

SHIFT2

F U T U R E

RELATÓRIO

**Avaliação de Resultados
e Mapeamento**

Autores do Relatório

Hélder Castro (ISQ)

Ernesto Nieto-Carrillo (FEUC)

Associação Portuguesa de Sistemas de Informação (APSI)



ECONOMIA E MAR



Conteúdo

1	<i>Introdução</i>	4
2	<i>Base de dados e metodologia</i>	8
2.1	Recolha de informações	8
2.2	Metodologia de diagnóstico	9
2.2.1	Estrutura e níveis de maturidade i4.0	9
2.2.2	Dimensões do modelo e critérios de classificação	10
3	<i>Caracterização da amostra</i>	13
3.1	Distribuição nacional	13
3.2	Distribuição territorial	15
4	<i>Resultados</i>	17
4.1	Resultados globais	17
4.2	Resultados por dimensão do modelo base	25
4.2.1	Estratégia e Organização	28
4.2.2	Infraestrutura Inteligente	35
4.2.3	Operações Inteligentes	44
4.2.4	Produtos Inteligentes	53
4.2.5	Serviços Baseados em Dados	61
4.2.6	Recursos Humanos	68
5	<i>Perspetivas futuras das empresas</i>	78
6	<i>Conclusões</i>	84
7	<i>Referências</i>	87
8	<i>Índice de Figuras</i>	90
9	<i>Índice de Tabelas</i>	92

1 Introdução

Um dos problemas fundamentais da economia portuguesa reside no seu nível de produtividade, que fica aquém dos líderes tecnológicos mundiais. Para contextualizar, em 2022, Portugal gerou cerca de 74 dólares de produção por cada mil trabalhadores, em contraste com a média da UE de 99 dólares e a média dos Estados Unidos de 132 dólares. Isto implica que Portugal produz, com o mesmo número de trabalhadores, menos 25% do que a média da UE e menos 44% do que os EUA.¹ Além disso, os dados sugerem que o desfasamento da produtividade em relação à média da UE se manteve constante entre 2000 e 2022, enquanto teria aumentado em relação aos EUA, uma vez que em 2000 o desfasamento correspondente era de cerca de 38%. Relativamente à capacidade de inovação do país, os dados fornecidos pela OCDE mostram que, durante 2016-2018, cerca de 38% das empresas em Portugal declararam ter implementado algum tipo de inovação, quer a nível organizacional, quer em produtos e processos.² Comparativamente, o Canadá, país que ocupa o primeiro lugar no ranking da OCDE, registou uma proporção de 80%, a Finlândia atingiu 56%, enquanto os Estados Unidos e a China registaram cerca de 40%. No século XXI, o aumento da produtividade e a promoção da inovação dependem, em grande medida, da digitalização das empresas.

O advento da Indústria 4.0 (i4.0), particularmente com tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial, computação em nuvem, robótica, blockchain e análise de *Big Data*, gerou uma alteração estrutural na dinâmica industrial e nos padrões de consumo (Dalenogare et al., 2018; Hanelt et al., 2021). Os grandes líderes mundiais, como a Google, Apple, Amazon, Samsung, Alibaba, Microsoft ou Meta, têm-se destacado pela criação e aproveitamento destas tecnologias nos seus processos produtivos e na sua interação com os clientes. A Indústria 4.0 facilitou a criação de processos de fabrico e distribuição mais flexíveis, Produtos Inteligentes e a análise de grandes quantidades de dados para a tomada de decisões estratégicas (Verhoef et al., 2021). A literatura sugere ainda que a adoção ou criação destas tecnologias está associada a um empreendedorismo bem-sucedido e a um crescimento mais rápido (Hanelt et al., 2021), bem como a um

¹ Fonte: Base de dados do Banco Mundial. O indicador de produtividade do trabalho utilizado corresponde ao PIB por 100 pessoas empregadas, expresso em dólares PPC constantes de 2011.

² Ver: [Business innovation statistics and indicators - OECD](#)

desempenho financeiro acima da média (em termos de rendimento líquido ou de rácio dívida/ativos, por exemplo) (X. Wang et al., 2023). Por último, a importância destas tecnologias tornou-se ainda mais relevante a partir da emergência sanitária da COVID-19 (Li et al., 2022; Rapaccini et al., 2020).

Perante esta realidade, e no seguimento do plano piloto do Shift 4.0, a iniciativa SHIFT2Future, promovida pelo ISQ, TecMinho, CTCV, Universidade de Aveiro e IAPMEI, teve como objetivo realizar um diagnóstico minucioso do estado de maturidade digital das empresas portuguesas. Para o efeito, foi adaptada à realidade portuguesa a metodologia de autodiagnóstico “*Industry 4.0 Readiness*” desenvolvida pela Fundação IMPULS da Federação Alemã de Engenharia (VDMA). Este projeto recolheu e processou dados empresariais através de inquéritos e visitas in loco para obter uma compreensão aprofundada do nível de maturidade em aspetos-chave da Indústria 4.0. Os resultados deste diagnóstico tiveram como primeiro objetivo permitir às próprias empresas identificar os seus pontos fortes e fracos no domínio da transformação digital. Em segundo lugar, procuram fornecer uma imagem detalhada dos desafios que os setores produtivos enfrentam para tirar o máximo partido da Indústria 4.0. Finalmente, com base nos resultados desta análise, os decisores políticos, tanto a nível regional como nacional, podem definir uma agenda de política pública para promover a digitalização das atividades produtivas e, assim, aumentar o bem-estar económico da população.

O presente documento está organizado em seis secções. A segunda secção está dividida, por sua vez, em duas subsecções. Na primeira, explica-se detalhadamente o processo de aplicação da ferramenta de autodiagnóstico *SHIFTo4.0* e os processos que lhe estão subjacentes, tendo sido recolhida informação de 555 empresas localizadas em todo o território nacional, tanto no continente como nas ilhas. Na segunda subsecção, são detalhados os componentes da metodologia de diagnóstico, os critérios de classificação e os níveis de maturidade digital resultantes. É importante referir que o modelo aplicado avalia a maturidade i4.0 em torno de seis dimensões críticas: Estratégia e Organização, Infraestrutura Inteligente, Operações Inteligentes, Produtos Inteligentes, Serviços Baseados em Dados e Recursos Humanos. Cada dimensão é composta por vários temas cuja avaliação está diretamente relacionada com as perguntas do inquérito aplicado às empresas. Assim, cada entidade recebeu uma classificação em cada uma das faixas do modelo até se obter uma avaliação global.

A terceira secção caracteriza a amostra em termos de dimensão das empresas (segundo o número de trabalhadores e o volume de negócios), setores produtivos, regiões (NUTSII) e grau de familiaridade com o conceito i4.0. É relevante salientar que o projeto privilegiou informação das regiões Norte, Alentejo e Centro, bem como dos setores Aeronáutica, Agroalimentar, Automóvel, Calçado, Cerâmica, Metalomecânica, Moldes, Pedra, Turismo, Têxtil e Vidro.

A quarta secção apresenta, em primeiro lugar, os resultados globais desagregados por dimensão da empresa, setor e região. Em segundo lugar, são apresentadas estimativas para cada uma das dimensões do modelo, também desagregadas a nível regional e setorial. A nível agregado, os resultados sugerem que a empresa típica em Portugal estaria no nível “iniciado” da transformação digital, com um número significativo de empresas sem competências i4.0. Além disso, indicam que as micro e pequenas empresas têm um grau mais elevado de maturidade digital, com os melhores desempenhos a pertencerem essencialmente a este grupo de empresas. Os resultados revelam ainda que os setores Automóvel, Vidro, Moldes e Turismo apresentam o melhor desempenho, e que a região Norte é a mais proeminente das três regiões priorizadas. Por último, o estudo sugere que um maior conhecimento do conceito i4.0 não garante uma maior maturidade i4.0, uma vez que as empresas que afirmaram não conhecer o conceito tiveram um melhor desempenho global do que as que afirmaram conhecê-lo e até aplicá-lo.

Por outro lado, as estimativas por dimensão mostram que as empresas portuguesas, embora ainda num nível intermédio, apresentam competências mais elevadas nas áreas de Recursos Humanos e Operações Inteligentes. No entanto, revelam grandes deficiências nas outras dimensões, sendo a Infraestrutura Inteligente e os Serviços Baseados em Dados as áreas mais desfasadas. Este padrão repete-se tanto a nível setorial como regional. É relevante notar que os setores Automóvel e Moldes se destacam por ocuparem consistentemente posições elevadas nos rankings industriais em todas as dimensões da Indústria 4.0, com exceção dos Serviços Baseados em Dados. Por outro lado, a região Norte apresenta um desempenho superior em todas as dimensões do modelo, exceto novamente no caso dos Serviços Baseados em Dados.

A quinta secção apresenta os resultados de um exercício prospetivo em que foi pedido às empresas que preenchessem novamente o questionário considerando as suas perspetivas de investimento e gestão para os próximos cinco anos. De acordo com estas

estimativas, se as expectativas das empresas portuguesas se concretizarem, o nível médio de maturidade i4.0 passará para “intermédio” (em vez de “iniciado”). Para além disso, um grupo significativo de empresas atingiria os níveis “experiente” e “especialista”. Este exercício também sugere que as empresas têm um bom conhecimento da sua situação atual, uma vez que os seus esforços para se reforçarem se centrariam nas áreas em que são atualmente mais deficientes. Por último, a análise desta informação indica que as diferenças entre setores e regiões podem aumentar, pois as empresas dos setores e regiões líderes parecem estabelecer objetivos mais ambiciosos para a transformação digital.

A sexta secção, por último, apresenta as conclusões do estudo, incluindo algumas recomendações de política pública.

2 Base de dados e metodologia

2.1 Recolha de informações

Os resultados estatísticos da iniciativa SHIFT2Future baseiam-se numa ferramenta de autodiagnóstico, designada SHIFTo4.0, que estima o estado de maturidade digital das empresas no domínio da Indústria 4.0.

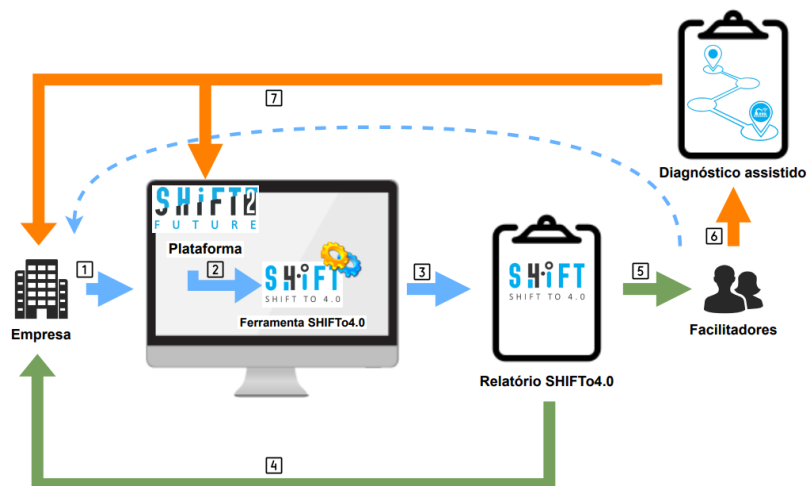
Após o registo no sítio Web do projeto,³ as empresas foram convidadas a preencher um questionário tecnicamente concebido para aplicar o modelo de base da ferramenta (explicado em pormenor mais adiante). O inquérito é composto por 36 perguntas de escolha múltipla divididas em 7 subsecções. A primeira foi desenhada para recolher informações gerais das empresas —em termos de dimensão e nível de conhecimento do conceito i4.0— enquanto as restantes seis recolhem informações relacionadas com cada uma das dimensões do modelo base de avaliação. Uma vez preenchido o questionário, a ferramenta gera um relatório —enviado por correio eletrónico às empresas— que identifica o nível de maturidade i4.0, com as áreas críticas correspondentes, ao mesmo tempo que sugere uma série de recomendações para aprofundar a transformação digital.

A iniciativa também ofereceu às empresas a possibilidade de receberem um diagnóstico assistido. Nestes casos, foram designados facilitadores para preparar uma avaliação personalizada com base nas informações fornecidas no questionário e nos resultados de uma visita ao terreno. O relatório apresenta a situação atual da empresa, as suas dificuldades e os seus objetivos, e define um plano de ação de melhoria. A figura 2.1 resume os processos subjacentes à aplicação do autodiagnóstico e do diagnóstico assistido.

Este processo permitiu assim a construção de uma base de dados com a informação das empresas que participaram no autodiagnóstico e nos diagnósticos assistidos. A amostra final compreende um total de 555 empresas, das quais 244 receberam diagnósticos assistidos.

³ Sítio web: <https://www.shift2future.pt>.

Figura 2.1 Diagrama do processo da ferramenta SHIFTo4.0



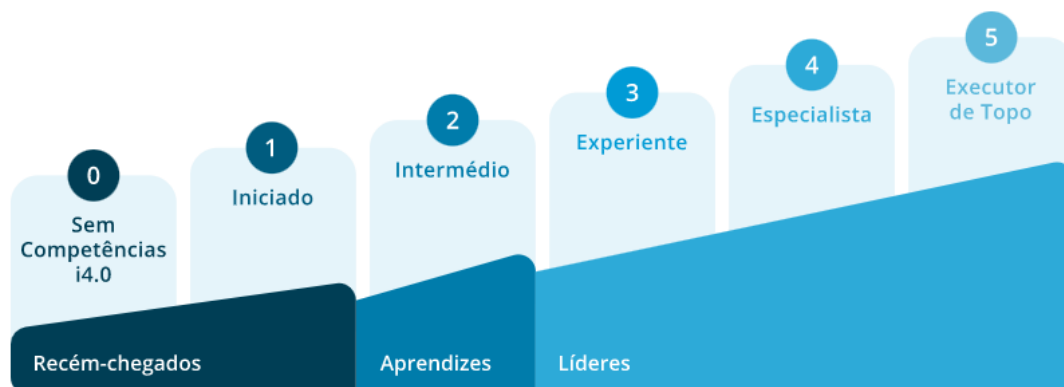
2.2 Metodologia de diagnóstico

2.2.1 Estrutura e níveis de maturidade i4.0

O modelo base deste estudo corresponde a uma adaptação à realidade portuguesa da metodologia de autodiagnóstico “*Industry 4.0 Readiness*” desenvolvida pela Fundação IMPULS da Federação Alemã de Engenharia (VDMA).⁴ De acordo com este modelo, a avaliação final do estado de maturidade i4.0 de uma empresa depende de seis dimensões: i) Estratégia e Organização, ii) Infraestrutura Inteligente, iii) Operações Inteligentes, iv) Produtos Inteligentes, v) Serviços Baseados em Dados e vi) Recursos Humanos. Cada dimensão, por sua vez, é composta por temas que, em conjunto, determinam o estado de maturidade digital correspondente a essa dimensão, o que perfaz um total de 18 temas para as seis dimensões em análise. Finalmente, a determinação da maturidade i4.0 para cada um dos temas baseia-se nas respostas às perguntas do questionário da ferramenta de autodiagnóstico. Em cada uma das categorias de análise (tema/dimensão/global), as empresas são classificadas de acordo com uma escala de 0 a 5. Como se pode ver na Figura 2.2, o nível 0 indica “sem competências”, o nível 1 “iniciado”, o nível 2 “intermédio”, o nível 3 “experiente”, o nível 4 “especialista” e o nível 5 “executor do topo”.

