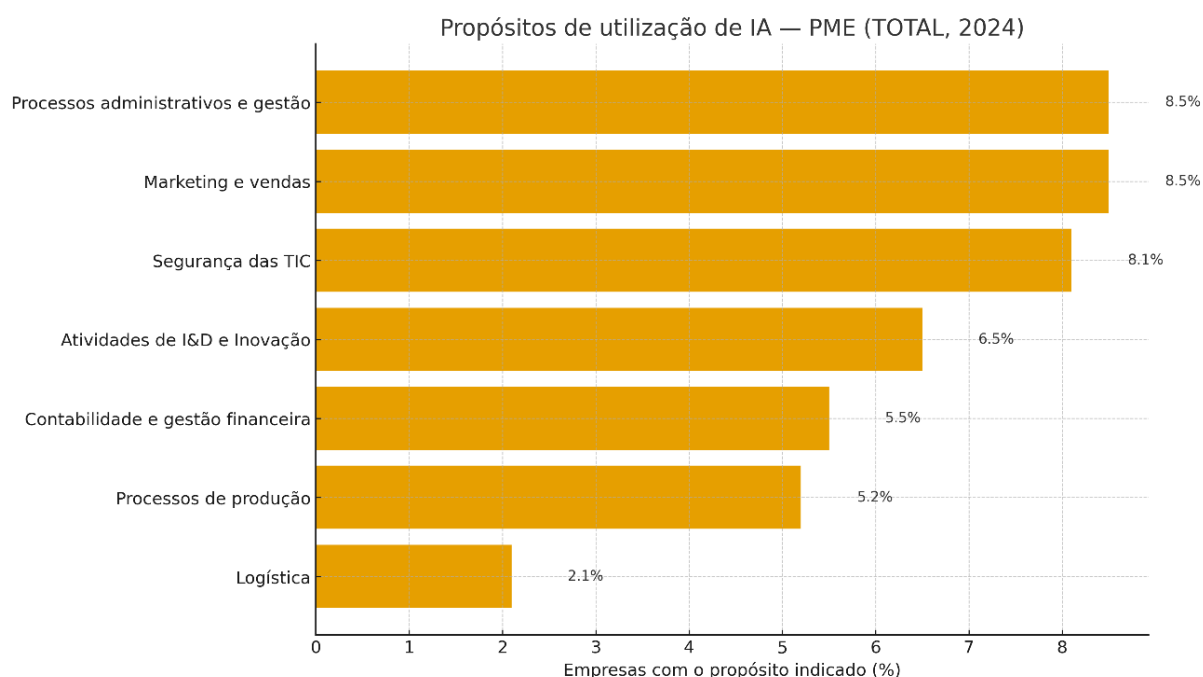
- J – Informação e Comunicação lidera praticamente todos os propósitos (*marketing* e vendas: 21,8%; administrativos/gestão: 20,4%; produção: 18,7%; segurança das TIC: 19,4%; I&D e inovação: 26,6%), refletindo maior capacidade de integração da IA em atividades intensivas em software e dados.
- M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas ocupa a segunda posição na maioria dos propósitos (administrativos/gestão: 12,2%; I&D e inovação: 10,3%; segurança: 8,5%; *marketing*: 8,0%), compatível com perfis de conhecimento intensivo e adoção orientada para eficiência e apoio à decisão.
- G – Comércio concentra utilizações sobretudo em *marketing* e vendas (6,2%), segurança das TIC (7,0%) e administrativos/gestão (6,9%), coerente com a otimização comercial e de operações internas.
- H – Transportes e Armazenagem evidencia maior utilização em funções administrativas e de suporte, especialmente em contabilidade/financeira (7,6%) e segurança (6,5%), com valores modestos nos restantes propósitos.
- I – Alojamento e Restauração apresenta níveis muito reduzidos em quase todos os propósitos, incluindo logística (0,3%) e produção/operações (1,2%), revelando uma integração ainda incipiente da IA em atividades ligadas à cadeia de abastecimento.
- S – Outras Atividades de Serviços revela bolsas de adoção em administrativos/gestão (7,7%), contabilidade/financeira (7,7%) e segurança (7,7%), com valores residuais nas restantes rubricas; a menor dimensão amostral recomenda leitura prudente.

A leitura empírica sugere uma forte convergência entre adoção de IA e capacitação interna das PME. Setores com Índice E1 mais elevado — J e M — são também aqueles com maior presença de especialistas TIC e maior oferta de formação em TIC.

Na outra extremidade, setores com E1 mais reduzido — H e I — tendem a apresentar equipas internas mais pequenas e programas formativos menos disseminados.

Esta relação reforça a interpretação de que a adoção de IA depende da existência de capacidades técnicas e organizacionais capazes de sustentar a sua integração eficaz nos processos empresariais.

Gráfico 12 – Inteligência Artificial – Propósitos de Utilização de IA nas PME em 2024



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A desagregação setorial está documentada no Apêndice 12 – Tabela 10.

Em síntese, os propósitos de utilização evidenciam a adaptação da IA aos modelos de negócio: setores intensivos em dados, como J e M, combinam aplicações de *front office* (*marketing* e vendas) com *back office* (administrativos/gestão, segurança, financeira) e I&D e inovação.

Por outro lado, setores operacionais (G, H, I) concentram-se em eficiência administrativa e gestão de risco, com adoção gradual em produção e logística. Em S – Outras Atividades de Serviços, observam-se focos pontuais em administrativos/gestão, contabilidade/financeira e segurança, enquanto as restantes áreas apresentam níveis residuais.

Estas diferenças setoriais são coerentes com a disponibilidade de capacidades internas e a estrutura de processos característica de cada atividade económica, reforçando que a integração de IA depende de competências técnicas e organizacionais adaptadas ao contexto.

3.6 Retrato Transversal de 2024: PME e Grandes Empresas

Esta secção complementa a análise longitudinal das PME com um retrato transversal em 2024, contrastando os resultados com as Grandes Empresas (GE) nas mesmas dimensões tecnológicas tratadas nas secções anteriores deste capítulo: (i) pessoal ao serviço especialista em TIC, (ii) formação em TIC, (iii) comércio eletrónico (presença), (iv) segurança nas TIC — Índice D1, e (v) inteligência artificial — Índice E1. A comparação tem natureza meramente contextualizadora e não altera o foco analítico central do estudo, que permanece exclusivamente nas PME.

As percentagens e índices apresentados resultam de tabulações cruzadas dos microdados, com agregação das classes 10–49, 50–149 e 150–249 para PME, e 250+ para GE. No caso dos índices D1 e E1, os valores são apresentados na escala 0–100, interpretáveis como médias simples das práticas (D1) ou utilizações (E1) adotadas (ver Capítulo II para operacionalização detalhada).

Importa salientar que, no universo das Grandes Empresas, a representatividade setorial difere substancialmente da observada nas PME. Em particular, o setor S – Outras Atividades de Serviços assume expressão residual nas GE, o que conduz à inexistência de observações válidas em alguns anos. Nestes casos, é assinalado “s/obs.” nos gráficos. Esta limitação decorre da própria composição da amostra das GE e não compromete a interpretação: significa apenas que, para determinados setores pouco representados, não é possível estabelecer comparações intersetoriais completas.

No comércio eletrónico, a comparação incide exclusivamente sobre a presença de vendas *online*, uma vez que o peso do comércio eletrónico no volume de negócios é analisado apenas para as PME (secção 3.3).

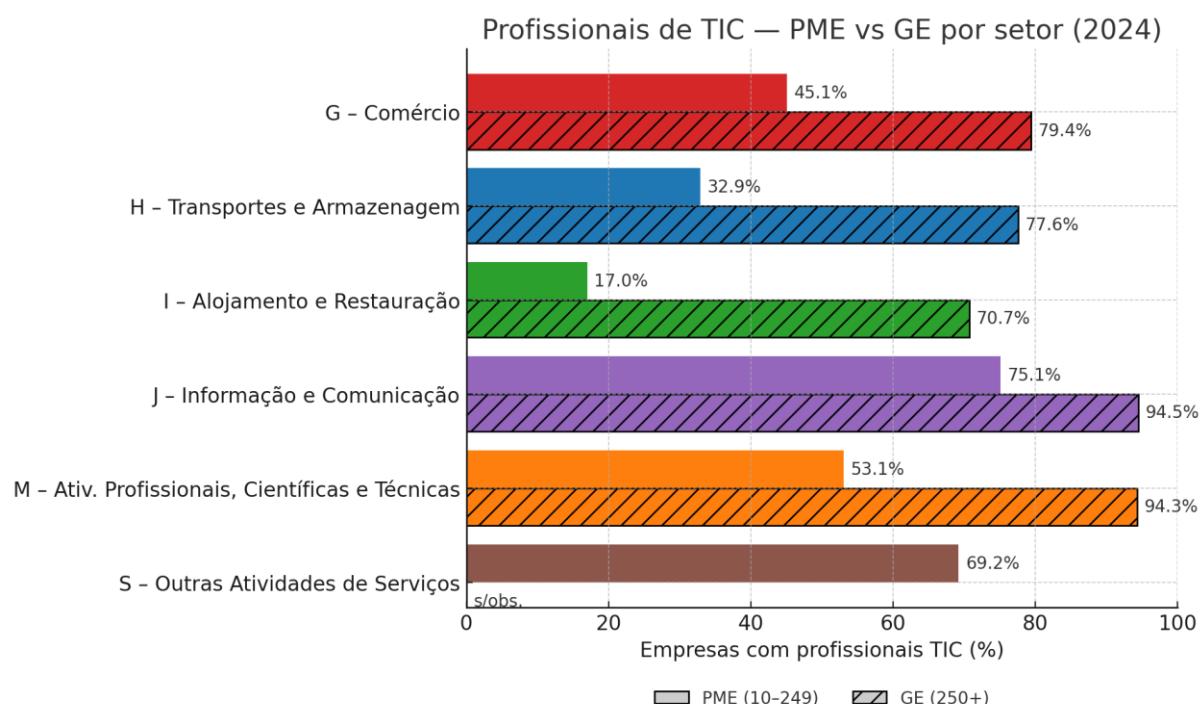
3.6.1 Pessoal ao Serviço Especialista em TIC

Em 2024, as Grandes Empresas apresentam níveis superiores de presença de especialistas em TIC em todos os setores considerados, como se pode observar no Gráfico 13, confirmando o papel determinante da escala na capacidade de internalização de competências tecnológicas.

As diferenças absolutas entre GE e PME são particularmente expressivas em I – Alojamento e Restauração (+53,7 p.p.), H – Transportes e Armazenagem (+44,7 p.p.) e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (+41,2 p.p.). Mesmo nos setores intensivos em conhecimento — como J – Informação e Comunicação e M – Atividades Profissionais,

Científicas e Técnicas, onde as PME já apresentam valores elevados — as GE mantêm vantagem adicional (por exemplo, J: 94,5% nas GE vs 75,1% nas PME).