⁴ Ver: [Industrie 4.0-Readiness-Check \(industrie40-readiness.de\)](http://industrie40-readiness.de)

Figura 2.2 Níveis de maturidade i4.0



2.2.2 Dimensões do modelo e critérios de classificação

Uma vez que a Indústria 4.0 é mais do que o desenvolvimento de produtos e processos digitais, a dimensão Estratégia e Organização tem como objetivo avaliar se a empresa foi capaz de criar um novo modelo de negócio e uma nova cultura organizacional em consonância com os requerimentos da transformação digital. Assim, a avaliação desta dimensão depende de 3 temas: i) estratégia, ii) investimento, e iii) gestão da inovação. A dimensão Infraestrutura Inteligente, por sua vez, avalia se a empresa criou um ambiente para a produção de bens e serviços em que os processos são maioritariamente automatizados. A maturidade nesta dimensão reflete-se, portanto, na consolidação de 4 temas mutuamente inclusivos, nomeadamente: i) modelos digitais, ii) infraestruturas e equipamentos, iii) utilização dos dados, e, iv) sistemas TI. A dimensão Operações Inteligentes, por outro lado, examina o grau de desenvolvimento técnico tanto da produção autocontrolada de bens e serviços como dos correspondentes sistemas de planeamento inteligente, o que deverá resultar numa maior integração dos mundos físico e virtual nos processos de produção e distribuição logística. Por conseguinte, a avaliação desta dimensão depende dos seguintes temas: i) (utilização de) cloud, ii) segurança TI, iii) processos autónomos e iv) partilha de informação.

Do mesmo modo, a melhoria contínua dos bens e serviços oferecidos no mercado, bem como a eficiência dos processos de produção, exige um feedback constante sobre o ambiente em que esses produtos funcionam e sobre a experiência dos consumidores. Um elevado grau de maturidade digital na dimensão Produtos Inteligentes implica, portanto,

a presença de funcionalidades TIC complementares nos bens e serviços que permitam ainda a recolha permanente de informação sobre a sua produção, estado e utilização (pelos clientes, por exemplo). Assim, os temas que definem esta dimensão são: i) análise de dados durante a utilização, e ii) funcionalidades TIC. Na mesma linha, a dimensão Serviços Baseados em Dados examina se as relações com os clientes e os serviços pós-venda se baseiam na análise dos dados recolhidos, bem como se esta informação é parte integrante de todos os processos empresariais. O grau de maturidade i4.0 desta dimensão depende do desenvolvimento dos seguintes temas: i) partilha de dados, ii) partilha de receitas e iii) serviços provenientes em vídeos.

Por último, nenhuma transformação digital será possível sem trabalhadores altamente qualificados com as competências adequadas para inovar constantemente e tirar partido das tecnologias digitais. Por conseguinte, a maturidade da i4.0 nesta dimensão é determinada tanto pelo nível de especialização dos trabalhadores (tema: competências existentes) como pelos esforços empresariais (por exemplo, investimento em formação) destinados a adquirir e desenvolver novas competências (tema: aquisição de competências). A Figura 2.3 apresenta a estrutura desagregada do modelo de diagnóstico com as dimensões e os temas subjacentes.

Figura 2.3 Estrutura do modelo de avaliação da maturidade i4.0



Em termos de classificação, a determinação do nível de maturidade i4.0 das empresas é construída de forma bottom-up, ou seja, partindo da avaliação dos temas. Cada tema é classificado (de forma discreta, entre 0 e 5) de acordo com os requisitos mínimos pré-estabelecidos, enquanto o nível de cada uma das dimensões se baseia na classificação mais baixa obtida por um ou mais temas dessa dimensão (portanto, também entre 0 e 5). Consequentemente, a classificação atribuída às dimensões e temas permite obter um retrato detalhado, a nível individual, setorial, regional, e nacional, do grau de transformação digital das empresas, de modo a detetar áreas fortes e os seus pontos críticos de melhoria.

Finalmente, a classificação global de maturidade i4.0 corresponde à média ponderada de todas as dimensões, com os seguintes pesos atribuídos: 25% para Estratégia e Organização; 14% para Infraestrutura Inteligente; 10% para Operações Inteligentes; 19% para Produtos Inteligentes; 14% para Serviços Baseados em Dados; e 18% para Recursos Humanos. Dada a natureza contínua do valor de classificação obtido, o nível atribuído a nível global dependerá do facto de a empresa ter ultrapassado, pelo menos, o valor discreto desse nível. Por exemplo, todas as empresas com uma média global entre 2 e 2,99 serão classificadas no nível intermédio (i.e., nível 2), enquanto as empresas com uma média ponderada entre 3 e 3,99 serão classificadas no nível experiente (i.e., nível 3). O mesmo se aplica aos restantes níveis de classificação. Todavia, a escala contínua obtida através da média ponderada, com intervalo $[0,1)$ por nível de maturidade, permitiu a criação de uma variável indicativa para saber até que ponto uma empresa está próxima de passar para o nível seguinte. Assim, foi atribuído o valor 1 a todas as empresas acima do percentil 75 da respetiva escala por nível. Por exemplo, se houver duas empresas classificadas como nível 3 (ou seja, “experientes”), mas a primeira tiver uma classificação global de 3,4 e a segunda de 3,76, apenas a segunda empresa receberá um valor de 1 nesta variável binária, indicando que a empresa está perto de atingir o nível de “especialista”.

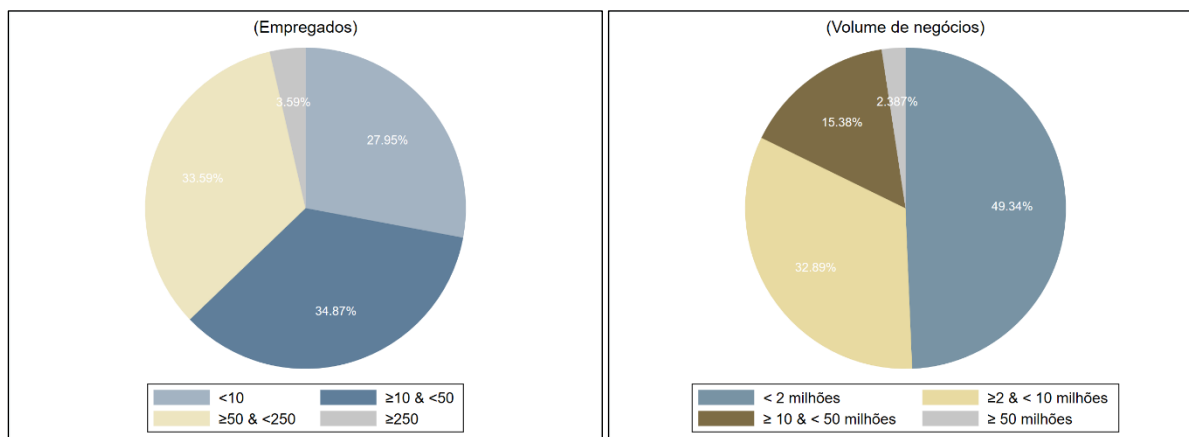
Os resultados serão apresentados a nível global —com ênfase na proporção de empresas “prontas” para atingir o seu próximo nível de maturidade i4.0— e por dimensão do modelo. Em ambos os casos, serão efetuadas análises desagregadas de acordo com as regiões (NUTSII) e setores priorizados pelo projeto. As regiões priorizadas são Alentejo, Centro e Norte, e os setores prioritários são: Aeronáutica, Agroalimentar, Automóvel, Calçado, Cerâmica, Metalomecânica, Moldes, Pedra, Turismo, Têxtil e Vidro.

3 Caracterização da amostra

3.1 Distribuição nacional

Tal como referido, um total de 555 empresas participaram no estudo preenchendo o questionário de autodiagnóstico, das quais 244 beneficiaram de um diagnóstico assistido. Como se pode observar na Figura 3.1, a amostra em análise caracteriza-se por uma grande heterogeneidade em termos de dimensão, que vai das micro às grandes empresas (de acordo com a metodologia de classificação da UE).⁵ Em particular, em termos do número de trabalhadores, 27,95% correspondem a microempresas (<10 trabalhadores), 34,9% a pequenas empresas (<50), 33,6% a médias empresas (<250) e 3,6% a grandes empresas (≥ 250). Em termos do volume de negócios, 49,3% das empresas referiram um rendimento bruto inferior a 2 milhões de euros (ou seja, microempresas nesta perspetiva analítica), 32,9% entre 2 e 10 milhões, 15,4% entre 10 e 50 milhões e 2,4% um volume de negócios igual ou superior a 50 milhões (ou seja, correspondente a uma grande empresa).

Figura 3.1 Distribuição da amostra por dimensão da empresa

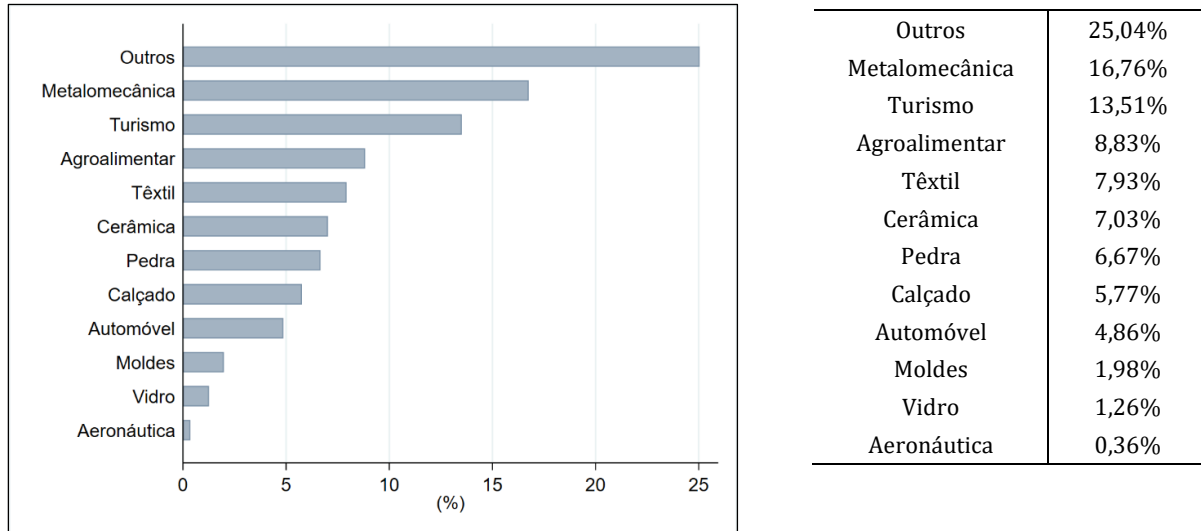


Em relação à atividade económica, descartando as indústrias não priorizadas (i.e., o grupo “Outros” com 25,04% da amostra), a Figura 3.2 mostra que a maioria das empresas opera nos setores da Metalomecânica e do Turismo, com uma proporção de 16,76% e 13,51%, respetivamente. Posteriormente, os setores Agroalimentar (8,83%), Têxtil (7,93%), Cerâmica (7,03%), Pedra (6,67%) e Calçado (5,77%) são os mais

⁵ Ver [SME definition \(europa.eu\)](http://SMEdefinition.europa.eu)

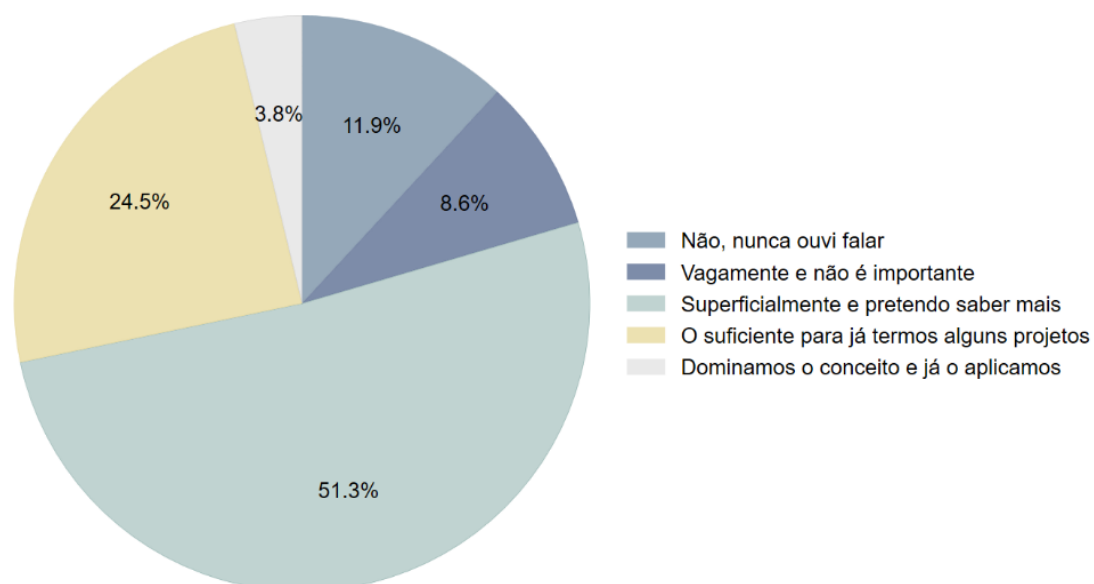
representados. Por último, com quotas inferiores a 5%, encontram-se os setores Automóvel (4,86%), Moldes (1,98%), Vidro (1,26%) e a Aeronáutica (0,35%).

Figura 3.2 Distribuição da amostra por setor



Por fim, como indica a Figura 3.3, é importante notar que cerca de 12% das empresas declararam nunca ter ouvido falar do conceito i4.0, enquanto 8,6% indicaram que têm um conhecimento vago do conceito e que, além disso, não lhes parece um tópico relevante. Porém, apesar de terem atualmente um conhecimento superficial, 51% estão interessadas em aprender mais, enquanto cerca de 25% referiram conhecer o conceito e aplicá-lo moderadamente e 4% afirmaram que o dominam e tiram partido dele.

Figura 3.3 Distribuição da amostra por nível de conhecimento do conceito i4.0



3.2 Distribuição territorial

Em termos de localização, todas as empresas da amostra estão distribuídas por todo o território nacional, incluindo as ilhas da Madeira e dos Açores (ver Figura 3.4). No entanto, dada a priorização estabelecida pelo projeto, mais de 90% estão localizadas nas regiões Norte, Centro e Alentejo.

Concretamente, como se pode ver na Figura 3.5, 58,4% localiza-se na região Centro, 25,6% na região Norte e 8,7% no Alentejo. Os restantes 7,4% distribuem-se por Lisboa (5,6%), Algarve (1,3%), Açores (0,4%) e Madeira (0,2%). Neste quadro, destaca-se a maior participação das micro e pequenas empresas na região Norte, bem como a maior participação das grandes empresas na região do Alentejo. A região Centro, por seu lado, reproduz, em traços gerais, a composição registada a nível nacional, com uma participação ligeiramente superior das médias empresas (37,9%).

Figura 3.4 Distribuição da amostra por conselho

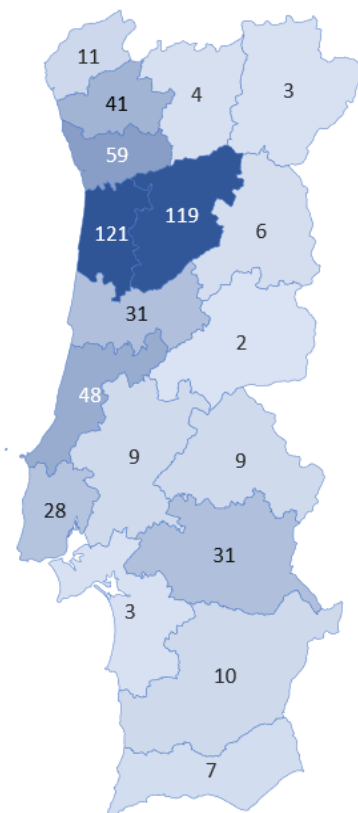
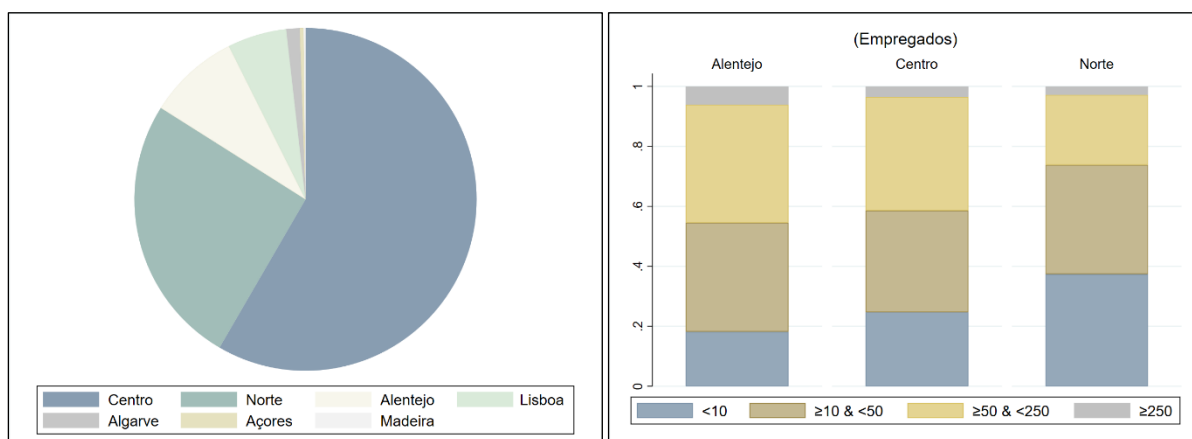


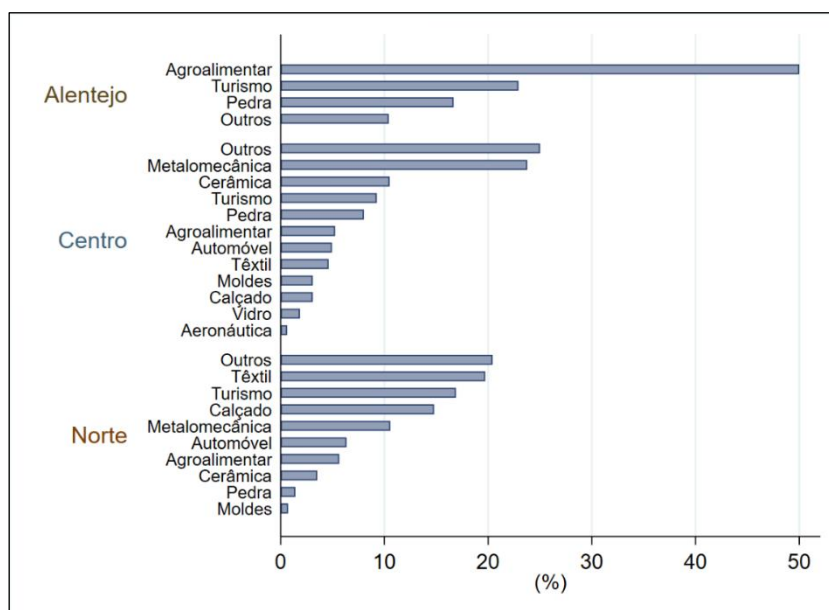
Figura 3.5 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e dimensão (trabalhadores)



Por outro lado, a Figura 3.6 mostra que, excluindo as atividades económicas não priorizadas, a maior proporção de empresas no Alentejo opera nos setores Agroalimentar (50%) e Turismo (22,9%), enquanto na região Centro operam nos setores

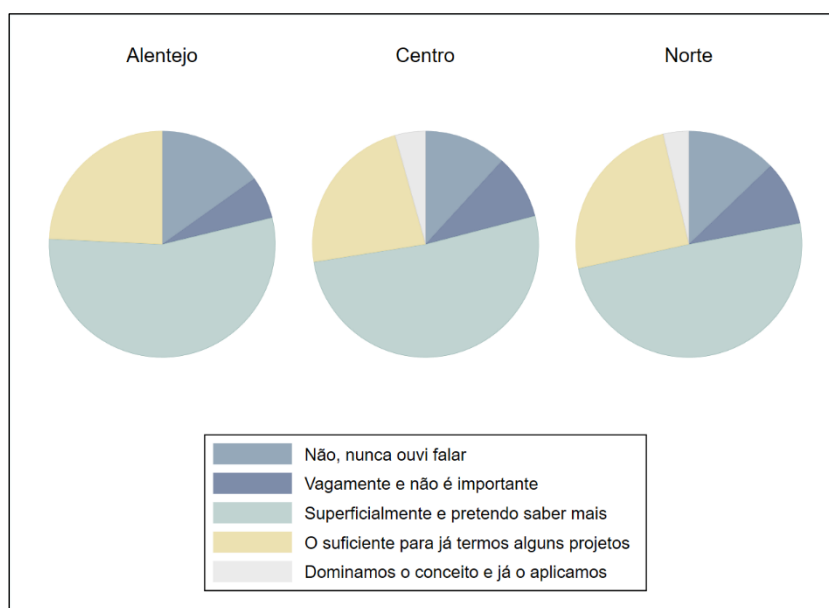
Metalomecânico (23,8%), Cerâmica (10,5%) e Turismo (9,3%), e na região Norte nos setores Têxtil (19,8%), Turismo (16,9%) e Calçado (14,8%).

Figura 3.6 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e setor



Por fim, as estimativas sugerem que na região Norte existe um nível ligeiramente superior de conhecimento do conceito i4.0, com 28,4% das empresas a referirem que aplicam o conceito de forma moderada ou completa, contra 27,5% na região Centro e 24,2% na região Alentejo (nesta última região, aliás, nenhuma empresa referiu dominar o conceito).

Figura 3.7 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e nível de conhecimento do conceito i4.0



4 Resultados

A emergência da Indústria 4.0, e a correspondente digitalização e automatização dos processos de produção, logística e consumo, alterou estruturalmente a dinâmica industrial tanto nos mercados emergentes como nos tradicionais, em todos os elos das cadeias de valor (Dalenogare et al., 2018). Esta alteração reflete-se em ambientes competitivos muito mais turbulentos e nas capacidades e rotinas que uma empresa requer para lidar com esses ambientes (Hanelt et al., 2021).

Neste contexto, o presente estudo pretende apresentar um retrato detalhado do estado de maturidade i4.0 das empresas portuguesas, com destaque para as regiões e setores priorizados. De acordo com os critérios do modelo, e as condições básicas a cumprir por uma empresa que tenha feito da transformação digital uma prioridade, esta maturidade i4.0 deve refletir-se em modelos de negócio muito mais flexíveis, em sistemas de produção e distribuição inteligentes e automatizados, em Produtos Inteligentes que melhorem a experiência do consumidor e que, por sua vez, possam gerar dados em tempo real, na utilização de dados para a tomada de decisões e aumento da rentabilidade, e em Recursos Humanos com capacidade constante de adaptação e inovação.

Esta secção começará por apresentar os resultados da classificação geral, tanto a nível nacional como regional, destacando a percentagem de empresas que estão numa posição de prontidão para dar o salto para o nível seguinte da classificação. De seguida, os resultados serão desagregados por dimensão do modelo para identificar os pontos fortes e fracos das empresas portuguesas que enfrentam o desafio da transformação digital.

4.1 Resultados globais

Os resultados do estudo sugerem que a empresa portuguesa típica, com uma classificação global mediana de 1,18, tem apenas um nível de maturidade i4.0 de “iniciado”.⁶

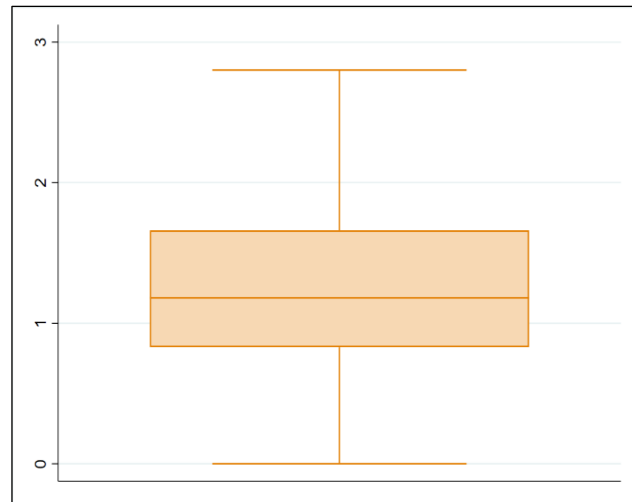
Tabela 4.1 Classificação geral do nível de maturidade i4.0

Mediana	Média	Min	Max	SD
1,18	1,30	0,00	4,13	0,69

⁶ A mesma conclusão pode ser tirada utilizando a média como medida de tendência central.

Dado que o valor da média é superior ao da mediana, os resultados sugerem a presença de “outliers” de algumas empresas com elevado desempenho. De facto, a Figura 4.1 indica que a distribuição estatística da classificação global é enviesada para a direita (i.e., a distância entre o extremo superior e a mediana é maior à distância entre a mediana e o extremo inferior), confirmando que algumas empresas apresentam um desempenho muito

Figura 4.1 Distribuição estatística da classificação global

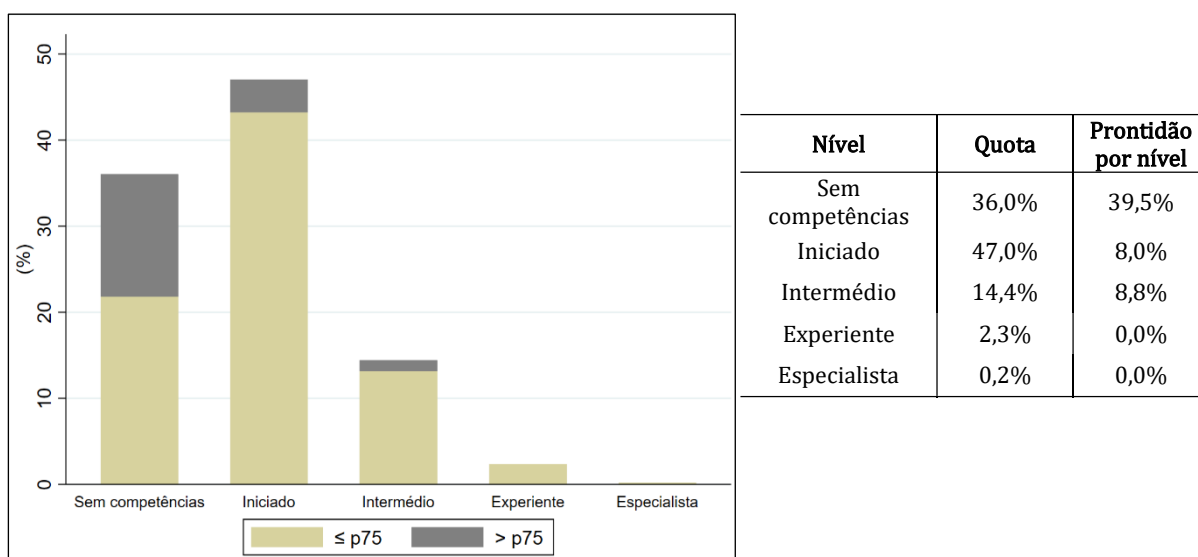


superior (o valor máximo da amostra foi 4,13). No entanto, a grande maioria das empresas classificou-se ligeiramente abaixo de 1 e ligeiramente abaixo de 2 (ou seja, os limites da caixa). Assim, os resultados demonstram que uma parte significativa das empresas portuguesas não possuiria competências i4.0 (i.e., nível 0), enquanto a maioria se situaria no nível “iniciado”.