Gráfico 13 – Profissionais de TIC – PME vs GE por Setor (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

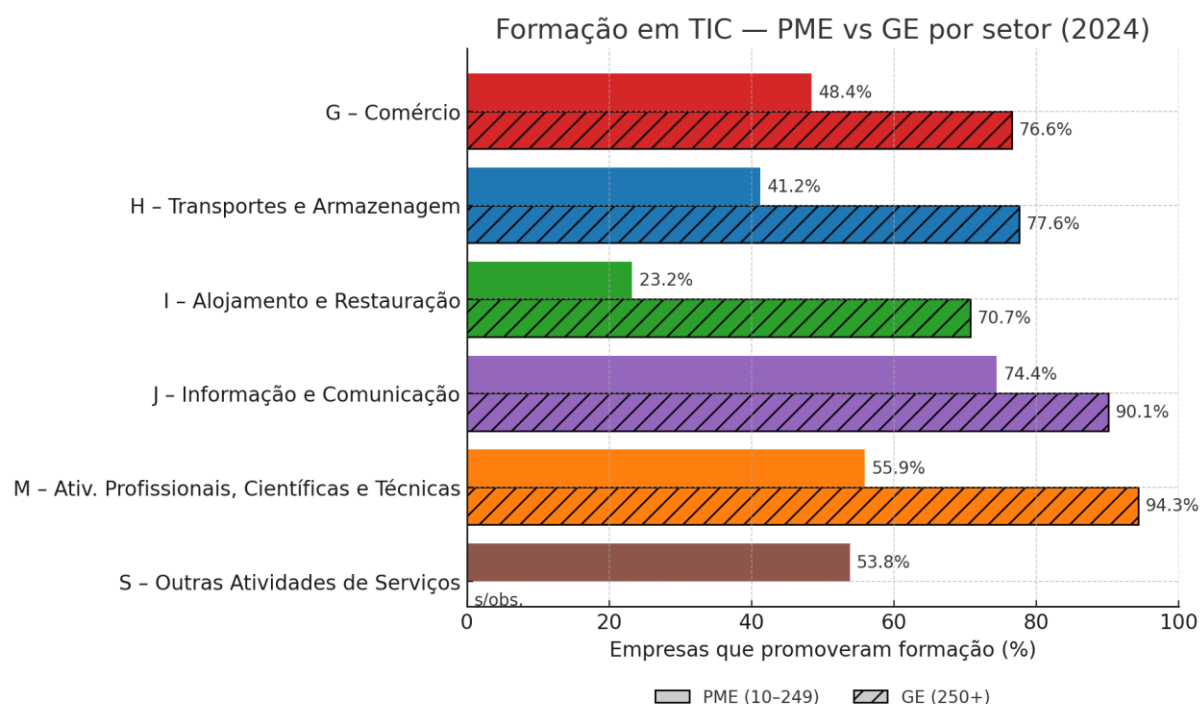
A vantagem estrutural das GE revela-se transversal e consistente, refletindo recursos, equipas especializadas e estruturas organizacionais que favorecem a internalização de perfis TIC — um diferencial que se traduz diretamente na sua maior capacidade de adoção e gestão de tecnologias digitais.

3.6.2 Formação em TIC

O padrão repete-se na oferta de formação em TIC, como se pode observar no Gráfico 14: as Grandes Empresas (GE) apresentam valores superiores em todos os setores com dados comparáveis. As maiores diferenças verificam-se em I – Alojamento e Restauração (+47,5 p.p.), M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (+38,4 p.p.) e H – Transportes e Armazenagem (+36,4 p.p.).

Em J – Informação e Comunicação, embora as PME já se encontrem num patamar elevado (74,4%), as GE consolidam a vantagem (90,1%).

Gráfico 14 – Formação em TIC – PME vs GE por Setor (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

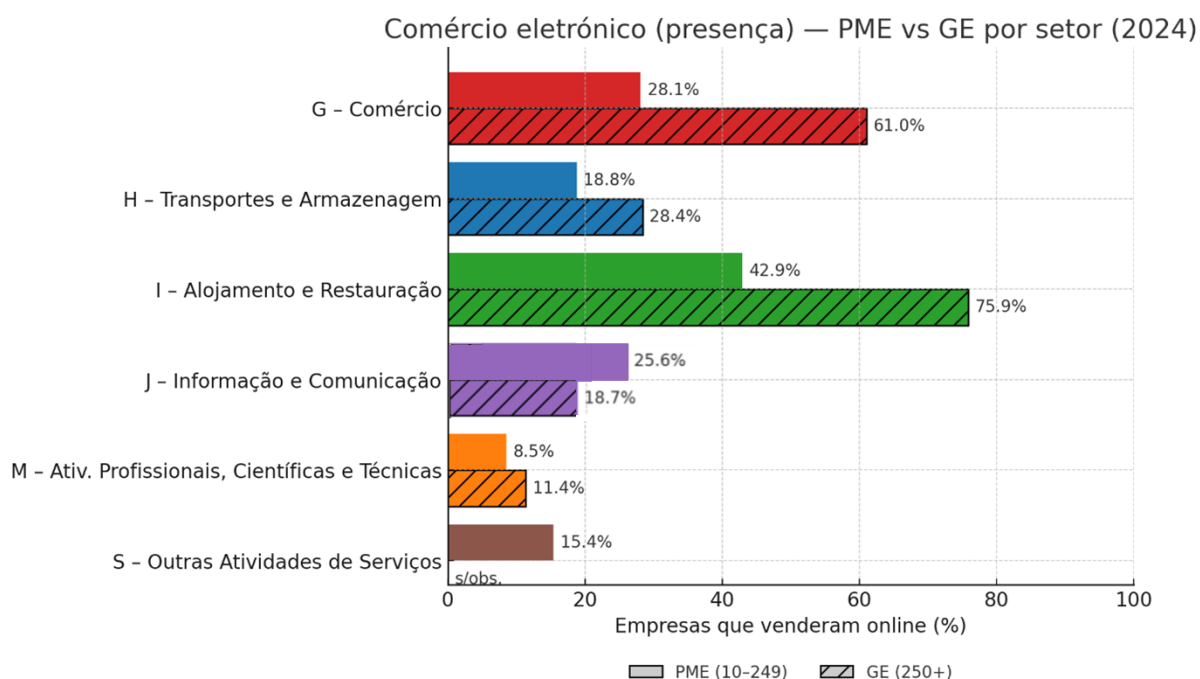
As GE investem de forma mais sistemática em capacitação, coerente com exigências de conformidade, maior complexidade tecnológica e necessidade de atualização contínua de competências.

3.6.3 Comércio Eletrónico (Presença)

No comércio eletrónico, como se pode observar no Gráfico 15, as Grandes Empresas (GE) apresentam valores superiores aos das PME na maioria dos setores — G, H, I e M —, com diferenças particularmente acentuadas em G – Comércio (+32,9 p.p.) e I – Alojamento e Restauração (+33,0 p.p.).

Uma exceção relevante verifica-se em J – Informação e Comunicação, onde a proporção de PME com vendas *online* (≈25,6%) supera a das GE (≈18,7%). Este resultado é coerente com a estrutura do setor, no qual os modelos de negócio B2B, serviços digitais e contratos de longo prazo tendem a reduzir a necessidade de canais transacionais diretos em grandes organizações.

Gráfico 15 – Comércio Eletrónico (Presença) – PME vs GE por Setor (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

A comparação no ano de 2024 evidencia uma hierarquia consistente: as Grandes Empresas (GE) registam níveis superiores em profissionais e formação em TIC — pilares estruturais da maturidade digital — e tendem a liderar a adoção do comércio eletrónico nos setores com maior proximidade ao consumidor final (G e I).

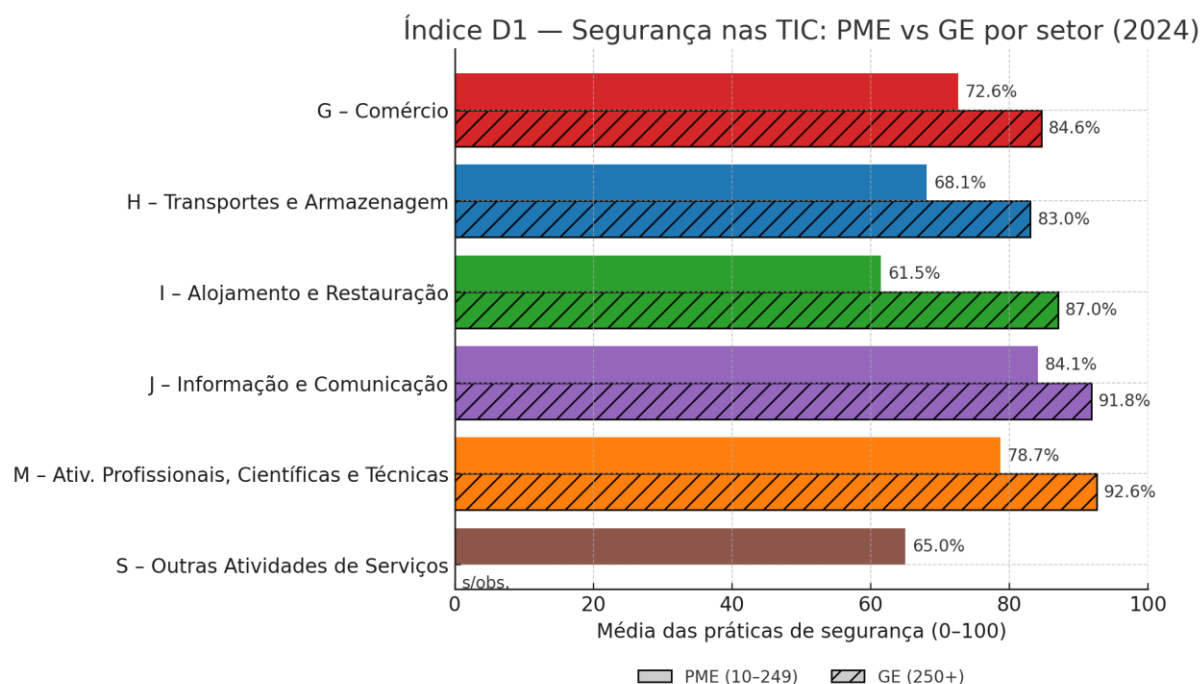
As PME destacam-se em J – Informação e Comunicação, onde a venda *online* não constitui o único — nem necessariamente o principal — mecanismo de captura de valor, coexistindo com serviços digitais e contratos B2B.

3.6.4 Segurança nas TIC – Índice D1 (2024)

Em 2024, o Índice D1 confirma uma vantagem consistente das Grandes Empresas (GE) em todos os setores analisados, refletindo a maior abrangência das práticas técnicas e organizacionais de segurança.

Como se pode observar no Gráfico 16, as diferenças GE–PME são mais marcadas em I – Alojamento e Restauração (+25,5 p.p.), seguindo-se H – Transportes e Armazenagem (+14,9 p.p.), M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (+13,9 p.p.), G – Comércio (+12,0 p.p.) e J – Informação e Comunicação (+7,7 p.p.).