Para melhor caracterizar a amostra, a Figura 4.2 apresenta a distribuição das empresas por nível de maturidade i4.0. Confirmando a análise anterior, as estimativas indicam que a grande maioria das empresas portuguesas ou não tem competências digitais (36%) ou está apenas no nível “iniciado” (47%). Em contrapartida, 14,4% estão no nível “intermédio”, 2,3% no nível “experiente” e apenas 0,2% no nível “especialista”. Por outras palavras, a nível global, nenhuma empresa possui as competências necessárias para ser classificada como “executor do topo”.

No entanto, quando se analisa o grau de prontidão por nível, as estimativas sugerem que, enquanto 36% das empresas foram classificadas no nível “sem competências”, cerca de 40% deste grupo estaria perto de atingir o nível “iniciado” (ou seja, a sua classificação global é superior ao valor 0,75 no intervalo de 0 a 1). No caso das empresas do nível “iniciado”, 8% estariam prontas a atingir o nível “intermédio”, enquanto 8,8% das empresas “intermédias” estariam prontas a passar para o nível “experiente”. Por fim, nenhuma das empresas nos níveis “experiente” e “especialista” estaria próxima de atingir o nível seguinte.

Figura 4.2 Distribuição da amostra por nível de maturidade i4.0



Em termos de dimensão da empresa utilizando o critério do número de trabalhadores, a Tabela 4.2 sugere que a empresa típica em todas as categorias se situa no nível “iniciado”, com as grandes empresas a obterem a classificação mais alta em termos da mediana. No entanto, são as micro e pequenas empresas que apresentam os valores máximos mais elevados, indicando que os melhores desempenhos digitais se situam nestas categorias.

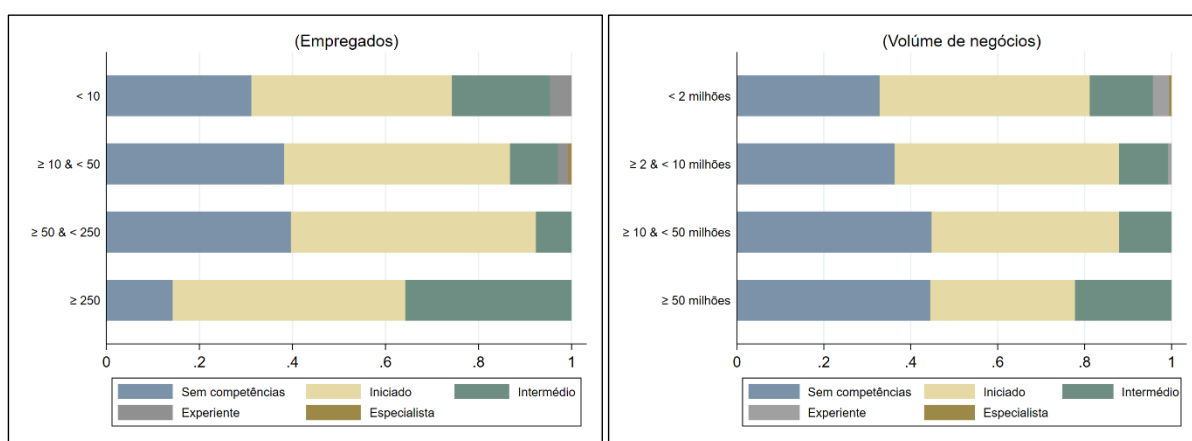
Considerando a dimensão utilizando o critério do volume de negócios, o estudo indica igualmente que a empresa representativa em cada categoria possui competências digitais de nível “iniciado”. No entanto, a mediana mais elevada neste caso encontra-se nas empresas com um volume de negócios inferior a 2 milhões de euros (ou seja, o equivalente a uma microempresa). Por último, nesta perspetiva, confirma-se também que as empresas com melhor desempenho estão dentro do grupo das micro e pequenas empresas (ou seja, as que têm um volume de negócios inferior a 10 milhões), uma vez que os valores máximos mais elevados se encontram nestas duas categorias.

Tabela 4.2 Classificação geral por categoria de dimensão das empresas

Empregados	Mediana	Min	Max	Volume de negócios	Mediana	Min	Max
<10	1,35	0,18	3,41	<2 milhões	1,26	0,18	4,13
≥10 & <50	1,20	0,22	4,13	≥ 2 & <10 milhões	1,15	0,00	3,62
≥50 & <250	1,10	0,00	2,79	≥ 10 & <50 milhões	1,10	0,18	2,96
≥250	1,43	0,73	2,96	≥ 50 milhões	1,10	0,73	2,25

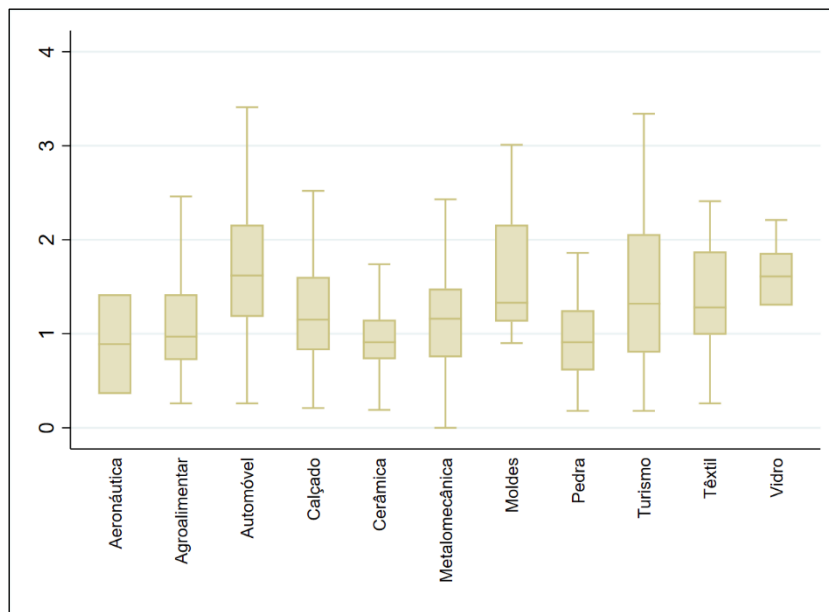
Na mesma linha, a Figura 4.3 apresenta a distribuição da amostra por níveis de maturidade i4.0 para cada uma das categorias de dimensão das empresas. Algumas conclusões complementares emergem: (i) nas grandes empresas (tanto em termos do número de trabalhadores como do volume de negócios), a proporção do nível “intermédio” é comparativamente mais elevada; (ii) o nível “iniciado” é o preponderante em todas as categorias de dimensão analisadas, com exceção da abordagem do volume de negócios, onde as empresas com vendas superiores ou iguais a 10 milhões (nas duas categorias incluídas) apresentam uma percentagem maioritária do nível “sem competências”; e, (iii) os níveis “experiente” e “especialista” estão presentes apenas nas micro e pequenas empresas (em ambas as abordagens de dimensão).

Figura 4.3 Níveis de maturidade da i4.0 por dimensão da empresa



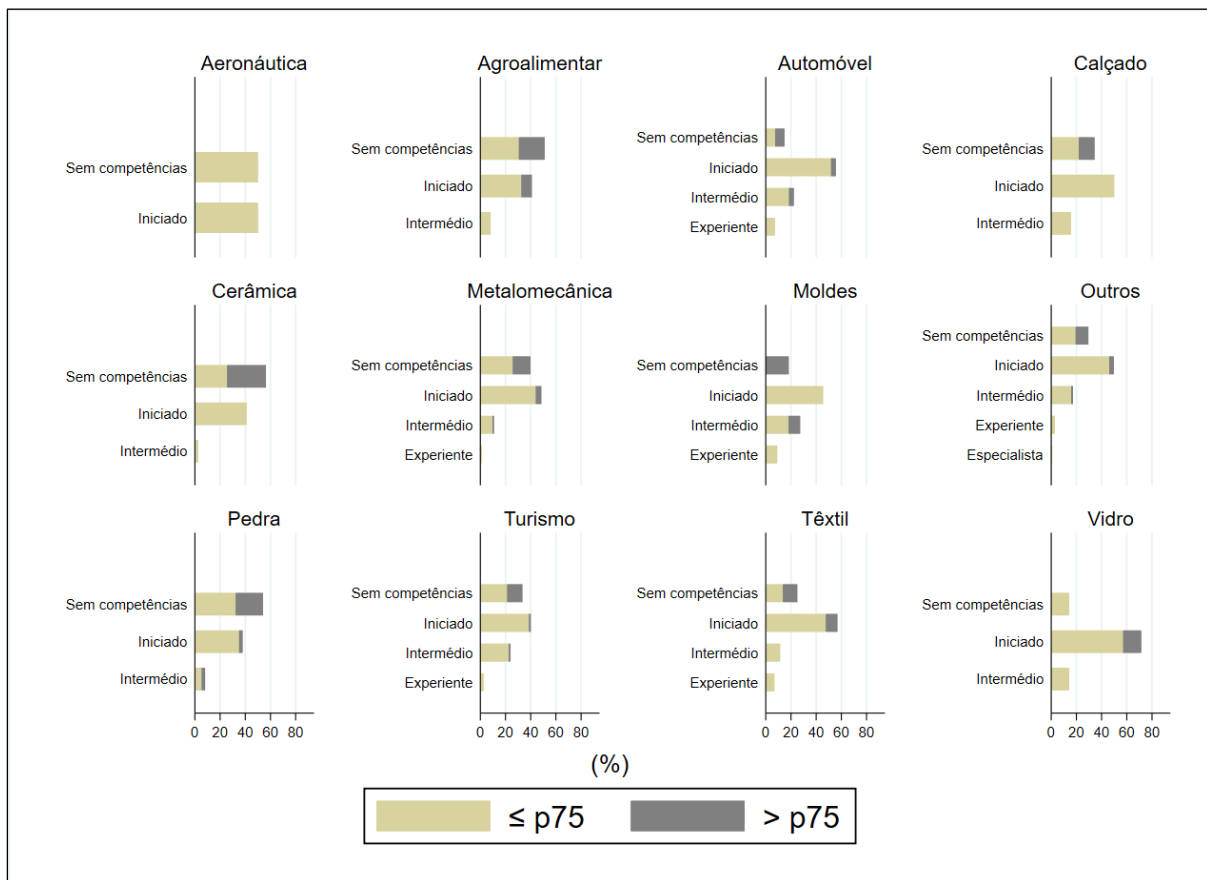
A nível setorial, os resultados do estudo revelam igualmente uma heterogeneidade acentuada. Especificamente, a Figura 4.4 apresenta a distribuição estatística da classificação global das empresas para cada um dos setores prioritários. Em primeiro lugar, observa-se que as empresas com maior maturidade i4.0 estariam localizadas nos setores Automóvel, Moldes e Turismo, uma vez que as suas distribuições estatísticas estão mais deslocadas para cima. Este melhor desempenho traduz-se em valores mais elevados, tanto em termos da mediana como dos extremos superiores. Em segundo lugar, os setores com pior desempenho agregado seriam a Cerâmica e a Pedra, com medianas, extremos superiores, e, inclusivamente, extremos inferiores, mais baixos (exceto no caso da indústria Metalomecânica, que, embora tenha uma mediana e um extremo superior relativamente mais elevados, apresenta o extremo inferior mais baixo de todos os setores analisados).

Figura 4.4 Distribuição estatística da classificação geral por setor



Para complementar a análise, a Figura 4.5 apresenta uma imagem desagregada dos níveis de maturidade digital para cada um dos setores. São cinco as principais conclusões. Em primeiro lugar, os setores Automóvel, Moldes e Turismo são os que apresentam os melhores desempenhos digitais, precisamente porque apresentam uma maior proporção de níveis “intermédios” e “experientes” em relação aos restantes setores prioritários. Dentro deste grupo, o setor dos Moldes destaca-se pela prontidão relativamente elevada das empresas de nível “intermédio” para passarem para o nível “experiente”. Em segundo lugar, dentro dos setores priorizados, as empresas de nível “experiente” só estão presentes nos setores Automóvel, Metalomecânica, Moldes, Turismo e Têxtil. Em terceiro lugar, não existem empresas de nível “especialista” em nenhum dos setores priorizados —apenas se encontram nos setores não priorizados (i.e., “Outros”). Em quarto lugar, as proporções mais elevadas de empresas com nível “sem competências” encontram-se nos setores Agroalimentar, Cerâmica e Pedra, proporções que excedem mesmo as do nível “iniciado”. Contudo, nestes três setores, existe uma prontidão significativa para que as empresas do nível “sem qualificações” atinjam o nível “iniciado”. Finalmente, com exceção destes três últimos setores com baixa maturidade digital, o nível “iniciado” é o nível predominante em todos os outros setores.

Figura 4.5 Distribuição da amostra por setor e nível de maturidade i4.0



Relativamente às regiões priorizadas, a Figura 4.6 apresenta a distribuição estatística do ranking global de maturidade digital nas regiões Alentejo, Centro e Norte. Em termos globais, os resultados indicam que as empresas da região Norte apresentam uma maturidade i4.0 superior às suas congéneres do Alentejo e do Centro. De facto, nesta região, a mediana e o valor extremo superior são mais elevados. No mesmo sentido, a Figura 4.7 indica que as proporções de empresas intermédias e experientes são mais elevadas na região Norte do que nas regiões Alentejo e Centro, enquanto as empresas de nível “especialista” apenas estão presentes no Norte. Esta região tem também uma elevada proporção de empresas “iniciadas” que estão prontas para dar o salto para o nível “intermédio”. No entanto, apenas nas regiões do Alentejo e do Centro existem empresas “intermédias” com prontidão para se tornarem “experientes”. Finalmente, ambos os gráficos sugerem que as empresas da região do Alentejo apresentam um desempenho digital inferior, com uma distribuição estatística mais deslocada para baixo e uma presença predominante de empresas de nível “sem competências”.

Figura 4.6 Distribuição estatística da classificação geral por região

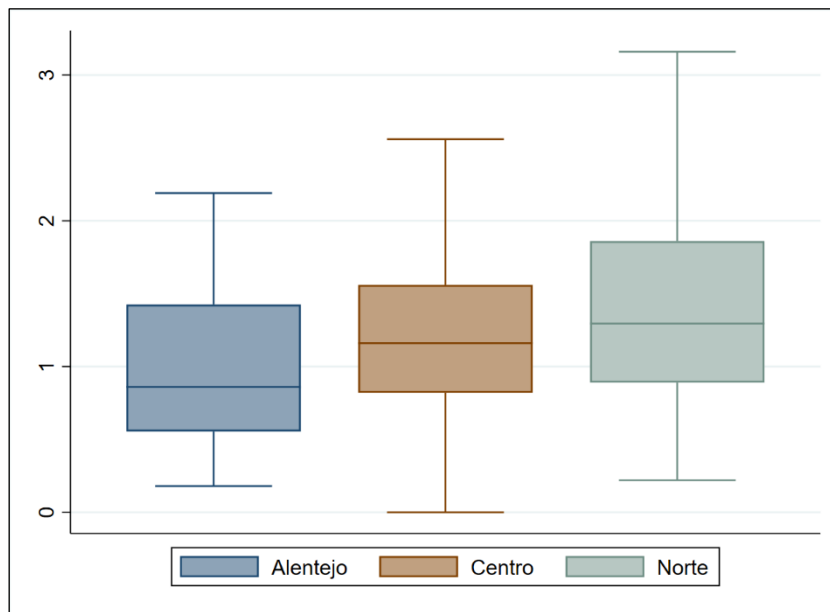
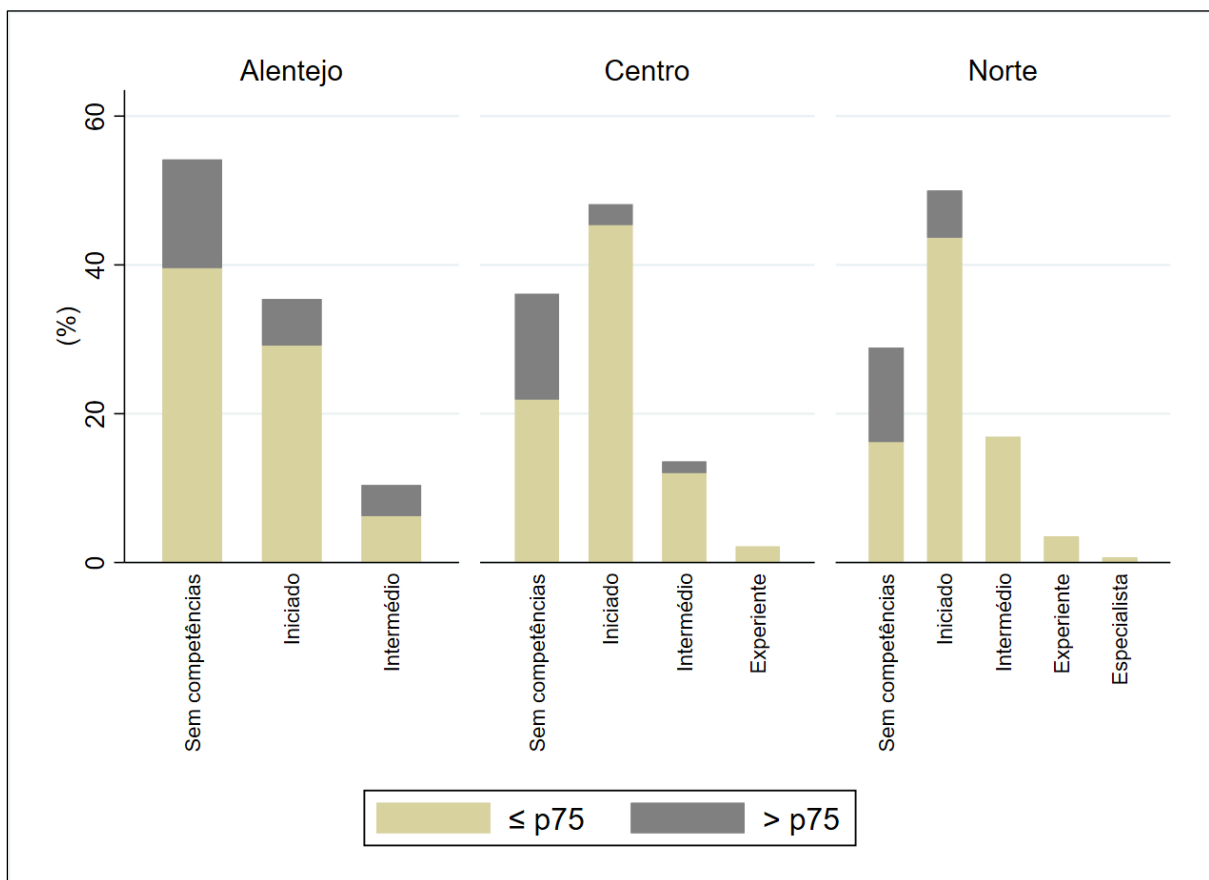
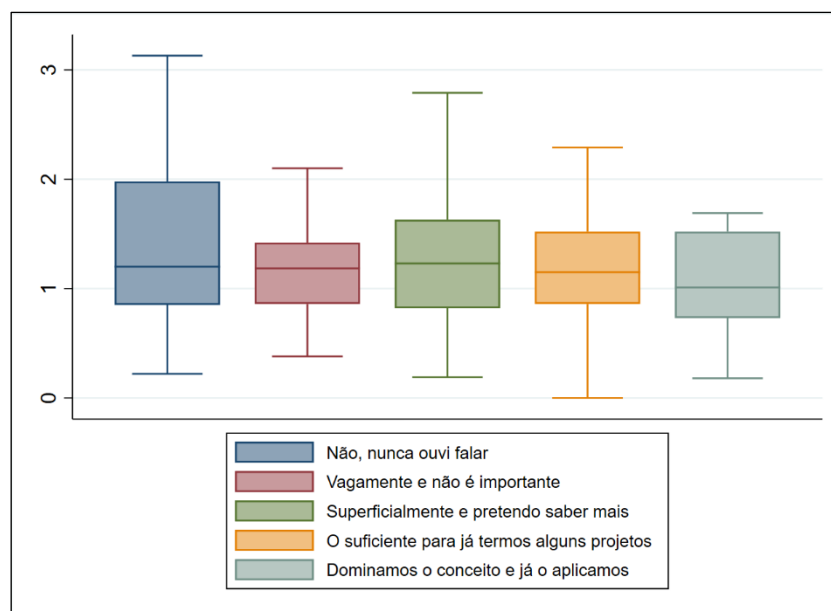


Figura 4.7 Distribuição da amostra por região e nível de maturidade i4.0



Por último, é de esperar que as empresas familiarizadas com o conceito i4.0, e que declararam mesmo aplicá-lo nos seus processos de produção, obtenham uma classificação global de maturidade digital mais elevada. No entanto, os resultados estatísticos mostram a imagem oposta. Como indica a Figura 4.8, são precisamente as empresas que responderam que aplicam o conceito —ou seja, as duas últimas categorias à direita— as quais têm um desempenho mais fraco na classificação geral, com medianas de 1,15 para as que o aplicam parcialmente e de 1,01 para as que o aplicam totalmente. Em contrapartida, as medianas dos que “nunca ouviram falar do conceito”, dos que “o conhecem vagamente e não o consideram importante” e dos que “o conhecem superficialmente e querem saber mais” foram de 1,2, 1,19 e 1,23, respetivamente. Destacam-se também os outliers mais altos para as empresas que relataram nunca ter ouvido falar do conceito. Portanto, a indicação predominante é que a verdadeira essência da transformação digital permanece desconhecida. Isso é evidente no facto de que aqueles que a implementam afirmam não estar familiarizados com ela, enquanto aqueles que afirmam compreendê-la e implementá-la têm um desempenho inferior.

Figura 4.8 Distribuição estatística da classificação geral por nível de conhecimento do conceito i4.0.



Em resumo, os resultados globais indicam que a maioria das empresas portuguesas se encontra numa fase inicial de transformação digital (ou seja, no nível “iniciado”), com pouca prontidão para passar para os níveis seguintes da classificação; as micro e pequenas empresas apresentam uma maturidade digital ligeiramente superior; as

empresas com maior maturidade i4.0 mais elevada estariam localizadas nos setores Automóvel, Moldes e Turismo, bem como na região Norte; e, o conceito i4.0 é pouco conhecido na prática, com uma maturidade digital ligeiramente mais elevada nas empresas que afirmam ter menos ou nenhum conhecimento do mesmo.

4.2 Resultados por dimensão do modelo base

As estimativas da secção anterior mostram, em geral, que a empresa portuguesa típica apresenta um nível de maturidade i4.0 “iniciado”. No entanto, é essencial sublinhar que, dada a visão sistémica do modelo de diagnóstico, o ranking global das empresas é influenciado pelos piores desempenhos obtidos em cada um dos temas que compõem as dimensões. Conforme explicado na Secção 2, a classificação de cada dimensão é sempre igual ao valor do tema subjacente pior classificado. Desta forma, o modelo “penaliza” os maus desempenhos, atribuindo-lhes o peso total na avaliação de uma dimensão (ou tema). Por exemplo, se, numa dimensão, uma empresa for “especialista” num tema, mas “iniciada” noutra, a classificação dessa dimensão será “iniciada”. Assim, para compreender com maior precisão o estado de maturidade digital das empresas portuguesas, é fundamental desagregar os resultados por dimensão, por tema e até por pergunta do questionário. A análise por dimensão e por tema permitirá assim detetar os pontos fortes e fracos das empresas. Esta secção pretende cumprir este objetivo.

A Tabela 4.3 apresenta a média (ponderada pelo número de empresas) das classificações registadas nas seis dimensões do modelo, bem como o desvio padrão, o valor máximo e o valor mínimo. Por um lado, observa-se que, em média, existe uma maior maturidade digital nas dimensões Operações Inteligentes e Recursos Humanos (com médias de 2,04 e 2,1, respetivamente). Isto implica que as empresas se esforçaram mais para digitalizar os sistemas de planeamento da produção e distribuição e para reforçar as competências digitais da força de trabalho (através do recrutamento ou do investimento em formação). Por outro lado, os resultados indicam que o desempenho é ainda fraco nas restantes dimensões, uma vez que em nenhum destes casos a média excede o valor de um, sendo a dimensão Infraestrutura Inteligente a pior avaliada (com uma média de apenas 0,38). Este facto sugere que as infraestruturas e equipamentos para a automatização e digitalização dos processos produtivos são ainda muito deficientes. No entanto, é de salientar que, com exceção da dimensão Estratégia e Organização, em todas as dimensões existe pelo menos um “Executor do topo” (o valor máximo registado foi 5).

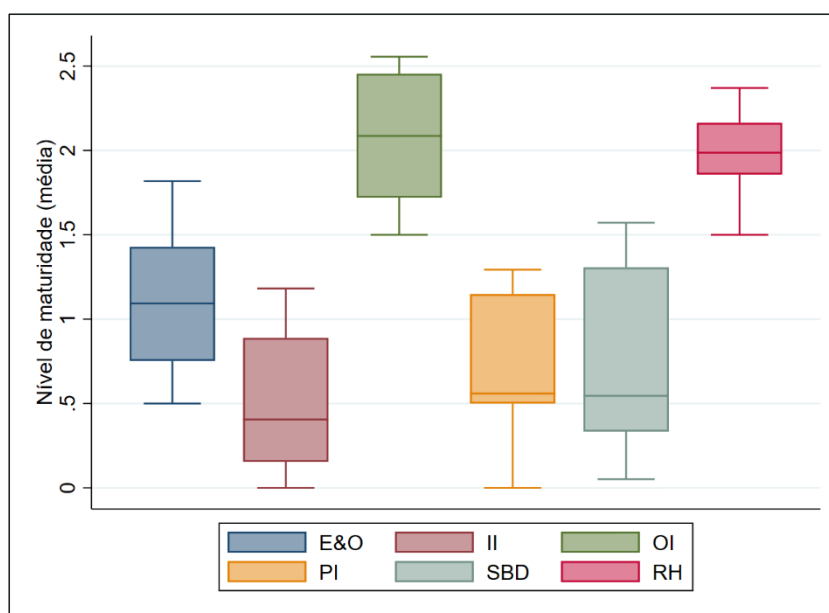
Tabela 4.3 Avaliação por dimensão do modelo base

Dimensão	Média	SD	Min	Max
Estratégia e Organização (EO)	0,97	1,01	0	4
Infraestrutura Inteligente (II)	0,38	0,81	0	5
Operações Inteligentes (OI)	2,04	1,21	0	5
Produtos Inteligentes (PI)	0,73	1,40	0	5
Serviços Baseados em Dados (SBD)	0,63	1,23	0	5
Recursos Humanos (RH)	2,10	0,97	0	5

O gráfico seguinte mostra a distribuição estatística da maturidade digital média dos setores por dimensão do modelo. Especificamente, foi calculada a média (ponderada pelo número de empresas) de cada dimensão por setor e, em seguida, foi estimada e representada a distribuição estatística dessas médias por dimensão (mais uma vez utilizando o gráfico de caixa e bigodes). A Figura 4.9 confirma as conclusões anteriores. As indústrias apresentam uma maturidade digital mais elevada em Operações Inteligentes e Recursos Humanos, seguidas da dimensão Estratégia e Organização, onde existem mesmo indústrias com uma maturidade digital média próxima de 2 (ou seja, nível intermédio).

Por último, os resultados confirmam que o pior desempenho das empresas —e, por defeito, dos setores— foi obtido na dimensão Infraestrutura Inteligente. Aliás, dado o extremo inferior da distribuição nessa dimensão, os resultados sugerem a existência de indústrias que, em média, seriam maioritariamente compostas por empresas sem competências digitais na dimensão Infraestrutura Inteligentes (note-se que algo semelhante ocorreria nas dimensões Produtos Inteligentes e Serviços Baseados em Dados).