Gráfico 16 – Índice D1 (Segurança nas TIC) – PME vs GE por Setor (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

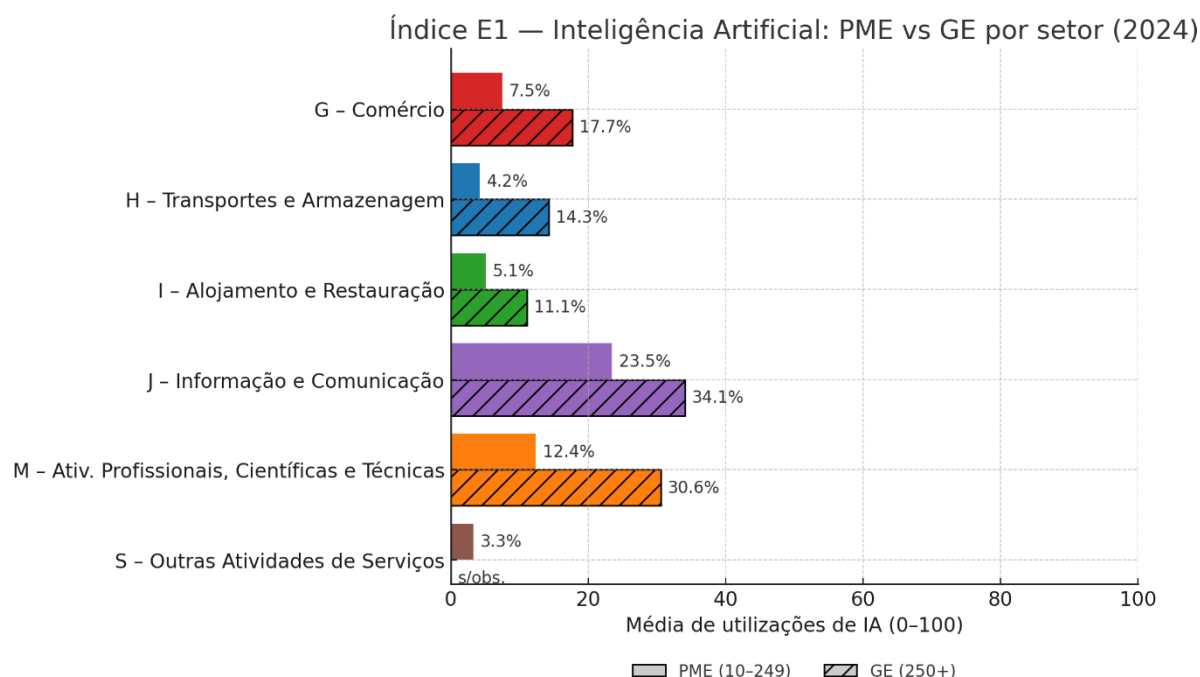
Este padrão confirma que as GE dispõem de maior capacidade técnica, recursos e mecanismos formais de governação da segurança, traduzindo-se numa adoção mais abrangente de práticas que exigem especialização e processos estruturados.

3.6.5 Inteligência Artificial – Índice E1 (2024)

A utilização de IA (Índice E1) é mais elevada nas Grandes Empresas (GE) em todos os setores para os quais existem dados disponíveis. Como se pode observar no Gráfico 17, os maiores diferenciais registam-se em M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (+18,2 p.p.) e J – Informação e Comunicação (+10,6 p.p.), seguidos de G – Comércio (+10,2 p.p.) e H – Transportes e Armazenagem (+10,1 p.p.).

Em I – Alojamento e Restauração, a diferença é mais contida (+6,0 p.p.), compatível com padrões de adoção mais funcionais e orientados para ganhos operacionais.

Gráfico 17 – Índice E1 (Inteligência Artificial) – PME vs GE por Setor (2024)



Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Em D1, as Grandes Empresas (GE) exibem maior robustez das práticas de segurança em todos os setores; em E1, demonstram utilização mais ampla de IA, com vantagens particularmente expressivas nos setores intensivos em conhecimento (M e J).

Estes resultados são coerentes com a escala e a capacidade de investimento das GE, enquanto as PME apresentam uma adoção mais seletiva e dependente das capacidades internas e do contexto setorial.

3.7 Resultados Face às Expectativas Formuladas

A análise empírica realizada permite avaliar o grau de correspondência entre os resultados observados e as expectativas definidas no Capítulo II.

Verificou-se que a presença de profissionais de TIC nas PME registou uma trajetória global de crescimento entre 2015 e 2024, confirmando a Expectativa E1, ainda que com intensidades distintas entre setores. A Expectativa E2, relativa à evolução da formação em TIC, foi igualmente corroborada, observando-se um aumento gradual e consistente, sobretudo nos setores mais intensivos em conhecimento.

A Expectativa E3 — crescimento da adoção de comércio eletrónico — foi parcialmente confirmada. Embora a tendência global ao longo da década seja ascendente, a evolução

revela fortes assimetrias setoriais, com progressos mais expressivos em I – Alojamento e Restauração e G – Comércio, e trajetórias mais moderadas nos restantes setores.

A Expectativa E4, referente ao reforço das práticas de segurança digital, foi claramente validada pelo aumento do Índice D1 entre 2019 e 2024, ainda que com oscilações intermédias associadas à composição amostral e a fatores conjunturais.

No caso da inteligência artificial, os resultados apoiam parcialmente a Expectativa E5: a utilização intensificou-se entre 2021 e 2024, mas de forma concentrada em J – Informação e Comunicação e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas, evidenciando padrões seletivos de adoção.

A Expectativa E6 — existência de diferenças intersetoriais — foi amplamente confirmada, dada a persistente heterogeneidade entre setores em todas as dimensões tecnológicas analisadas. Finalmente, a Expectativa E7 foi validada: em 2024, as Grandes Empresas apresentaram níveis superiores de adoção tecnológica em todas as dimensões avaliadas, ainda que com variações setoriais relevantes.

CONCLUSÃO E INVESTIGAÇÃO FUTURA

Ao longo do período 2015–2024, as PME portuguesas registaram uma evolução gradual e heterogénea na adoção de tecnologias digitais. Os avanços foram mais nítidos nos recursos humanos e na segurança das TIC; o comércio eletrónico consolidou-se como um canal estratégico em vários setores, ainda que com intensidades distintas; e a utilização de inteligência artificial iniciou uma trajetória de crescimento, concentrada nos setores J – Informação e Comunicação e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas.

A análise — baseada em microdados do IUTICE relativos a PME com 10–249 trabalhadores — utilizou os índices sintéticos D1 (Segurança) e E1 (IA) para permitir comparações intersetoriais e temporais. Para além disso, foi incluído um retrato transversal com Grandes Empresas, no ano de 2024, que serviu como referência de escala.

Em termos de trajetória, os resultados revelam um percurso de evolução progressiva ao longo da década, marcado pelo reforço contínuo dos recursos humanos especializados, pela maior disseminação de práticas de segurança e pela consolidação gradual do comércio eletrónico. Observam-se ainda tendências claras, como a aceleração recente nos setores de contacto direto com clientes, a liderança persistente dos setores J – Informação e Comunicação e M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas e a emergência da inteligência artificial a partir de 2021, com crescimento mais expressivo até 2024. Estas trajetórias e padrões confirmam que a maturidade digital das PME portuguesas tem avançado de forma desigual mas consistente, articulando incrementos estruturais e ritmos diferenciados entre setores.

Na dimensão dos recursos humanos em TIC, verificou-se um crescimento consistente da presença de especialistas, com progressos mais expressivos em setores de alta intensidade de conhecimento (J e M) e trajetórias mais moderadas nos setores orientados para o consumidor (G e I). A formação em TIC acompanhou parcialmente esta evolução, confirmando que a capacitação tende a reforçar os efeitos de uma equipa TIC estruturada.

O comércio eletrónico registou uma adesão crescente, embora desigual entre setores. Setores operacionais e de contacto direto com clientes (I e H) aceleraram sobretudo nos anos mais recentes, enquanto no setor J a captura de valor ocorre predominantemente através de serviços digitais e contratos B2B, mais do que por vendas diretas *online*. Em segurança nas TIC, o índice D1 evidencia a ampliação do leque de práticas adotadas, com patamares elevados em J e M e aumentos assinaláveis nos demais setores. Persistem, contudo, lacunas em práticas mais exigentes, como avaliação de riscos, testes regulares e conservação sistemática de registos.

No caso da inteligência artificial, apesar de incipiente, observa-se uma aceleração clara entre 2021 e 2024. As PME privilegiam aplicações de barreira técnica mais baixa (reconhecimento

de voz e imagem, *chatbots*, automação de processos), concentradas sobretudo nos setores J e M, com trajetórias emergentes nos restantes setores. A utilização acompanha de perto a capacidade técnica interna, reforçando a complementaridade entre profissionais TIC, formação e adoção tecnológica. A análise transversal com Grandes Empresas mostra níveis consistentemente superiores em todas as dimensões tecnológicas, em especial em IA e segurança, o que reflete maior escala, disponibilidade de recursos e capacidade de investimento. Já as PME apresentam uma adoção mais seletiva e dependente do contexto setorial e das suas capacidades internas, embora se destaquem nos setores intensivos em conhecimento e dados.

Para além desta leitura global dos resultados, importa destacar os contributos empíricos e analíticos do estudo, que ajudam a enquadrar a sua relevância científica e prática. Este trabalho produz evidência longitudinal harmonizada (2015–2024), permitindo observar a evolução da adoção tecnológica em PME portuguesas por setor e ao longo do tempo. Desenvolve ainda dois índices sintéticos criados especificamente para este estudo (D1 – Segurança; E1 – Inteligência Artificial), que possibilitam uma leitura comparativa integrada e replicável, fornecendo análises setoriais diferenciadas e identificando trajetórias distintas e margens concretas de evolução tecnológica. O estudo contextualiza também as PME com referências de escala provenientes das Grandes Empresas, permitindo identificar assimetrias e oportunidades de convergência, e contribui para o debate académico sobre transformação digital em PME, ao disponibilizar uma base empírica sólida para estudos futuros.

Os resultados obtidos confirmam de forma robusta as expectativas formuladas no início da investigação. Verificou-se o aumento da presença de profissionais de TIC (E1), da formação em TIC (E2) e da adoção de comércio eletrónico (E3) ao longo do período analisado. Também se confirmou o crescimento das práticas de segurança digital entre 2019 e 2024 (E4) e a intensificação, ainda que seletiva, da utilização de inteligência artificial nos setores J e M (E5). As diferenças intersetoriais previstas (E6) revelaram-se consistentes e persistentes, e, tal como antecipado, as Grandes Empresas apresentaram em 2024 níveis superiores de adoção tecnológica em todas as dimensões (E7). Em conjunto, estas evidências demonstram avanços claros nas áreas de recursos humanos, formação, comércio eletrónico, segurança e IA, embora acompanhados por assimetrias relevantes entre setores e dimensões empresariais.

Estes resultados têm também implicações diretas para a gestão empresarial e para a formulação de políticas públicas. No plano organizacional, destaca-se a importância da articulação entre profissionais TIC e formação contínua, recomendando-se a implementação de planos anuais de capacitação alinhados com *roadmaps* de transformação digital, potenciando a aprendizagem e a retenção de competências internas. Na segurança das TIC, importa reforçar práticas mais exigentes, como auditorias, avaliação de riscos e testes

periódicos, apoiadas por mecanismos setoriais de suporte técnico e disseminação de boas práticas. No comércio eletrônico, a consolidação passa pela integração com sistemas CRM/ERP e analítica avançada, reduzindo fragmentação tecnológica e melhorando a eficiência operacional. Na inteligência artificial, recomenda-se a promoção de casos de uso de baixo custo e alto impacto, acompanhados de mentoria técnica para setores com menor maturidade digital. Do ponto de vista da política pública, é crucial desenhar instrumentos ajustados às especificidades operacionais de cada setor, garantindo incentivos eficazes e direcionados.

Importa igualmente reconhecer algumas limitações inerentes à investigação. Entre as principais destacam-se: lacunas de recolha em determinados anos; predominância de variáveis binárias, que limitam a medição da intensidade de adoção; ajustes decorrentes da harmonização de questionários; potenciais vieses de não resposta; o foco restrito a PME (10–249 trabalhadores); e a natureza descritiva do estudo, sem inferência causal direta.

Tendo em conta estas limitações e oportunidades, delineiam-se caminhos promissores de investigação futura. Entre eles, destaca-se a possibilidade de medir a intensidade e qualidade da adoção tecnológica, recorrendo a métodos estatísticos avançados, como PCA (*Principal Component Analysis*) ou IRT (*Item Response Theory*), capazes de captar padrões mais detalhados e robustos. Poderão igualmente ser explorados modelos de painel para relacionar níveis de adoção tecnológica com desempenho económico, bem como avaliar a eficácia de políticas públicas e programas de incentivo, associando indicadores de adoção a instrumentos específicos. A análise regional e de redes empresariais poderá revelar dinâmicas territoriais e colaborativas relevantes, enquanto estudos de caso aprofundados sobre IA em setores distintos permitirão traduzir métricas quantitativas em estratégias operacionais aplicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alford, P., & Page, S. J. (2015). Marketing technology for adoption by small business. *The Service Industries Journal*, 35(11–12), 655–669.
<https://doi.org/10.1080/02642069.2015.1062884>
- AlHogail, A. (2015). Design and validation of information security culture framework. *Computers in Human Behavior*, 49, 567–575. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.054>
- Amador, J., & Silva, C. (2023). A view on ICT and digitalization in Portuguese firms. *Banco de Portugal Economic Studies*, 9(4), 53–82.
https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/pdf-boletim/reev9n4_e.pdf
- Aramburu, I., Sáenz, J., & Rivera, O. (2021). A digital capabilities dataset from small- and medium-sized enterprises in the Basque region (Northern Spain). *Frontiers in Psychology*, 11, Article 587949. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.587949>
- Araújo, P., Nunes, L., & Queirós, F. (2021). Análise da transformação digital nas PME portuguesas: contributos do inquérito IUTICE. *Revista de Economia e Inovação*, 3(1), 88–105. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/74867>
- Arendt, L., & Grabowski, W. (2022). ICT security and organisational practices in SMEs: Evidence from Poland. *Economics and Business Review*, 8(3), 3–20.
<https://doi.org/10.18559/ebv.2022.3.1>
- Bada, A., Sasse, M. A., & Nurse, J. R. (2019). Cyber security awareness campaigns: Why do they fail to change behaviour?. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.02672>
- Bersin, J. (2014). The corporate learning factbook 2014: Benchmarks, trends, and analysis of the U.S. training market. *Bersin by Deloitte*. [https://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Brandon%20Hall/The%20Corporate%20Learning%20Factbook%202014%20\(Jan%2014\).pdf](https://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Brandon%20Hall/The%20Corporate%20Learning%20Factbook%202014%20(Jan%2014).pdf)
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. 82.
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>
- Bondarouk, T., & Brewster, C. (2016). Conceptualising the future of HRM and technology research. *The International Journal of Human Resource Management*, 27(21), 2652–2671.
<https://doi.org/10.1080/09585192.2016.1232296>
- Boothby, D., Dufour, A., & Tang, J. (2010). Technology adoption, training and productivity performance. *Research Policy*, 39(5), 650–661. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.02.011>

- Brodny, J., & Tutak, M. (2022). Barriers to the digital transformation of small and medium-sized enterprises (SMEs): A comparative study in the European Union. *Applied Sciences*, 12(3), 1176. <https://doi.org/10.3390/app12031176>
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods* (5th ed.). Oxford University Press. <https://global.oup.com/ukhe/product/social-research-methods-9780199588053>
- Brynjolfsson, E., & McElheran, K. (2016). The rapid adoption of data-driven decision-making. *American Economic Review*, 106(5), 133–139. <https://doi.org/10.1257/aer.p20161016>
- Bughin, J., Catlin, T., Hirt, M., & Willmott, P. (2018a). Why digital strategies fail. *McKinsey Quarterly*. <https://sl1nk.com/opttq>
- Bughin, J., Seong, J., Manyika, J., Chui, M., & Joshi, R. (2018b). *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*. McKinsey Global Institute. <https://sl1nk.com/Hct5M>
- Cardoso, C., Silva, M. J., & Vieira, A. (2022). Digital transformation in Portuguese SMEs: Drivers and barriers. *Revista Portuguesa de Gestão*, 37(1), 25–48. <https://revistas.rcaap.pt/rpg/article/view/28990>
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Tamilmani, K., & Sharma, A. (2021). The next generation of smart retail: A review and research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61, 102530. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102530>
- Choshin, M., & Ghaffari, A. (2017). An investigation of the impact of effective factors on the success of e-commerce in small- and medium-sized companies. *Computers in Human Behavior*, 66, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.026>
- Clohessy, T., Acton, T., & Morgan, L. (2017). The impact of cloud-based digital transformation on IT service providers. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(1), 67–94. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2015-0085>
- Colombo, M. G., Franzoni, C., & Rossi-Lamastra, C. (2023). Digital Transformation in SMEs: Evidence from longitudinal studies in Italy. *Journal of Small Business Management*, 61(1), 112–134. <https://l1nq.com/QN9Lm>
- Comissão Europeia. (2003). *Recomendação da Comissão Europeia 2003/361/CE, de 6 de maio de 2003, relativa à definição de micro, pequenas e médias empresas*. Jornal Oficial da União Europeia, L 124, 36–41. <https://l1nq.com/Hm3EZ>
- Daniel, E., Wilson, H., & Myers, A. (2018). Adoption of e-commerce by SMEs in the UK: Towards a stage model. *International Small Business Journal*, 36(3), 239–257. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0266242602203002>

Del Giudice, M., Scuotto, V., Garcia-Perez, A., & Petruzzelli, A. M. (2022). Shifting knowledge boundaries to support open innovation through the use of artificial intelligence and data analytics. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120933. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120933>

DGEEC (2024). Metainformação Técnica IUTICE 2015–2024. *Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência*. <https://www.dgeec.mec.pt>

Ebert, C., & Duarte, C. H. C. (2018). Digital Transformation. *IEEE Software*, 35(4), 16–21. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2801537>

ENISA. (2022). *Threat Landscape for Ransomware Attacks*. European Union Agency for Cybersecurity. <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-for-ransomware-attacks>

ENISA. (2023). *SME Cybersecurity: Challenges and Recommendations*. European Union Agency for Cybersecurity. <https://11nq.com/oOuyh>

EPRS. (2023). *Artificial intelligence: Opportunities and challenges for SMEs*. European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2023\)751403](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2023)751403)

European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: The European Way for the Digital Decade*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0118>

European Commission. (2023a). *Digital Decade Country Report – Portugal 2023*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-country-report-portugal-2023>

European Commission. (2023b). *Digital Decade country report – Portugal 2023*. [https://www.iapmei.pt/getattachment/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Transformacao-digital/PT_country_report_IdvUzry1zedxDdeJqTI6NHwkqAs_98630-\(1\).pdf.aspx](https://www.iapmei.pt/getattachment/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Transformacao-digital/PT_country_report_IdvUzry1zedxDdeJqTI6NHwkqAs_98630-(1).pdf.aspx)

European Commission. (2024). *SME Country Fact Sheet – Portugal*. <https://single-market-economy.ec.europa.eu>

European Investment Advisory Hub & COTEC Portugal. (2018). *Digitalisation of small and medium-sized enterprises in Portugal: Summary report*. European Investment Bank. <https://www.eib.org/en/publications/digitalisation-of-smes-in-portugal-summary>

Eurostat. (2024). *Use of artificial intelligence in enterprises*. Statistics Explained. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/106920.pdf>

Ezzaouia, I., & Bulchand-Gidumal, J. (2020). Factors that affect the adoption of IT in the hotel industry. *Information Technology & Tourism* (preprint). <https://sl1nk.com/glbKL>

- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4.^a ed.). SAGE.
- Fontecchio, M. (2023). Logistics sector prioritizes digital transformation, but needs technology leadership, skills. *S&P Global Market Intelligence*. <https://www.spglobal.com/market-intelligence/en/news-insights/research/logistics-sector-prioritizes-digital-transformation-but-needs-technology-leadership-skills>
- Franco, M., Godinho, R., & Mendes Rodrigues, M. (2021). Exploring the influence of digital entrepreneurship on SME digitalization and management. *Journal of Innovation Management*, 9(4), 1–20.
- Frankenberger, K., Weiblen, T., Csik, M., & Gassmann, O. (2013). The 4I-framework of business model innovation: A structured view on process phases and challenge. *International Journal of Product Development* 18(3-4), 249-273. <https://10.1504/IJPD.2013.055012>
- Freitas, H., Almeida, R., & Oliveira, T. (2023). A influência da digitalização e Indústria 4.0 na internacionalização das PME portuguesas. *Future Studies Research Journal*, 15(1), 52–72. https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/19076/1/Ana_Cardoso_MAA_2021.pdf
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M., & Ching, N. T. (2019). Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. *Journal of Industrial Information Integration*, 16, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.100107>
- Gimpel, H., Hosseini, S., Huber, R. et al. (2018). Structuring digital transformation: A framework of action fields and its application at ZEISS. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 19(1), 31–54. <https://aisel.aisnet.org/jitta/vol19/iss1/4/>
- INE. (2023). *Metodologia e Notas Técnicas – Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas (IUTICE)*. <https://www.ine.pt>
- INE/DGEEC. (2024a). *Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas – 2023*. Instituto Nacional de Estatística e Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. <https://www.ine.pt>
- INE/DGEEC. (2024b). *Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas – 2024*. Instituto Nacional de Estatística e Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. <https://www.ine.pt>

- INE/DGEEC. (2024c). *Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas (IUTICE) – Metainformação Técnica e Metodológica*. Lisboa: INE. <https://www.ine.pt/xurl/pub/522681848>
- Iivari, J. (1992). The organizational fit of information systems. *Information Systems Journal*, 2(1), 3–29. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2575.1992.tb00064.x>
- Jelinek, R. L., Ahearne, M., Mathieu, J., & Schillewaert, N. (2006). A longitudinal examination of individual, organizational, and contextual factors on technology adoption and job performance. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 14(1), 23–38. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679140101>
- Jöhnk, J., Weißert, M., & Wyrki, K. (2021). Ready or not, AI comes – An interview study of organizational AI readiness factors. *Business & Information Systems Engineering*, 63(1), 5–20. <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00676-7>
- Johnston, M. P. (2014). Secondary data analysis: A method of which the time has come. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries*, 3, 619–626. <http://www.qqml.net/index.php/qqml/article/view/169>
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). *Strategy, not technology, drives digital transformation*. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press. <https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/>
- Khan, H. M. R., Ahmad, S., Javed, R., & Nasir, N. (2023). The Significance of Artificial Intelligence in Business and Accounting: A Bibliometric Analysis. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 11(2), 1061–1082. <https://doi.org/10.52131/pjhss.2023.1102.0417>
- Lacerda, G. G. de, Fiorini, P. C., & Ubeda, C. L. (2024). Competências técnicas e comportamentais fundamentais para a transformação digital nas organizações: explorando direcionadores de estudo. *Revista de Administração, Sociedade e Inovação*, 10(2). <https://doi.org/10.20401/rasi.10.2.821>
- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2021). *E-commerce 2021: Business, Technology, Society* (16th ed.). Pearson. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/e-commerce-2021-business-technology-and-society/P200000001390/9780136931829>
- Li, L., Su, F., Zhang, W., & Mao, J. Y. (2018). Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal*, 28(6), 1129–1157. <https://doi.org/10.1111/isj.12153>

- López-Nicolás, C., Molina-Castillo, F. J., & Bouwman, H. (2018). An assessment of advanced mobile services acceptance: Contributions from TAM and diffusion theory models. *Information & Management*, 55(5), 568–578. <https://doi.org/10.1016/j.im.2008.05.001>
- Maroco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics (8.ª ed.)*. ReportNumber.
- Marques, C., & Ferreira, J. (2020). Digital transformation in Portuguese SMEs: Impacts on business models and innovation. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 27(6), 885–904. <https://www.eib.org/en/publications/the-digitalisation-of-smes-in-portugal-summary-report>
- Martins, C., Oliveira, T., & Popovič, A. (2014). Understanding the Internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. *International Journal of Information Management*, 34(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.06.002>
- Maryani, M., Meyliana, M., Hidayanto, A. N., & Prabowo, H. (2020). E-commerce model adoption by small-medium enterprises for business development. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(5), 4229–4233. <https://doi.org/10.35940/ijrte.E6652.018520>
- Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G., & Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, 123, 642–656. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.033>
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- Meng, T., Wang, W., Alam, F., & Zhang, B. (2023). Digital transformation and firm performance: Benefit from letting users participate. *Journal of Global Information Management*, 31(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/JGIM.322104>
- Miles, I. D., Belousova, V., & Chichkanov, N. (2018). Knowledge-intensive business services: Ambiguities and continuities. *Foresight*, 20(1), 1–26. <https://doi.org/10.1108/FS-10-2017-0058>
- OECD. (2021a). The Digital Transformation of SMEs. OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>
- OECD. (2021b). The Digital Transformation of SMEs. *Paris: OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>