Figura 4.9 Maturidade digital média dos setores por dimensão

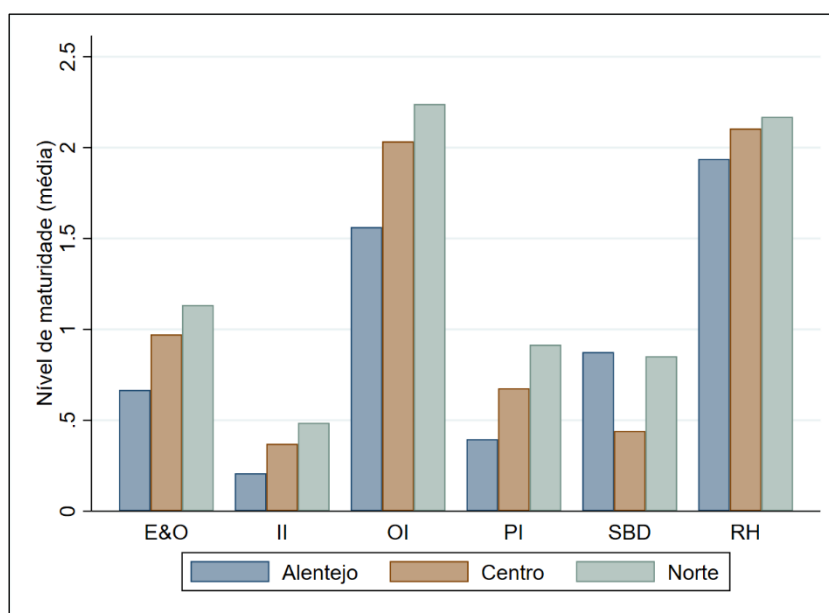


No mesmo sentido, a Figura 4.10 apresenta a maturidade digital média das regiões por dimensão do modelo. Em primeiro lugar, observa-se que a Região Norte apresenta uma maturidade i4.0 superior em todas as dimensões em análise, com exceção dos Serviços Baseados em Dados onde a região do Alentejo apresenta uma classificação média ligeiramente superior. Porém, fora desta dimensão, o Alentejo obteve a pior classificação média em todas as dimensões em análise. Em segundo lugar, a maior especialização das empresas nas dimensões Operações Inteligentes e Recursos Humanos é confirmada nas três regiões priorizadas. Por último, nas três regiões, a dimensão com menor desempenho é Infraestrutura Inteligente.

Em suma, os resultados confirmam que, apesar das diferenças setoriais ou regionais, a imagem nacional, em termos das dimensões melhor e pior classificadas, é reproduzida a estes níveis de desagregação.

As estimativas desagregadas para cada uma das dimensões, em relação à preponderância dos diferentes níveis de maturidade da i4.0 e aos temas subjacentes, serão apresentadas a seguir, a fim de identificar os fatores que explicam a classificação média destas dimensões a nível nacional, regional e setorial.

Figura 4.10 Maturidade digital média das regiões por dimensão



4.2.1 Estratégia e Organização

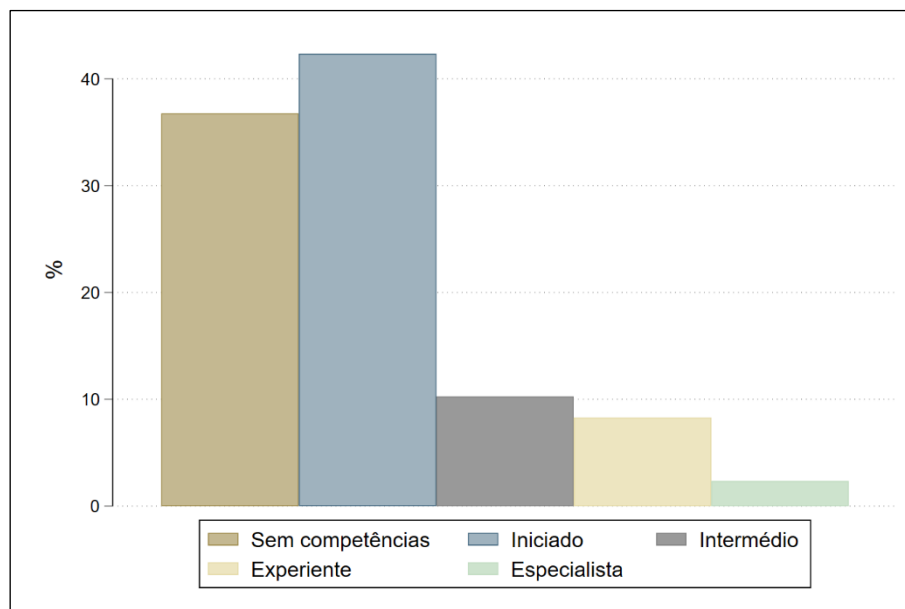
4.2.1.1 Análise nacional

A estratégia e a organização são componentes essenciais da transformação digital de uma empresa. A integração das tecnologias digitais no modelo de negócio permite um ajustamento mais eficaz face a ambientes competitivos em constante mudança, acelerando simultaneamente a adoção de ferramentas digitais nas operações de produção, logística e vendas propriamente ditas (Hanelt et al., 2021; Remane et al., 2017). Por conseguinte, as empresas devem empenhar-se verdadeiramente neste processo, a fim de criar quadros organizacionais e de gestão flexíveis, ágeis e versáteis, apoiados e centrados na tecnologia e nos dados (Hanelt et al., 2021).

Os resultados deste estudo revelam, no entanto, que a empresa portuguesa típica, representada por uma média de 0,97, embora próxima, não atingiria o nível “iniciado” nesta dimensão. A Figura 4.11, neste sentido, desagrega a média mostrando a proporção de empresas em cada um dos níveis de maturidade i4.0. Assim, observa-se que, enquanto 42% das empresas têm pelo menos um nível “iniciado”, há cerca de 37% que ainda não apresentam competências digitais (i.e., nível “0”) no domínio da Estratégia e Organização. Além disso, as estimativas indicam que os restantes níveis ocupam uma posição minoritária, com uma proporção de cerca de 10% no nível “intermédio”, 8% no nível

“experiente” e 3% no nível “especialista”. Por último, tal como salientado na subsecção anterior, é notória a ausência de empresas de nível “executor do topo” nesta dimensão.

Figura 4.11 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Estratégia e Organização

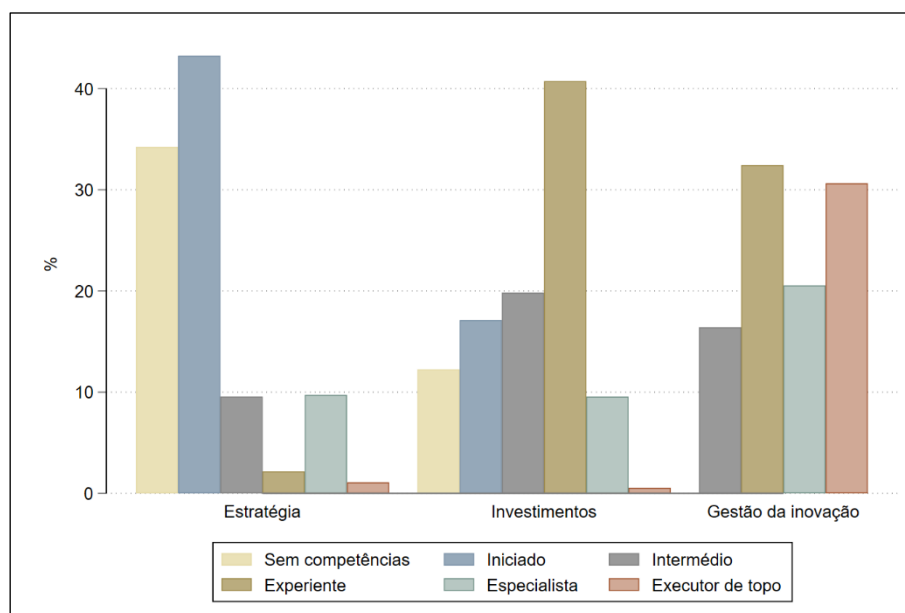


Por conseguinte, é essencial compreender os fatores subjacentes a este débil desempenho, relembrando mais uma vez que a classificação final da dimensão reflete a classificação mais baixa dos temas que a compõem. A Tabela 4.4 e a Figura 4.12 esclarecem melhor esta questão. Por um lado, os resultados indicam que, em média, o tema com pior classificação foi Estratégia, enquanto o tema com melhor classificação foi Gestão da inovação. Na verdade, como mostra a Figura 4.12, mais de 77% das empresas inquiridas não têm qualquer competência neste tema ou teriam apenas um nível “iniciado”. Por outro lado, no domínio da gestão da inovação, o nível mínimo observado foi “Intermédio”, enquanto mais de 30% teriam um desempenho de “executor de topo”. Quanto ao investimento, o nível predominante é o “experiente”, com uma quota de mais de 40% do total de empresas da amostra.

Tabela 4.4 Avaliação do grau de maturidade do i4.0 por tema - Estratégia e Organização

Tema	Média	Min	Max
Estratégia	1,13	0	5
Investimentos	2,20	0	5
Gestão da inovação	3,65	2	5

Figura 4.12 Distribuição dos níveis de maturidade da i4.0 por tema - Estratégia e Organização



Dentro deste tema, é de salientar que a questão pior avaliada foi a relacionada com a implementação da estratégia i4.0. Especificamente, foi perguntado às empresas “Como descreve o nível de implementação da estratégia i4.0 na sua empresa?” A este respeito, 34% referiram que não existe uma estratégia implementada e 17% que existem apenas iniciativas do tipo piloto. Ao contrário, 30% indicaram que a estratégia está em desenvolvimento, 4% que está formulada, 12% que está a ser implementada e apenas 2% referiram já ter uma estratégia implementada (ver Tabela 4.5).

Tabela 4.5 Grau de implementação da estratégia i4.0 das empresas da amostra

Como descreve o nível de implementação da estratégia i4.0 na sua empresa?	
Resposta	%
Não existe estratégia	34%
Foram lançadas algumas iniciativas piloto	17%
A estratégia está em desenvolvimento	30%
A estratégia está formulada	4%
A estratégia está em implementação	12%
A estratégia está implementada.	2%

Relativamente ao tema forte desta dimensão, ou seja, a gestão da inovação, foi pedido às empresas que respondessem à seguinte pergunta: “Em que áreas da empresa existe uma gestão sistemática da tecnologia e da inovação?” Em resposta, 168 referiram ter uma gestão centralizada, enquanto 183 referiram tê-la na área do desenvolvimento de produtos, 111 na área dos serviços, 217 na área das tecnologias de informação e 220 na área das tecnologias de produção (ver Tabela 4.6). Contudo, 148 empresas (ou seja, 26% do total) declararam não ter uma gestão sistemática da tecnologia e da inovação.

Tabela 4.6 Áreas de gestão da inovação das empresas da amostra

Em que áreas da empresa existe uma gestão sistemática da tecnologia e inovação?	
Resposta	Número
Não possuímos	148
Centralizada, em gestão integrada	168
Desenvolvimento de Produto	183
Serviços	111
TI – Tecnologias da Informação	217
Tecnologias da Produção	220

Em resumo, os resultados desta dimensão sugerem que, em geral, a maioria das empresas teria adotado a tecnologia e a gestão baseada em dados em algumas das suas áreas de operação. Sugerem também a existência de iniciativas significativas no domínio do investimento digital, com uma maioria de empresas situadas no nível “experiente”. No entanto, é provável que estes esforços não estejam a ser plenamente explorados, uma vez que existem deficiências na definição da direção estratégica da transformação digital.

4.2.1.2 Análise setorial

À escala industrial, os resultados mostram que os setores Automóvel e Moldes, para além de líderes globais, são também líderes na dimensão Estratégia e Organização. O setor Moldes destaca-se ainda pela ausência de empresas “sem competências” e, por sua vez, por ter 36% de empresas com níveis de “experiente” ou “especialista”. No reverso da medalha estão os setores Metalomecânica, Agroalimentar e Aeronáutica, onde o nível “sem competências” representa mais do 45% das empresas, sendo o predominante. Nestes três setores, na prática, a percentagem das empresas de nível “especialista” seria

nula. Em todo o caso, mesmo no setor mais bem classificado, ou seja, o setor dos Moldes, a empresa típica não atingiria o nível de maturidade intermédio i4.0.

Tabela 4.7 Maturidade digital na Estratégia e Organização por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Moldes	1,82	0%	64%	0%	27%	9%	0%
Automóvel	1,78	7%	44%	19%	22%	7%	0%
Vidro	1,43	14%	29%	57%	0%	0%	0%
Têxtil	1,23	23%	50%	9%	18%	0%	0%
Calçado	1,13	31%	44%	16%	0%	9%	0%
Turismo	1,09	32%	40%	15%	13%	0%	0%
Cerâmica	0,82	26%	69%	3%	3%	0%	0%
Pedra	0,78	43%	49%	0%	3%	5%	0%
Metalomecânica	0,75	46%	39%	9%	6%	0%	0%
Agroalimentar	0,57	59%	29%	8%	4%	0%	0%
Aeronáutica	0,50	50%	50%	0%	0%	0%	0%

A Tabela 4.8 apresenta a classificação média por tema em cada um dos setores priorizados. Em primeiro lugar, verifica-se que os setores Automóvel e Moldes têm uma classificação relativamente mais elevada nos três temas da dimensão Estratégia e Organização, exceto no caso da Gestão da Inovação, em que o setor Moldes é ultrapassado pelas indústrias Calçado e Têxtil. Estes dois últimos setores, todavia, também obtiveram avaliações relativamente elevadas no tema Investimentos, no entanto, a classificação global da dimensão, em ambos os casos, é afetada por um desempenho relativamente baixo na área da implementação da estratégia i4.0. Além disso, verifica-se que apenas os setores Automóvel e Moldes obtiveram uma classificação média superior a 2 (atingindo o nível “intermédio”) no tema Estratégia. Finalmente, observa-se que 5 dos 11 setores priorizados (i.e. Aeronáutica, Agroalimentar, Cerâmica, Metalomecânica e Pedra) não ultrapassariam o valor médio de 1 (i.e., o mínimo para atingir o nível “iniciado”).