- OECD. (2022). *Encouraging Vulnerability Disclosure*. OECD Digital Economy Papers, No. 322. https://www.oecd.org/en/publications/encouraging-vulnerability-treatment_0e2615ba-en.html
- OECD. (2023). *Empowering SMEs through digital transformation: Results from the OECD Survey on Digital Adoption in SMEs*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/publications/empowering-smes-through-digital-transformation-2023>
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 110–121. <https://academic-publishing.org/index.php/ejise/article/view/389>
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step-by-step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pantano, E., & Pizzi, G. (2020). Forecasting artificial intelligence on online customer assistance: Evidence from chatbot patents analysis. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 55, 102096. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102096>
- Parida, V., Sjödin, D., & Reim, W. (2019). Reviewing literature on digitalization, business model innovation, and sustainable industry: Past achievements and future promises. *Sustainability*, 11(2), 391. <https://doi.org/10.3390/su11020391>
- Parra-Sánchez, F., & Talero, E. (2023). Digital transformation in small and medium-sized enterprises: A co-word analysis of the literature. *Future Studies Research Journal*, 15(1), 86–110. <http://dx.doi.org/10.1108/DTS-06-2023-0048>
- Ployhart, R. E., & Vandenberg, R. J. (2010). Longitudinal research: The theory, design, and analysis of change. *Journal of Management*, 36(1), 94–120. <https://doi.org/10.1177/0149206309352110>
- Ponemon Institute. (2021). *Cost of a Data Breach Report*. <https://www.ibm.com/reports/data-breach>
- Portugal Digital. (2023). *Avaliação do Potencial Económico da Transição Digital em Portugal – Documento Final*. Deloitte e Universidade de Coimbra. https://portugaldigital.gov.pt/wp-content/uploads/2023/05/Portugal-Digital_Avaliacao-Transicao-Digital_Documento-Final_v20230330_VF.pdf
- Ransbotham, S., Khodabandeh, S., Fehling, R., LaFountain, B., & Kiron, D. (2020). *The cultural benefits of artificial intelligence in the enterprise*. MIT Sloan Management Review and Boston Consulting Group. <https://sloanreview.mit.edu/projects/the-cultural-benefits-of-artificial-intelligence/>

- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., & Matos, P. (2018). Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research. *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*, 411–421. Springer. <https://comum.rcaap.pt/entities/publication/9233f59e-9752-4edb-bc84-1c2f902ff87f>
- Ribeiro-Navarrete, S., Saura, J. R., & Palacios-Marqués, D. (2021). Towards a new era of mass data collection: Assessing pandemic surveillance technologies to preserve user privacy. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120681. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120681>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press. https://books.google.com/books/about/Diffusion_of_Innovations.html?id=9U1K5LjUOwEC
- Romanosky, S. (2016). Examining the costs and causes of cyber incidents. *Journal of Cybersecurity*, 2(2), 121–135. <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyw001>
- Rombaldo Junior, C., Becker, I., & Johnson, S. (2023). *Unaware, unfunded and uneducated: A systematic review of SME cybersecurity*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2309.17186>
- Romero, E., & Mammadov, M. (2024). Digital transformation and SMEs: Mapping the research landscape through a systematic review and bibliometric analysis. *Digital Transformation and Society*, 3(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02217-z>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sanguineti, F., & Zucchella, A. (2023). *Digital transformation and the internationalization of small and medium-sized firms*. *Piccola Impresa Small Business*, (2). <https://doi.org/10.14596/pisb.3511>
- Schallmo, D., Williams, C. A., & Boardman, L. (2017). Digital transformation of business models - best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740014. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>
- Schwab, K. (2019). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. ISBN: 978-0-241-30075-6. <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
- Stjepić, A.-M., Bach, M. P., & Vukšić, V. B. (2021). Exploring risks in the adoption of business intelligence in SMEs using the TOE framework. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(2), 58. <https://doi.org/10.3390/jrfm14020058>
- Tarutė, A., & Gatautis, R. (2014). ICT impact on SMEs performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 1218–1225. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.968>

- Thong, J. Y. L. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187–214.
<https://doi.org/10.1080/07421222.1999.11518227>
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington Books. <https://l1nk.dev/TapD1>
- Verhoef, P. C. (2021). *Omni-channel retailing: Some reflections*. *Journal of Strategic Marketing*, 29(7), 608–616. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2021.1892163>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144.
<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *Computers & Security*, 38, 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2013.04.004>
- Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349.
<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Westerman, G. Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*. MIT Center for Digital Business.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.)*. SAGE Publications.
- Zhou, B., & Baojing, H. (2025). Research trends of digital transformation in SMEs: A scientometric review. *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 10(1), 1–16. <https://jisem-journal.com/index.php/journal/article/download/2980/1242/4842>
- Zhu, K., Kraemer, K. L., & Xu, S. (2006). The process of innovation assimilation by firms in different countries: A technology diffusion perspective on e-business. *Management Science*, 52(10), 1557–1576. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1050.0487>
- Zwass, V. (1996). Electronic commerce: Structures and issues. *International Journal of Electronic Commerce*, 1(1), 3–23. <https://doi.org/10.1080/10864415.1996.11518273>

APÊNDICES

Mapa de variáveis por ano (2015–2024)

Os apêndices de 1 a 5 consolidam a correspondência pergunta/código do questionário $\Rightarrow$ variável, por ano e por dimensão tecnológica (RH TIC; Formação em TIC; Comércio eletrônico; Segurança nas TIC; Inteligência Artificial).

Apêndice 1 – Profissionais de TIC

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Código da variável	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2015	H1	“A empresa tem pessoal ao serviço especialista em TIC?”	I0830	Considera-se presença de profissionais TIC quando a empresa assinala “Sim” à pergunta.	Primeira aparição desta variável; serve de base para a série histórica.
2016	G1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Mantida a mesma formulação; alteração apenas do campo no questionário.
2017	H1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Continuidade assegurada; pergunta reaparece no campo H.
2018	I1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Variável permanece inalterada; apenas muda o bloco no questionário.
2019	B1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Alteração do campo para B1; conteúdo idêntico.

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Código da variável	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2020	F1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Última recolha antes da interrupção em 2021.
2021	—	—	—	Não houve recolha de informação sobre profissionais de TIC.	Representa lacuna na série histórica.
2022	C1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Variável retorna após um ano sem recolha; mantém código I0830.
2023	—	—	—	Não houve recolha de informação sobre profissionais de TIC.	Segunda lacuna na série histórica.
2024	C1	Idem 2015.	Idem 2015.	Idem 2015.	Reaparece em 2024 no campo C1; garante comparabilidade com anos anteriores, apesar das lacunas.

Notas do Apêndice 1 – Profissionais de TIC

- A presença de profissionais de TIC é medida pela resposta “Sim/Não” à pergunta “A empresa tem pessoal ao serviço especialista em TIC?”, operacionalizada pelo código I0830 em todos os anos observados (2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 e 2024).
- As variações do campo/bloco do questionário (H1 → G1 → H1 → I1 → B1 → F1 → C1 em 2022 e 2024) refletem reorganização editorial do inquérito e não correspondem a alteração conceptual da variável.
- Existem lacunas de recolha em 2021 e 2023, o que limita a continuidade estritamente anual da série; nas análises longitudinais, estes anos devem ser tratados como *missing by design*.

- Sempre que a variável I0830 esteve presente, a interpretação é binária (1 = SIM, existe pessoal especializado em TIC; 0 = NÃO, não existe), adequada à construção de proporções por setor e dimensão.
- Esta tabela visa documentar a rastreabilidade (ano a ano) entre pergunta, campo e código de microdado, assegurando a comparabilidade das estimativas apresentadas no Cap. III.
- Detalhes sobre tratamento de omissos e quaisquer ponderações aplicadas constam do Cap. II – Metodologia.

Apêndice 2 – Formação em TIC

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Códigos das variáveis	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2015	H4	“A empresa promoveu formação TIC para desenvolver as competências do pessoal ao serviço?” a) Para pessoal ao serviço especialista em TIC b) Para outras categorias de pessoal ao serviço	H0601 (especialistas) H0602 (outros).	Considera-se que a empresa promoveu formação em TIC se respondeu “Sim” a pelo menos uma das duas subquestões.	Primeira aparição da variável; estabelece a base da série histórica.
2016	G4	Idem 2015.	I0860 (especialistas) I0870 (outros).	Idem 2015.	Mudança apenas no campo e no código das variáveis; conceito permanece inalterado.
2017	H4	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Retoma o campo H4; códigos mantêm-se.
2018	I4	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Apenas mudança do campo; perguntas e variáveis estáveis.
2019	B2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Continuidade assegurada, apenas com alteração do campo.

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Códigos das variáveis	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2020	F2	Idem 2015	Idem 2016.	Idem 2015.	Houve mudança de campo. Último ano antes da lacuna em 2021.
2021	—	—	—	Não houve recolha sobre formação em TIC.	Lacuna na série histórica.
2022	C2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Reaparece em 2022, mantendo as variáveis anteriores, apenas com alteração do campo.
2023	—	—	—	Não houve recolha sobre formação em TIC.	Segunda lacuna na série histórica.
2024	C2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Retoma o mesmo campo e variáveis de 2022; garante comparabilidade.

Notas do Apêndice 2 – Formação em TIC

- A variável sobre formação em TIC é composta por duas subquestões, diferenciando especialistas TIC de outros trabalhadores. Para efeitos desta dissertação, considerou-se formação TIC sempre que a empresa respondeu “Sim” a pelo menos uma das subquestões, garantindo uma medida abrangente do investimento formativo.

- O código das variáveis alterou-se entre 2015 (H0601/H0602) e os anos seguintes (I0860/I0870), mas sem alteração conceptual.
- As mudanças de campo (H4, G4, I4, B2, F2, C2) refletem apenas reorganizações internas do inquérito, não interferindo na comparabilidade longitudinal.
- Há lacunas de recolha em 2021 e 2023, que foram explicitamente consideradas como ausência de observação no tratamento longitudinal.
- Globalmente, a variável é estável em conceito e operacionalização, o que a torna adequada para a análise comparativa entre setores e ao longo do tempo.

Apêndice 3 – Comércio Eletrônico

Apêndice 3.1 – Comércio Eletrônico (Presença)

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Códigos das variáveis	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2015	F1	“A empresa recebeu encomendas de bens e/ou serviços através de um website ou apps?”	F0804	Considera-se que a empresa utilizou CE quando respondeu “Sim”.	Primeira aparição; variável binária simples, sem distinção de canais.
2016	F1	Idem 2015.	I0650	Idem 2015.	A partir de 2016, a variável passa a ter o código I0650; conceito inalterado.
2017	F1	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2016.	Continuidade sem alterações de formulação.
2018	F1	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2016.	Mantém-se sem alterações.
2019	F1	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2016.	Último ano com a formulação agregada.
2020	B1	“A empresa recebeu encomendas de bens e/ou serviços via: a) website ou apps da empresa? b) portais de comércio eletrônico ou apps utilizadas	I1100 (website/apps próprias) I1110 (portais/apps de terceiros)	Considera-se que houve CE se a empresa respondeu “Sim” a pelo menos uma das duas opções.	Em 2020 ocorre a desagregação da pergunta em dois códigos distintos, permitindo identificar se as vendas foram realizadas por canais próprios ou plataformas de terceiros.