Tabela 4.8 Maturidade digital média por tema e setor - Estratégia e Organização

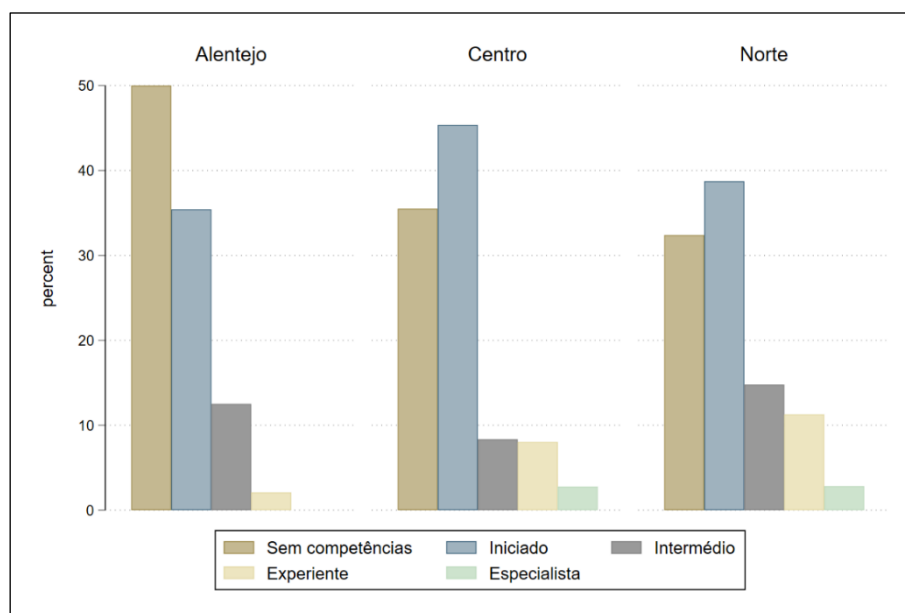
Setor	Estratégia	Investimentos	Gestão da inovação
Aeronáutica	0,50	2,50	2,50
Agroalimentar	0,59	1,71	3,49
Automóvel	2,15	2,63	4,11
Calçado	1,13	2,34	4,13
Cerâmica	0,85	2,08	3,46
Metalomecânica	0,84	2,18	3,76
Moldes	2,00	2,73	3,91
Pedra	0,97	2,46	3,05
Turismo	1,47	2,08	3,21
Têxtil	1,50	2,27	4,11
Vidro	1,71	2,57	3,71

Em geral, confirma-se que as empresas de todos os setores se concentraram mais na implementação de investimentos digitais e na gestão da inovação, embora com uma orientação estratégica deficiente ou mesmo inexistente.

4.2.1.3 Análise regional

A Figura 4.13 revela que as assimetrias regionais também se reproduzem nesta dimensão da maturidade digital. Em particular, observa-se uma maior proporção de níveis “intermédio” e “experiente” na região Norte, por comparação com as regiões Centro e Alentejo. Por outro lado, os resultados mostram que o nível “sem competências” é predominante no Alentejo (com 50%), enquanto nas regiões Centro e Norte é o nível “iniciado” (com 45,4% e 38,7%, respetivamente). De referir ainda que apenas existem empresas de nível “especialista” nas regiões Centro e Norte. Assim, a média na região Norte foi de 1,13, enquanto no Centro foi de 0,97 e no Alentejo de 0,67. Em todo o caso, as três regiões replicam o padrão nacional com um nível incipiente de maturidade i4.0 na área da Estratégia e Organização.

Figura 4.13 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Estratégia e Organização



Do mesmo modo, os resultados apresentados na Tabela 4.9 confirmam as disparidades regionais em todos os temas da dimensão Estratégia e Organização. Especificamente, a região Norte volta a destacar-se, apresentando uma média de maturidade digital mais elevada em todos os temas desta dimensão. Pelo contrário, a região do Alentejo fica aquém, obtendo sempre a classificação menos favorável. Fazendo eco do panorama nacional e setorial, o estudo reforça a constatação de que as empresas apresentam carências significativas no que respeita à implementação da estratégia i4.0. No entanto, nas três regiões, o tema com melhor desempenho é a gestão baseada em tecnologia e nos dados.

Tabela 4.9 Maturidade digital média por tema e região – Estratégia e Organização

Região	Estratégia	Investimentos	Gestão da inovação
Alentejo	0,88	1,71	3,10
Centro	1,09	2,19	3,62
Norte	1,39	2,41	4,00

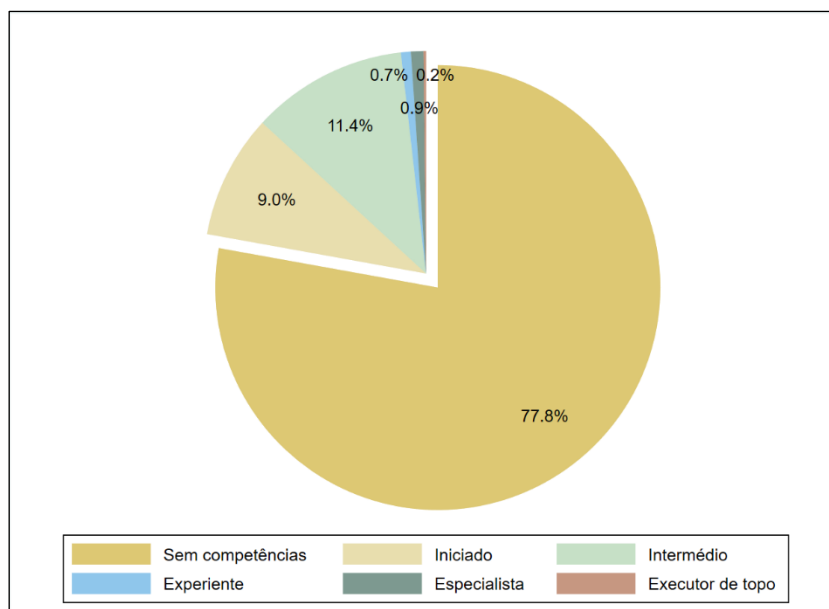
4.2.2 Infraestrutura Inteligente

4.2.2.1 Análise nacional

A nível nacional, setorial e regional, o estudo sugere que a principal lacuna das empresas portuguesas no contexto da transformação digital reside na dimensão “Infraestrutura Inteligente”. Uma transformação digital efetiva passa pela melhoria da eficiência empresarial através da automatização e digitalização dos processos de produção e distribuição. Isto, por sua vez, requer uma infraestrutura tecnológica robusta capaz de lidar e processar volumes significativos de dados a alta velocidade (Hanelt et al., 2021; Verhoef et al., 2021). Assim, o aumento da maturidade digital no domínio da implementação de infraestruturas inteligentes torna-se um dos principais desafios para o setor empresarial português.

A Figura 4.14 fornece uma compreensão mais profunda desta questão. Nomeadamente, mostra que 78% das empresas estavam no nível “sem competências”. Por outro lado, a soma dos níveis “experiente”, “especialista” e “executor do topo” não excede 2% do total da amostra. Por fim, os restantes 20% dividem-se entre os níveis “iniciado” e “intermédio”, representando 9% e 11,4%, respetivamente.

Figura 4.14 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Infraestrutura Inteligente



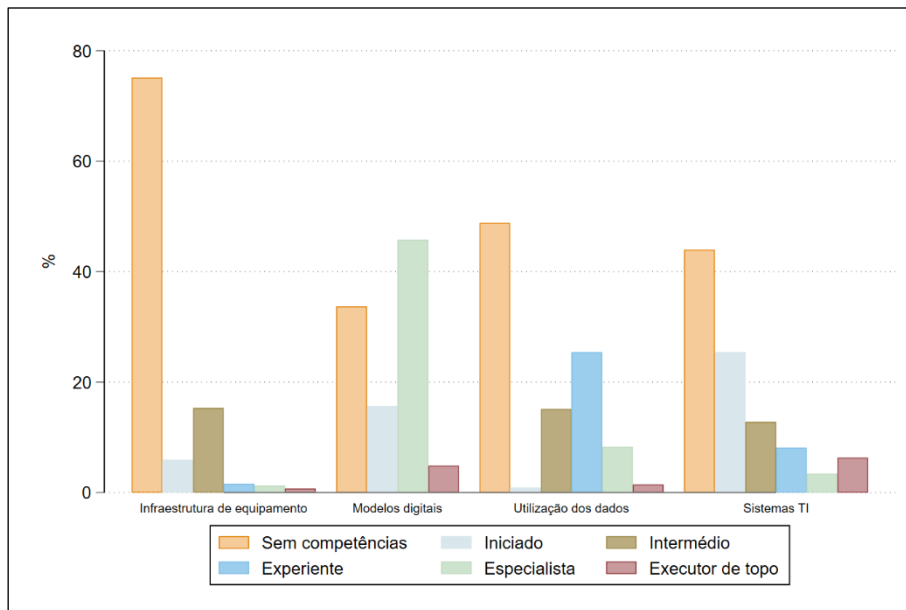
Como sugere a análise dos temas subjacentes, o fraco desempenho das empresas portuguesas nesta dimensão da maturidade digital estaria condicionado pela baixa classificação obtida no tema Infraestrutura de equipamento. Em particular, como se pode verificar na Tabela 4.10, a média deste tema foi de apenas 0,5, um valor notavelmente baixo e significativamente inferior às médias obtidas nos temas Modelos digitais, Utilização dos dados e Sistemas TI, que atingiram valores de 2,23, 1,48 e 1,21, respetivamente. A Figura 4.15 reforça esta conclusão ao mostrar que mais de 75% das empresas inquiridas não teriam competências digitais em relação à Infraestrutura de equipamento.

Em contrapartida, as estimativas sugerem que foram feitos progressos significativos na adoção de modelos digitais. Especificamente, 46% das empresas demonstrariam competências ao nível de “especialista”, enquanto 5% atingiriam o nível de “executor do topo”. Apesar disso, é crucial notar que cerca de 34% das empresas foram classificadas no nível “sem competências” neste tema, o que indica uma polarização acentuada entre empresas de alto e baixo desempenho em termos da utilização de modelos digitais. Nos outros temas desta dimensão, nomeadamente Utilização dos dados e Sistemas TI, o nível “sem competências” também é dominante. No entanto, é de salientar a participação de 25% das empresas no nível “experiente” e 8% no nível “especialista” na área da Utilização dos dados.

Tabela 4.10 Avaliação da maturidade do i4.0 por tema - Infraestrutura Inteligente

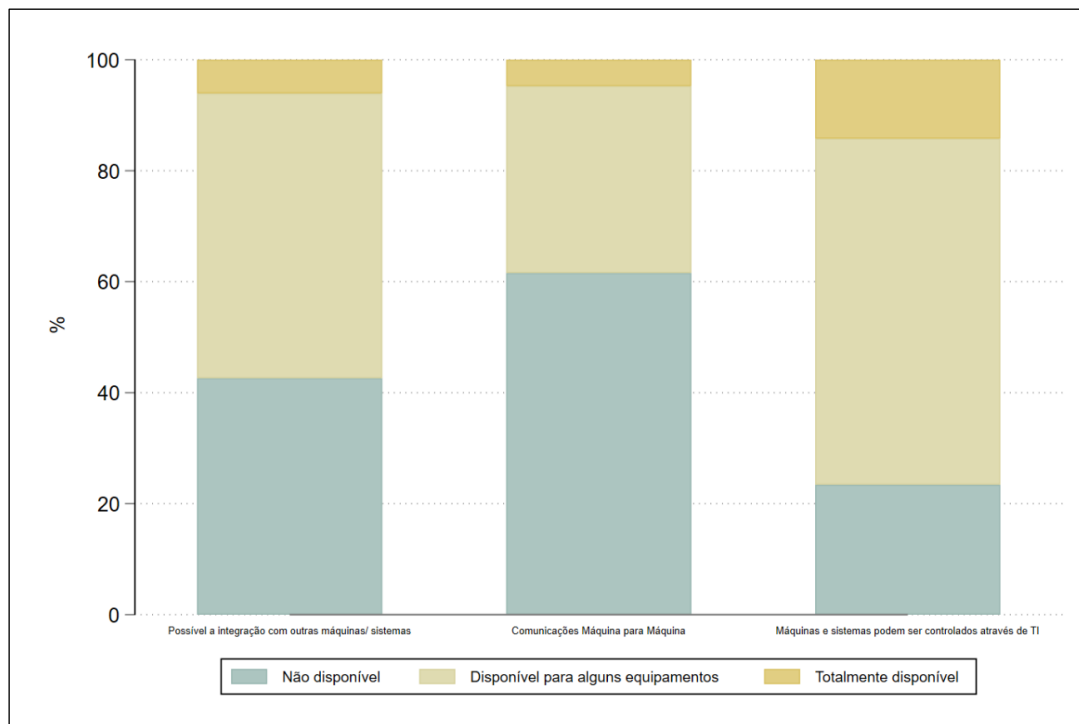
Tema	Média*	Min	Max
Infraestrutura de equipamento	0,50	0,00	5,00
Modelos digitais	2,23	0,00	5,00
Utilização dos dados	1,48	0,00	5,00
Sistemas TI	1,21	0,00	5,00

Figura 4.15 Distribuição dos níveis de maturidade i4.0 por tema - Infraestrutura Inteligente



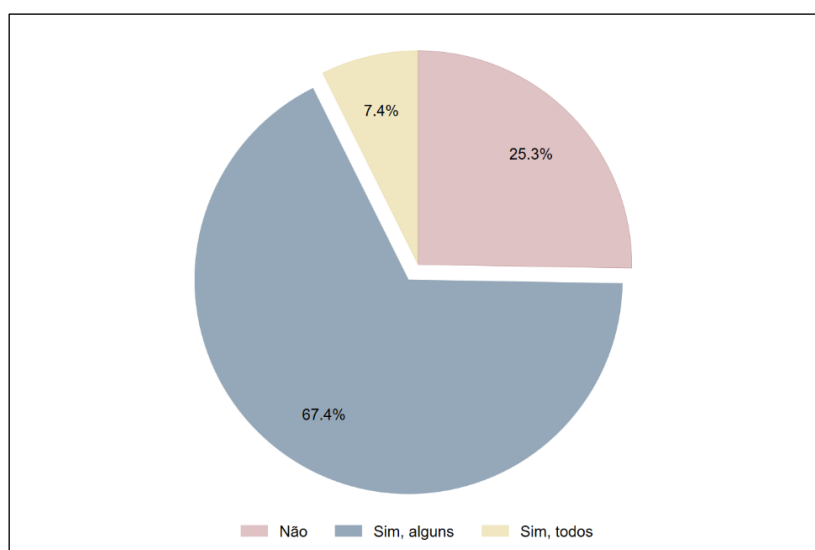
Para compreender mais detalhadamente o débil desempenho no tema Infraestrutura de equipamento, o gráfico seguinte apresenta o resumo das respostas dadas pelas empresas à questão “Como avalia as funcionalidades da infraestrutura de hardware na sua empresa?” Esta questão foi abordada em termos de três aspetos: i) a capacidade de integração e colaboração com outras máquinas ou sistemas, ii) a presença de comunicações máquina-a-máquina e iii) a capacidade de controlo de máquinas e sistemas através de tecnologias de informação. Para cada um destes elementos, as opções de escolha eram: “Não disponível”, “Disponível para alguns equipamentos” e “Totalmente disponível”. Assim, conforme evidenciado na Figura 4.16, cerca de 43% das empresas referiram a indisponibilidade de infraestruturas de hardware para integração e colaboração com outras máquinas ou sistemas, 62% para comunicações máquina-a-máquina e 23% para controlo informático de máquinas e sistemas. Em contraste, 6%, 5% e 14% das empresas referiram a disponibilidade total de tais infraestruturas nos mesmos itens de avaliação (correspondência um-para-um).