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Códigos das variáveis	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
		por várias empresas?"			
2021	B1	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2020.	Alteração menor na formulação da pergunta ("recebeu encomendas" → "efetuiu vendas"), mas o conceito permanece equivalente.
2022	B1	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2020.	Continuidade assegurada.
2023	B1	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2022.
2024	B1	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2020.	Idem 2022.

Notas do Apêndice 3.1 – Comércio Eletrônico (Presença)

- Entre 2015 e 2019, a variável aparece de forma agregada: as empresas apenas indicavam se receberam encomendas *online* (F0804 em 2015; I0650 de 2016 a 2019).
- A partir de 2020, há uma desagregação metodológica: passam a existir dois códigos distintos — I1100 (website/apps próprias) e I1110 (portais/apps de terceiros).
- Para esta dissertação, considerou-se que a empresa possui comércio eletrônico sempre que respondeu "Sim" a pelo menos uma das duas perguntas (I1100 ou I1110).
- Apesar da mudança de formulação em 2021 ("recebeu encomendas" → "efetuiu vendas"), a comparabilidade conceptual mantém-se, dado que o objeto de análise continua a ser a existência de transações por meios eletrónicos.
- Assim, a série é comparável ao longo do período 2015–2024, sendo apenas explicitada a diferença entre a formulação agregada (até 2019) e a desagregada (2020 em diante).

Apêndice 3.2 – Comércio Eletrónico (% do volume de negócios)

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Código da variável	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2015	F2	“Qual a percentagem das encomendas de bens e/ou serviços recebidas através de um website ou apps no total do volume de negócios da empresa? (valor líquido de IVA)”	F0805	Percentagem do volume de negócios da empresa atribuída a encomendas <i>online</i> .	Primeira aparição da variável; recolhida como valor percentual informado pelo respondente.
2016	F2	Idem 2015.	I0660	Idem 2015.	A partir de 2016, a variável passa a ter o código I0660; conceito inalterado.
2017	F2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Continuidade assegurada.
2018	F2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Continuidade assegurada.
2019	F2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Último ano antes da reorganização de campos em 2020.
2020	B2	Idem 2015.	Idem 2016.	Idem 2015.	Alteração apenas no campo do questionário; conceito permanece idêntico.

Ano	Campo	Pergunta no Questionário	Código da variável	Definição operacional adotada	Observações de comparabilidade
2021	B2	“Qual a percentagem do total do volume de negócios que resultou das vendas de bens ou serviços por website, apps ou portais de comércio eletrónico? (valor líquido de IVA)”	Idem 2016.	Percentagem do volume de negócios atribuída a vendas eletrónicas.	Pequena alteração de formulação (“encomendas recebidas” → “vendas efetuadas”), mas conceito e variável mantêm-se comparáveis.
2022	B2	Idem 2021.	Idem 2016.	Idem 2021.	Continuidade assegurada.
2023	B2	Idem 2021.	Idem 2016.	Idem 2021.	Continuidade assegurada.
2024	B2	Idem 2021.	Idem 2016.	Idem 2021.	Continuidade assegurada.

Notas do Apêndice 3.2 – Comércio Eletrónico (% do volume de negócios)

- Em 2015, a variável foi recolhida sob o código F0805, com a empresa a reportar diretamente a percentagem do volume de negócios obtido via CE.
- A partir de 2016, a mesma métrica passou a ser identificada por I0660, permanecendo inalterada até 2019.
- Em 2020, o campo mudou de F2 para B2, mas a questão e o código I0660 mantiveram-se.
- Em 2021, há uma ligeira alteração na formulação da pergunta, substituindo “encomendas recebidas” por “vendas efetuadas”. Esta mudança reflete um ajuste editorial no questionário, mas não compromete a comparabilidade conceptual, dado que a métrica continua a medir a proporção do volume de negócios obtido por canais eletrónicos.

- De 2016 a 2024, a variável I0660 assegura continuidade longitudinal, sendo comparável ao valor recolhido em 2015 por F0805, sendo devidamente assinalada a mudança de código.

Apêndice 4 – Segurança nas TIC (variáveis originais por ano)

2019 – Campo E1

Pergunta: “A empresa utiliza alguma das seguintes medidas de segurança das TIC?”
(resposta binária: Sim/Não)

Código	Medida de segurança (Sim/Não)
I1580	Autenticação por palavra-passe.
I1590	Atualização regular do software (sistemas operativos).
I1600	Autenticação forte (p. ex., biometria, <i>token</i>).
I1610	Técnica de encriptação de dados, documentos e/ou e-mails.
I1620	Cópias de segurança (backup) de informação em local distinto.
I1630	Controlo de acessos à rede da empresa.
I1640	Utilização de VPN (rede privada virtual).
I1650	Conservação de registos (histórico) para análise pós-incidente.
I1660	Avaliação de riscos ligados às TIC.
I1670	Testes de segurança às TIC.

Nota 2019. Primeiro levantamento; conjunto de 10 medidas binárias.

2022 – Campo D1

Pergunta: “A empresa utiliza alguma das seguintes medidas de segurança das TIC?”
(resposta binária: Sim/Não)

Código	Medida de segurança (Sim/Não)
I1580	Autenticação por palavra-passe.
I1600	Autenticação forte (p. ex., biometria, <i>token</i>).
I2780	Autenticação baseada na combinação de pelo menos dois mecanismos (duplo fator).
I1610	Técnica de encriptação de dados, documentos e/ou e-mails.

Código	Medida de segurança (Sim/Não)
I1620	Cópias de segurança (backup) de informação em local distinto.
I1630	Controlo de acessos à rede da empresa.
I1640	Utilização de VPN (rede privada virtual).
I2790	Sistema de monitorização de segurança das TIC para detetar atividades suspeitas e alertar a empresa (exclui antivírus autónomo).
I1650	Conservação de registos (histórico) para análise pós-incidente.
I1660	Avaliação de riscos ligados às TIC.
I1670	Testes de segurança às TIC.

Nota 2022. Bloco alargado a 11 medidas com as novas I2780 e I2790.

2024 – Campo D1

Pergunta: “A empresa utiliza alguma das seguintes medidas de segurança das TIC?”
(resposta binária: Sim/Não)

Código	Medida de segurança (Sim/Não)
I1580	Autenticação por palavra-passe.
I1600	Autenticação forte (p. ex., biometria, <i>token</i>).
I2780	Autenticação baseada na combinação de pelo menos dois mecanismos (duplo fator).
I1610	Técnica de encriptação de dados, documentos e/ou e-mails.
I1620	Cópias de segurança (backup) de informação em local distinto.
I1630	Controlo de acessos à rede da empresa.
I1640	Utilização de VPN (rede privada virtual).
I2790	Sistema de monitorização de segurança das TIC para detetar atividades suspeitas e alertar a empresa (exclui antivírus autónomo).

Código	Medida de segurança (Sim/Não)
I1650	Conservação de registos (histórico) para análise pós-incidente.
I1660	Avaliação de riscos ligados às TIC.
I1670	Testes de segurança às TIC.

Nota 2024. Mesma lista de 11 medidas de 2022 → comparabilidade direta 2022–2024.

Nota final do Apêndice 4

- As listas acima reproduzem as variáveis originais dos questionários (respostas binárias).
- No corpo do trabalho, agregámos estas medidas no Índice D1 (média simples $\times 100$). A construção e as verificações de comparabilidade do índice estão descritas no Apêndice F (Índices D1 e E1).

Apêndice 5 – Inteligência Artificial (variáveis originais por ano)

2021 – Campo F1 (Tecnologias de IA)

Pergunta: “A empresa utiliza alguma das seguintes tecnologias de Inteligência Artificial?”
(resposta binária: Sim/Não)

Código	Tecnologia de IA
I2270	Tecnologias que analisam linguagem escrita (<i>text mining</i>).
I2280	Tecnologias que convertem linguagem falada em formato legível por máquina (reconhecimento de voz).
I2290	Tecnologias que geram linguagem escrita ou falada (criação de linguagem natural).
I2300	Tecnologias que identificam objetos ou pessoas através de imagens (reconhecimento/processamento de imagens).
I2310	Aprendizagem automática para análise de dados (inclui <i>deep learning</i>).
I2320	Tecnologias que automatizam fluxos de trabalho ou auxiliam a decisão (RPA baseada em IA).
I2330	Tecnologias que permitem movimentação física autônoma (robôs, veículos, drones autônomos).

Definição operacional adotada: considera-se “utiliza tecnologias de IA” quando a empresa assinala “Sim” em qualquer subitem.

2021 – Campo F2 (Propósitos de uso de IA)

Pergunta: “A empresa utiliza software ou sistemas de IA para algum dos seguintes propósitos?” (Sim/Não)

Código	Propósito de utilização
I2340	Marketing ou Vendas.
I2350	Processos de Produção.
I2360	Organização de processos administrativos do negócio.
I2370	Gestão de empresas.

Código	Propósito de utilização
I2380	Logística.
I2390	Segurança das TIC.
I2400	Gestão de recursos humanos ou recrutamento.

Definição operacional adotada: considera-se “utiliza IA para propósitos de negócio” quando a empresa assinala “Sim” em qualquer subitem.

2023 – Campo E1 (Tecnologias de IA)

Pergunta: Idêntica a 2021 (Sim/Não)

Código	Tecnologia de IA
Idem 2021	Idem a 2021.

Definição operacional adotada: idem 2021.

2023 – Campo E2 (Propósitos de uso de IA)

Pergunta: Idêntica em estrutura a 2021 (Sim/Não), com ajustes e ampliações nos códigos/itens.

Código	Propósito de utilização
I2340	Marketing ou Vendas.
I2350	Processos de Produção.
I3180	Organização de processos administrativos do negócio ou de gestão da empresa (substitui/agrega I2360/I2370 de 2021).
I2380	Logística.
I2390	Segurança das TIC.
I3190	Contabilidade, controlo ou gestão financeira.
I3200	Atividades de I&D e Inovação (exclui investigação em IA).

Definição operacional adotada: idem 2021.

2024 – Campo E1 (Tecnologias de IA)

Pergunta: Idêntica a 2021 (Sim/Não)

Código	Tecnologia de IA
Idem 2021.	Idem a 2021.

Definição operacional adotada: idem 2021.

2024 – Campo E2 (Propósitos de uso de IA)

Pergunta: Idêntica a 2023; repete a mesma lista de propósitos e códigos.

Código	Propósito de utilização
Idem a 2023.	Idem a 2023.

Definição operacional adotada: idem 2021.

Notas do Apêndice 5 – Inteligência Artificial

- A dimensão de tecnologias de IA (F1/E1) é estável entre 2021, 2023 e 2024: sete subitens binários (I2270–I2330) com formulação constante, garantindo comparabilidade direta.
- A dimensão de propósitos de uso de IA (F2/E2) sofre reorganização em 2023:
 - O item I3180 passa a agregar a organização de processos administrativos e de gestão (que em 2021 apareciam como I2360 e I2370 separadamente).
 - Entram dois novos propósitos: I3190 (contabilidade/controlo/gestão financeira) e I3200 (I&D e Inovação).
 - O item I2400 (RH/recrutamento) de 2021 não é recolhido em 2023/2024.
- Para efeitos desta dissertação, quando necessário sinalizamos estas alterações na análise longitudinal dos “propósitos”, explicitando a quebra/reestruturação de comparabilidade entre 2021 e 2023+.

A construção do Índice E1 (IA) — média simples (0–100) dos subitens binários selecionados por ano — será documentada no Apêndice 6 (Índices D1 e E1), incluindo qualquer ajuste para lidar com a diferença de itens entre anos.

Apêndice 6 – Índices Compostos (D1 e E1)

6.1 Índice D1 – Segurança nas TIC

Definição operacional

O índice D1 foi construído a partir das variáveis binárias recolhidas nos inquéritos IUTICE de 2019, 2022 e 2024 relativas à adoção de medidas de segurança das TIC. Cada variável assume o valor 1 (Sim) ou 0 (Não), e o índice corresponde à média simples dos subitens, expressa em percentagem (0–100).

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^n Medida_i}{n} \times 100$$

- Em 2019, 10 medidas.
- Em 2022 e 2024, 11 medidas (com a introdução de:
 - I2780 – autenticação baseada em dois fatores,
 - I2790 – sistema de monitorização de segurança TIC).

Interpretação

O valor do índice representa a proporção média de práticas de segurança adotadas pela empresa.

- 0 → nenhuma medida adotada.
- 100 → todas as medidas listadas adotadas.
- Valores intermédios refletem o grau relativo de implementação.

Notas de comparabilidade

- A inclusão de duas medidas adicionais em 2022/2024 não compromete a análise longitudinal, dado que o índice é uma proporção normalizada entre 0 e 100.
- O resultado deve ser interpretado como “número médio de práticas adotadas em relação ao total disponível no questionário daquele ano”.
- Assim, os valores de 2019 são diretamente comparáveis aos de 2022 e 2024, desde que se explicita a diferença no universo de medidas consideradas.

6.2 Índice E1 – Inteligência Artificial

Definição operacional

O índice E1 foi construído a partir das variáveis binárias recolhidas nos inquéritos IUTICE de 2021, 2023 e 2024 relativas à utilização de tecnologias de Inteligência Artificial. Cada variável assume o valor 1 (Sim) ou 0 (Não), e o índice corresponde à média simples dos subítemos, expressa em percentagem (0–100).

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^7 Tecnologia_i}{7} \times 100$$

- Nos três anos de recolha (2021, 2023 e 2024), foram mantidos os mesmos sete subítemos tecnológicos (I2270–I2330).

Interpretação

O valor do índice representa a proporção média de tecnologias de IA utilizadas pela empresa.

- 0 → ausência total de utilização.
- 100 → utilização de todas as tecnologias listadas.
- Valores intermédios refletem níveis diferenciados de adoção tecnológica.

Notas de comparabilidade

- O conjunto de sete tecnologias foi estável em 2021, 2023 e 2024, assegurando plena comparabilidade longitudinal.
- Os itens relativos aos propósitos de utilização da IA (I2340 e seguintes) não foram incluídos no índice, dado que sofreram alterações significativas entre 2021 e 2023 (exclusão e adição de propósitos), comprometendo a comparabilidade.
- A opção metodológica de centrar o índice apenas nos elementos tecnológicos assegura a robustez do indicador.

Apêndice 7 – Número total de empresas respondentes, por setor e ano (2015–2024).

Tabela 2 – Número total de empresas respondentes, por setor e ano (2015–2024).

Número de Empresas (PME) por setor nos 10 anos analisados (2015 - 2024)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G	542	568	574	564	619	602	735	691	782	898
H	96	95	97	84	103	97	125	137	152	170
I	262	301	283	255	201	182	222	304	346	336
J	165	172	176	166	172	144	156	197	318	289
M	68	79	75	70	70	78	175	205	206	213
S	24	28	26	28	35	30	20	17	14	13
TOTAL	1157	1243	1231	1167	1200	1133	1433	1551	1818	1919

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 8 – Resultados Profissionais de TIC (2015–2024)

Tabela 3 – Empresas com profissionais de TIC, por setor e ano (2015–2024).

Pessoal ao serviço especialista em TIC																				
	Ano																			
Setor	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
G	262	48,3%	256	45,1%	270	47,0%	268	47,5%	319	51,5%	285	47,3%			327	47,3%			405	45,1%
H	47	49,0%	45	47,4%	40	41,2%	38	45,2%	37	35,9%	44	45,4%			44	32,1%			56	32,9%
I	40	15,3%	41	13,6%	38	13,4%	45	17,6%	28	13,9%	29	15,9%			64	21,1%			57	17,0%
J	127	77,0%	134	77,9%	130	73,9%	134	80,7%	128	74,4%	118	81,9%			148	75,1%			217	75,1%
M	39	57,4%	45	57,0%	39	52,0%	39	55,7%	35	50,0%	35	44,9%			100	48,8%			113	53,1%
S	17	70,8%	21	75,0%	15	57,7%	22	78,6%	29	82,9%	25	83,3%			13	76,5%			9	69,2%
TOTAL	532	46,0%	542	43,6%	532	43,2%	546	46,8%	576	48,0%	536	47,3%			696	44,9%			857	44,7%

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 9 – Resultados Formação em TIC (2015–2024)

Tabela 4 – Empresas que promoveram formação em TIC, por setor e ano (2015–2024).

A empresa promoveu formação para desenvolver as competências TIC? - nº de respostas afirmativas																					
Setor	Ano												2021		2022		2023		2024		
	2015		2016		2017		2018		2019		2020										
G	228	42,1%	243	42,8%	229	39,9%	240	42,6%	303	48,9%	301	50,0%			327	47,3%			435	48,4%	
H	46	47,9%	51	53,7%	42	43,3%	45	53,6%	47	45,6%	42	43,3%			56	40,9%			70	41,2%	
I	62	23,7%	45	15,0%	48	17,0%	33	12,9%	41	20,4%	25	13,7%			76	25,0%			78	23,2%	
J	111	67,3%	111	64,5%	111	63,1%	114	68,7%	111	64,5%	104	72,2%			131	66,5%			215	74,4%	
M	30	44,1%	38	48,1%	35	46,7%	27	38,6%	36	51,4%	36	46,2%			97	47,3%			119	55,9%	
S	13	54,2%	19	67,9%	16	61,5%	17	60,7%	25	71,4%	19	63,3%			10	58,8%			7	53,8%	
TOTAL	490	42,4%	507	40,8%	481	39,1%	476	40,8%	563	46,9%	527	46,5%			697	44,9%			924	48,2%	

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 10 – Resultados Comércio Eletrónico (2015–2024)

Tabela 5 – Empresas que realizaram vendas por comércio eletrónico, por setor e ano (2015–2024).

Comércio eletrónico - Vendas de bens ou serviços via website, apps ou portais de comércio eletrónico - nº de respostas afirmativas / em % do total															
Setor	Ano														
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024					
G	125 23,1%	127 22,4%	126 22,0%	149 26,4%	154 24,9%	152 25,2%	172 23,4%	196 28,4%	217 27,7%	252 28,1%					
H	15 15,6%	12 12,6%	20 20,6%	25 29,8%	19 18,4%	24 24,7%	22 17,6%	20 14,6%	17 11,2%	32 18,8%					
I	79 30,2%	99 32,9%	82 29,0%	69 27,1%	72 35,8%	47 25,8%	91 41,0%	147 48,4%	127 36,7%	144 42,9%					
J	42 25,5%	46 26,7%	34 19,3%	41 24,7%	40 23,3%	32 22,2%	27 17,3%	43 21,8%	73 23,0%	74 25,6%					
M	8 11,8%	11 13,9%	8 10,7%	14 20,0%	10 14,3%	13 16,7%	6 3,4%	14 6,8%	20 9,7%	18 8,5%					
S	3 12,5%	4 14,3%	6 23,1%	7 25,0%	8 22,9%	6 20,0%	4 20,0%	3 17,6%	2 14,3%	2 15,4%					
TOTAL	272 23,5%	299 24,1%	276 22,4%	305 26,1%	303 25,3%	274 24,2%	322 22,5%	423 27,3%	456 25,1%	522 27,2%					

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Tabela 6 – Percentagem do volume de negócios por comércio eletrónico, por setor e ano (2015–2024).

Comércio eletrónico - % vendas por website, apps ou portal de comércio eletrónico no total do volume de negócios da empresa - média											
Setor	Ano										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
G	21,8%	21,5%	23,6%	26,4%	24,8%	26,5%	22,2%	22,3%	23,8%	24,3%	
H	19,5%	26,1%	23,6%	17,0%	29,8%	27,9%	27,9%	22,8%	24,0%	29,9%	
I	27,0%	33,2%	41,8%	40,0%	31,1%	41,4%	44,3%	48,1%	42,4%	44,0%	
J	21,4%	30,0%	31,4%	29,0%	27,5%	24,0%	32,1%	37,3%	38,1%	41,6%	
M	15,3%	31,9%	30,3%	10,1%	19,9%	16,6%	30,7%	26,7%	27,7%	21,8%	
S	13,3%	4,3%	5,8%	9,7%	17,5%	14,6%	34,8%	32,3%	3,5%	52,5%	
TOTAL	22,8%	27,0%	29,8%	27,9%	26,6%	28,1%	29,9%	33,0%	31,3%	32,5%	

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 11 – Resultados Segurança nas TIC (2019, 2022 e 2024)

Tabela 7 – Adoção das medidas de segurança TIC, por setor e ano (2019, 2022 e 2024).

Medidas de Segurança das TIC										
Medidas de segurança das TIC - Autenticação através de uma palavra-passe segura										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					573 92,6%			654 94,6%		852 94,9%
H					88 85,4%			123 89,8%		158 92,9%
I					169 84,1%			238 78,3%		280 83,3%
J					166 96,5%			193 98,0%		282 97,6%
M					68 97,1%			194 94,6%		203 95,3%
S					32 91,4%			16 94,1%		13 100,0%
TOTAL					1096 91,3%			1418 91,4%		1788 93,2%
Medidas de segurança das TIC - Autenticação através de métodos biométricos para aceder aos sistemas TIC da empresa										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					126 20,4%			150 21,7%		241 26,8%
H					18 17,5%			30 21,9%		34 20,0%
I					41 20,4%			52 17,1%		65 19,3%
J					53 30,8%			56 28,4%		108 37,4%
M					22 31,4%			46 22,4%		55 25,8%
S					10 28,6%			4 23,5%		3 23,1%
TOTAL					270 22,5%			338 21,8%		506 26,4%
Medidas de segurança das TIC - Autenticação baseada na combinação de pelo menos dois mecanismos de autenticação										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G								300 43,4%		496 55,2%
H								61 44,5%		90 52,9%
I								84 27,6%		124 36,9%
J								120 60,9%		204 70,6%
M								89 43,4%		130 61,0%
S								5 29,4%		6 46,2%
TOTAL								659 42,5%		1050 54,7%
Medidas de segurança das TIC - Encriptação de dados, documentos ou mensagens de correio eletrónico										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					361 58,3%			396 57,3%		517 57,6%
H					51 49,5%			74 54,0%		91 53,5%
I					63 31,3%			101 33,2%		127 37,8%
J					131 76,2%			136 69,0%		222 76,8%
M					51 72,9%			116 56,6%		139 65,3%
S					22 62,9%			11 64,7%		8 61,5%
TOTAL					679 56,6%			834 53,8%		1104 57,5%
Medidas de segurança das TIC - Backup de informação em local distinto										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					546 88,2%			617 89,3%		801 89,2%
H					87 84,5%			113 82,5%		148 87,1%
I					143 71,1%			204 67,1%		228 67,9%
J					162 94,2%			188 95,4%		272 94,1%
M					63 90,0%			189 92,2%		198 93,0%
S					33 94,3%			15 88,2%		12 92,3%
TOTAL					1034 86,2%			1326 85,5%		1659 86,5%

Medidas de segurança das TIC - Controlo de acesso à rede										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					550 88,9%			599 86,7%		773 86,1%
H					84 81,6%			100 73,0%		134 78,8%
I					124 61,7%			175 57,6%		206 61,3%
J					162 94,2%			182 92,4%		264 91,3%
M					64 91,4%			174 84,9%		183 85,9%
S					30 85,7%			14 82,4%		11 84,6%
TOTAL					1014 84,5%			1244 80,2%		1571 81,9%
Medidas de segurança das TIC - VPN										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					467 75,4%			559 80,9%		706 78,6%
H					72 69,9%			86 62,8%		117 68,8%
I					72 35,8%			122 40,1%		136 40,5%
J					137 79,7%			156 79,2%		233 80,6%
M					55 78,6%			152 74,1%		165 77,5%
S					27 77,1%			12 70,6%		8 61,5%
TOTAL					830 69,2%			1087 70,1%		1365 71,1%
Medidas de segurança das TIC - Sist. monitorização da segurança das TIC que permite detetar ativ. suspeitas nos sistemas de TIC e alertar a empresa										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G								478 69,2%		642 71,5%
H								76 55,5%		110 64,7%
I								116 38,2%		131 39,0%
J								151 76,6%		239 82,7%
M								141 68,8%		154 72,3%
S								10 58,8%		7 53,8%
TOTAL								972 62,7%		1283 66,9%
Medidas de segurança das TIC - Conservação de ficheiros de registo (histórico) que permitem a análise após incidentes de segurança das TIC										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					479 77,4%			539 78,0%		688 76,6%
H					76 73,8%			95 69,3%		126 74,1%
I					106 52,7%			152 50,0%		176 52,4%
J					142 82,6%			163 82,7%		249 86,2%
M					60 85,7%			151 73,7%		168 78,9%
S					30 85,7%			13 76,5%		10 76,9%
TOTAL					893 74,4%			1113 71,8%		1417 73,8%
Medidas de segurança das TIC - Avaliação dos riscos ligados às TIC										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					411 66,4%			445 64,4%		550 61,2%
H					60 58,3%			66 48,2%		90 52,9%
I					72 35,8%			85 28,0%		112 33,3%
J					126 73,3%			142 72,1%		220 76,1%
M					54 77,1%			117 57,1%		139 65,3%
S					23 65,7%			10 58,8%		8 61,5%
TOTAL					746 62,2%			865 55,8%		1119 58,3%
Medidas de segurança das TIC - Testes de segurança às TIC										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G					398 64,3%			441 63,8%		542 60,4%
H					62 60,2%			71 51,8%		100 58,8%
I					77 38,3%			95 31,3%		114 33,9%
J					133 77,3%			137 69,5%		222 76,8%
M					54 77,1%			125 61,0%		141 66,2%
S					22 62,9%			10 58,8%		7 53,8%
TOTAL					746 62,2%			879 56,7%		1126 58,7%

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Tabela 8 – Índice D1 (média das medidas de segurança), por setor e ano (2019, 2022, 2024).

ÍNDICE - D1 - MEDIDAS DE SEGURANÇA DAS TIC- VALOR MÉDIO POR SETOR (VARIA ENTRE 0 E 1)							
	Ano						
Setor	2019	2022	2024				
G	0,73	0,69	0,69				
H	0,67	0,60	0,65				
I	0,54	0,44	0,46				
J	0,80	0,76	0,80				
M	0,80	0,66	0,72				
S	0,75	0,64	0,65				

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 12 – Resultados Inteligência Artificial (2021, 2023 e 2024)

Tabela 9 – Utilização de tecnologias de IA, por setor e ano (2021, 2023 e 2024).

Utilização de Tecnologias de Inteligência Artificial										
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Tecnologias que analisam linguagem escrita (text mining)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							42 5,7%		35 4,5%	65 7,2%
H							4 3,2%		2 1,3%	12 7,1%
I							4 1,8%		6 1,7%	19 5,7%
J							23 14,7%		54 17,0%	87 30,1%
M							11 6,3%		17 8,3%	33 15,5%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							84 5,9%		114 6,3%	216 11,3%
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Tecnologias que convertem linguagem falada em formato legível por máquina (reconhecimento de voz)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							14 1,9%		19 2,4%	46 5,1%
H							2 1,6%		0 0,0%	2 1,2%
I							2 0,9%		3 0,9%	7 2,1%
J							19 12,2%		39 12,3%	59 20,4%
M							8 4,6%		9 4,4%	20 9,4%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							45 3,1%		70 3,9%	134 7,0%
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Tecnologias que geram linguagem escrita ou falada (criação de linguagem natural)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							15 2,0%		13 1,7%	59 6,6%
H							2 1,6%		1 0,7%	7 4,1%
I							0 0,0%		10 2,9%	18 5,4%
J							15 9,6%		39 12,3%	78 27,0%
M							6 3,4%		9 4,4%	29 13,6%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							38 2,7%		72 4,0%	191 10,0%
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Tecnologias que identificam objetos ou pessoas através imagens ou vídeos (reconhecimento ou processamento de imagens)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							24 3,3%		35 4,5%	48 5,3%
H							6 4,8%		5 3,3%	5 2,9%
I							3 1,4%		6 1,7%	5 1,5%
J							15 9,6%		34 10,7%	45 15,6%
M							11 6,3%		14 6,8%	18 8,5%
S							0 0,0%		0 0,0%	1 7,7%
TOTAL							59 4,1%		94 5,2%	122 6,4%
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Aprendizagem automática para análise de dados (inclui deep learning)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							30 4,1%		33 4,2%	51 5,7%
H							7 5,6%		5 3,3%	6 3,5%
I							3 1,4%		11 3,2%	8 2,4%
J							20 12,8%		66 20,8%	85 29,4%
M							12 6,9%		25 12,1%	27 12,7%
S							0 0,0%		1 7,1%	1 7,7%
TOTAL							72 5,0%		141 7,8%	178 9,3%
Utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Tecnologias que automatizam diferentes fluxos de trabalho ou auxiliam na tomada de decisão										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							40 5,4%		56 7,2%	63 7,0%
H							5 4,0%		6 3,9%	9 5,3%
I							6 2,7%		12 3,5%	9 2,7%
J							19 12,2%		56 17,6%	76 26,3%
M							11 6,3%		17 8,3%	26 12,2%
S							0 0,0%		0 0,0%	1 7,7%
TOTAL							81 5,7%		147 8,1%	184 9,6%

Utilização de tecnologias de IA - Tecnologias que permitem a movimentação física de máquinas através de decisões autónomas baseadas na observação do meio envolvente										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							13 1,8%		17 2,2%	20 2,2%
H							2 1,6%		1 0,7%	1 0,6%
I							0 0,0%		1 0,3%	0 0,0%
J							4 2,6%		16 5,0%	20 6,9%
M							3 1,7%		5 2,4%	9 4,2%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							22 1,5%		40 2,2%	50 2,6%

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Tabela 10 – Utilização de IA para propósitos de negócio, por setor e ano (2021, 2023 e 2024).

Propósito da Utilização de Tecnologias de Inteligência Artificial										
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Marketing ou vendas										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							34 4,6%		34 4,3%	56 6,2%
H							2 1,6%		2 1,3%	6 3,5%
I							9 4,1%		18 5,2%	21 6,3%
J							21 13,5%		38 11,9%	63 21,8%
M							8 4,6%		7 3,4%	17 8,0%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							74 5,2%		99 5,4%	163 8,5%
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Processos de produção										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							10 1,4%		16 2,0%	22 2,4%
H							4 3,2%		4 2,6%	4 2,4%
I							1 0,5%		1 0,3%	4 1,2%
J							10 6,4%		36 11,3%	54 18,7%
M							3 1,7%		9 4,4%	16 7,5%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							28 2,0%		66 3,6%	100 5,2%
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Organização de processos administrativos do negócio ou de gestão da empresa										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							43 5,9%		48 6,1%	62 6,9%
H							4 3,2%		4 2,6%	7 4,1%
I							3 1,4%		5 1,4%	8 2,4%
J							16 10,3%		46 14,5%	59 20,4%
M							14 8,0%		15 7,3%	26 12,2%
S							0 0,0%		0 0,0%	1 7,7%
TOTAL							80 5,6%		118 6,5%	163 8,5%
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Logística										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							14 1,9%		14 1,8%	21 2,3%
H							1 0,8%		1 0,7%	3 1,8%
I							2 0,9%		0 0,0%	1 0,3%
J							4 2,6%		6 1,9%	10 3,5%
M							0 0,0%		5 2,4%	5 2,3%
S							0 0,0%		0 0,0%	0 0,0%
TOTAL							21 1,5%		26 1,4%	40 2,1%

Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Segurança das TIC										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G							35 4,8%		49 6,3%	63 7,0%
H							4 3,2%		8 5,3%	11 6,5%
I							2 0,9%		8 2,3%	6 1,8%
J							22 14,1%		42 13,2%	56 19,4%
M							9 5,1%		13 6,3%	18 8,5%
S							0 0,0%		0 0,0%	1 7,7%
TOTAL							72 5,0%		120 6,6%	155 8,1%
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Contabilidade, controlo ou gestão financeira										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G									26 3,3%	44 4,9%
H									4 2,6%	13 7,6%
I									7 2,0%	5 1,5%
J									26 8,2%	32 11,1%
M									9 4,4%	10 4,7%
S									1 7,1%	1 7,7%
TOTAL									73 4,0%	105 5,5%
Propósito da utilização de tecnologias de Inteligência Artificial - Ativ. Investigação e Desenvolvimento (I&D) e Inovação (exclui investigação em Inteligência Artificial)										
	Ano									
Setor	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G									12 1,5%	18 2,0%
H									2 1,3%	6 3,5%
I									1 0,3%	2 0,6%
J									53 16,7%	77 26,6%
M									11 5,3%	22 10,3%
S									0 0,0%	0 0,0%
TOTAL									79 4,3%	125 6,5%

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Tabela 11 – Índice E1 (média das tecnologias de IA), por setor e ano (2021, 2023 e 2024).

ÍNDICE - E1 - TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL - VALOR MÉDIO POR SETOR (VARIA ENTRE 0 E 1)			
	Ano		
Setor	2021	2023	2024
G	0,03	0,04	0,06
H	0,03	0,02	0,04
I	0,01	0,02	0,03
J	0,11	0,14	0,22
M	0,05	0,07	0,11
S	0,00	0,01	0,03

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do IUTICE.

Apêndice 13 – Questionários IUTICE (2015 – 2024)

Com o propósito de garantir transparência, reprodutibilidade e integridade científica, disponibilizam-se em formato digital os questionários completos do Inquérito à Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação nas Empresas (IUTICE) referentes ao período 2015–2024.

Cada questionário pode ser consultado através dos respetivos links abaixo indicados, assegurando o acesso integral às formulações originais das perguntas e blocos temáticos utilizados nesta dissertação:

- **IUTICE 2015:** <https://acesse.one/kYIGR>
- **IUTICE 2016:** <https://acesse.one/IRT23>
- **IUTICE 2017:** <https://l1nk.dev/i2Dvk>
- **IUTICE 2018:** <https://l1nk.dev/g39Dz>
- **IUTICE 2019:** <https://acesse.one/HUj73>
- **IUTICE 2020:** <https://l1nk.dev/XLCNT>
- **IUTICE 2021:** <https://acesse.one/qhBj7>
- **IUTICE 2022:** <https://acesse.one/Gz1J8>
- **IUTICE 2023:** <https://acesse.one/V2bjK>
- **IUTICE 2024:** <https://acesse.one/TabpC>

Os questionários encontram-se disponíveis na íntegra e correspondem às versões originais divulgadas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pela Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC), entidades responsáveis pela conceção e aplicação do inquérito.