Figura 4.16 Disponibilidade de funcionalidades de hardware



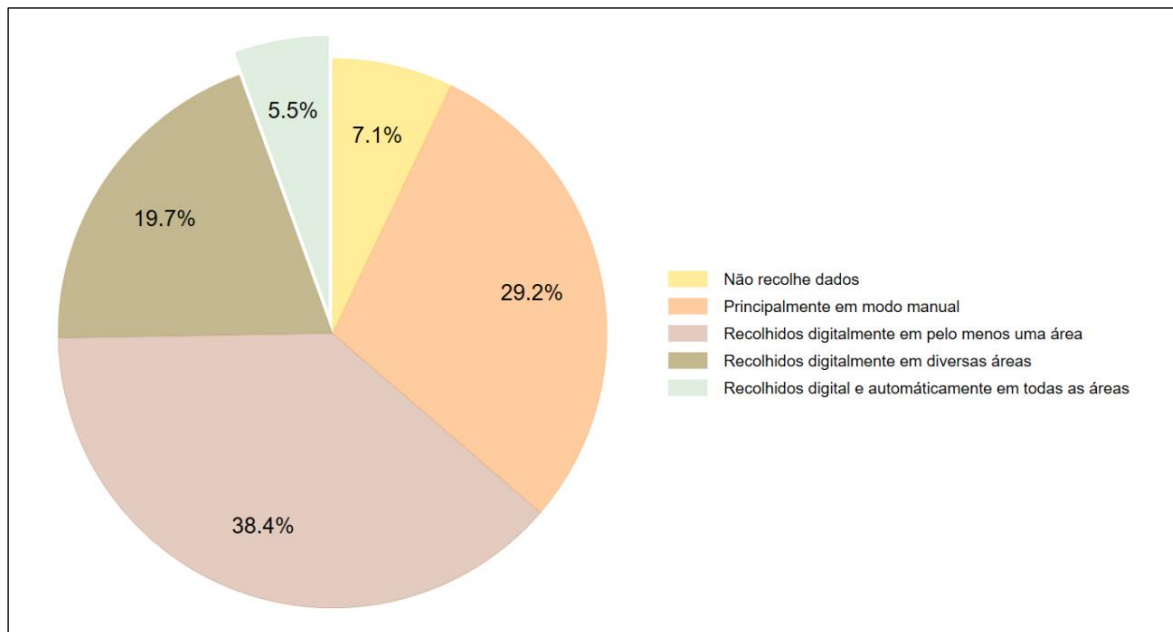
Relativamente à recolha de dados para modelos digitais, ou seja, o tema mais proeminente da dimensão, a pergunta era: “A digitalização de equipamentos/processos torna possível criar um modelo digital da infraestrutura. A sua empresa já recolhe dados dos equipamentos e dos processos?” Em resposta, apenas 25,3% indicaram que não recolhem dados, enquanto 67,4% recolhem dados sobre alguns dos seus equipamentos e processos e os restantes 7,4% recolhem dados sobre todos os seus equipamentos e processos. Esta tendência explica o desempenho favorável das empresas neste indicador.

Figura 4.17 Recolha de dados de equipamentos e processos



No que diz respeito ao tema Utilização dos dados, é importante notar que apenas 7% das empresas inquiridas mencionaram não recolher quaisquer dados. Em contrapartida, cerca de 38% referiram recolher digitalmente dados relevantes em pelo menos uma área, 20% recolhem todos os dados digitalmente em várias áreas e quase 6% recolhem todos os dados digitalmente em todas as áreas. Porém, 29% referiram recolher dados manualmente.

Figura 4.18 Formas de recolha de dados



Por outro lado, em média, as empresas utilizam estes dados para melhorar a eficiência de vários processos, mostrando uma tendência para melhorar a gestão da qualidade, a transparência dos processos e a otimização logística e da produção (ver Tabela 4.11). Por último, um grupo de 99 empresas (cerca de 18% da amostra) utiliza os dados recolhidos em tempo real para obter um controlo automático das suas operações.

Tabela 4.11 Utilização dos dados recolhidos

<i>Qual a utilização que faz dos dados recolhidos?</i>	
Resposta	Número
Não utiliza dados	37
Gestão da qualidade	268
Manutenção preditiva	82
Criar transparência dos processos	202
Otimização do processo logístico	198
Otimização do consumo de recursos	214
Controlo automático de processos (uso de dados em tempo real)	99

Por último, é importante referir que 68 empresas declararam não utilizar sistemas TI. Entre as empresas que os utilizam, estima-se uma média de 2 sistemas por empresa. Nesta categoria, as alternativas mais escolhidas são o “Enterprise Resource Planning” (com 242 menções) e o “Computer-Aided Design” (com 181 menções).⁷

Em suma, o baixo desempenho na dimensão Infraestrutura Inteligente, que ocupa a posição mais baixa entre as seis dimensões avaliadas, pode ser atribuído, em grande medida, à insuficiente transformação digital da Infraestrutura de equipamento. Neste domínio, um número considerável de empresas referiu uma falta de competências em termos de hardware, especialmente em termos de integração com outras máquinas e sistemas, bem como de comunicações máquina-a-máquina. Esta avaliação desfavorável contrasta com a classificação relativamente positiva obtida na implementação de modelos digitais e na recolha e utilização de dados nas operações de produção e distribuição. No entanto, mesmo nestas duas áreas, existem assimetrias significativas entre empresas, coexistindo um número não desprezível de empresas com elevado desempenho e um número muito elevado de empresas com deficiências nestas áreas.

⁷ É importante notar que, uma vez que cada empresa podia escolher mais do que uma opção, o número total de respostas excede o número total de empresas na amostra.

4.2.2.2 Análise setorial

Como se referiu, os resultados preliminares apresentados no início desta secção mostraram que a dimensão Infraestrutura Inteligente foi a que teve pior desempenho médio a nível setorial. A análise que se segue permitirá caracterizar as diferenças inter e intraindustriais, bem como detetar as áreas (temas) que condicionam esta baixa classificação.

Nesse sentido, a Tabela 4.12 confirma que a incipiente transformação digital na área das Infraestruturas inteligentes é uma deficiência que caracteriza todas as indústrias priorizadas pelo estudo. De facto, mesmo nos setores com a melhor classificação média, ou seja, Moldes e Vidro, a empresa típica mal atingiria o nível de “iniciado”. Estes dois setores caracterizam-se igualmente por empresas, no máximo, no nível “intermédio”. Excetuando estes dois casos, em todos os setores, a classificação média não ultrapassaria o valor de 1 e a proporção de empresas “sem competências” seria superior a metade. Finalmente, no fundo da classificação, encontram-se os setores Cerâmica, Turismo e Aeronáutica, com médias quase nulas e uma presença de mais de 85% de empresas “sem competências”.

Tabela 4.12 Maturidade digital da Infraestrutura Inteligente por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Moldes	1,18	27,3%	27,3%	45,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Vidro	1,00	28,6%	42,9%	28,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Automóvel	0,89	55,6%	7,4%	29,6%	7,4%	0,0%	0,0%
Têxtil	0,66	65,9%	11,4%	18,2%	0,0%	4,5%	0,0%
Calçado	0,41	78,1%	3,1%	18,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Pedra	0,41	81,1%	5,4%	10,8%	0,0%	0,0%	2,7%
Metalomecânica	0,32	76,3%	15,1%	8,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Agroalimentar	0,29	83,7%	6,1%	8,2%	2,0%	0,0%	0,0%
Cerâmica	0,15	87,2%	10,3%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Turismo	0,08	97,3%	0,0%	1,3%	0,0%	1,3%	0,0%
Aeronáutica	0,00	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Em seguida, os resultados médios para os diferentes temas confirmam que a área com o desempenho mais baixo nesta dimensão é a relacionada com a Infraestrutura de equipamentos, enquanto a que tem a avaliação mais favorável é Modelos digitais, seguida

de Utilização dos dados (ver Tabela 4.13). No que se refere ao tema com a classificação mais baixa, observa-se que as empresas típicas de todas as indústrias não demonstrariam competências digitais significativas (ou seja, obtiveram médias inferiores a 1), com exceção dos setores Vidro, Moldes e Automóvel, em cujos casos o nível correspondente mal estaria na categoria de “iniciado”. Em contraste, no tema mais bem classificado, cinco dos onze setores priorizados obteriam classificações médias acima de 3 (ou seja, no nível experiente), e dois deles estariam próximos do valor 4 (ou seja, no nível especialista).

Tabela 4.13 Maturidade digital média por tema e setor - Infraestrutura Inteligentes

Setor	Modelos digitais	Infraestrutura de equipamento	Utilização dos dados	Sistemas TI
Vidro	3,71	1,43	3,00	1,71
Moldes	3,73	1,27	2,36	1,91
Automóvel	3,11	1,11	2,33	2,30
Têxtil	3,16	0,80	2,45	2,05
Pedra	2,30	0,57	1,65	1,14
Calçado	3,06	0,47	2,00	1,84
Agroalimentar	2,08	0,45	1,20	1,04
Metalomecânica	1,89	0,43	1,09	1,11
Cerâmica	2,54	0,21	1,51	1,26
Turismo	1,72	0,15	1,13	0,40
Aeronáutica	2,00	0,00	2,00	0,50

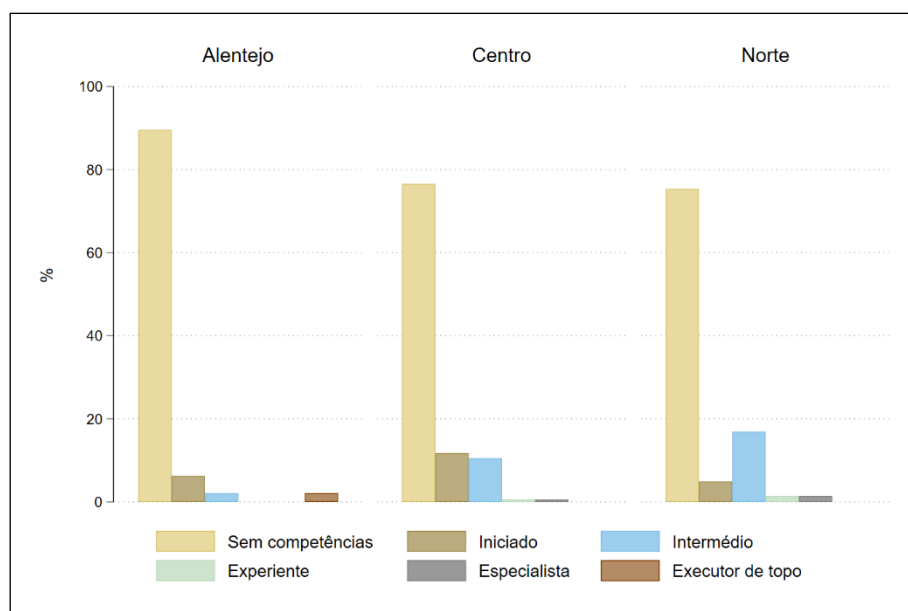
Em poucas palavras, as estatísticas a nível setorial confirmam que as empresas têm feito esforços significativos para recolher e utilizar dados dos seus equipamentos e processos, a fim de melhorar os processos produtivos e logísticos. No entanto, existe ainda uma notória carência ao nível das infraestruturas de equipamentos, o que afeta negativamente o processo de digitalização das empresas portuguesas rumo à criação de infraestruturas totalmente inteligentes.

4.2.2.3 Análise regional

No que diz respeito aos níveis de maturidade da i4.0 por região, emergem três conclusões críticas. Em primeiro lugar, a transformação digital na área das infraestruturas

inteligentes é estruturalmente inexistente nas três regiões priorizadas, nomeadamente Alentejo, Centro e Norte. Nos três casos, a proporção de empresas “sem competências” ultrapassa o 75% (ver Figura 4.19). Em segundo lugar, dentro deste baixo desempenho, a região Norte é a melhor classificada, caracterizada por uma presença considerável de empresas de nível intermédio. Em terceiro lugar, a região com pior desempenho continua a ser o Alentejo, onde a proporção de empresas sem competências digitais é de quase 90%. No entanto, esta região destaca-se pela presença de empresas de nível “executor do topo”, as quais estão ausentes nas outras duas regiões.

Figura 4.19 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Infraestrutura Inteligente



A Tabela 4.14, por outro lado, mostra que os padrões nacionais e regionais se replicam ao nível dos temas que compõem a dimensão Infraestrutura Inteligente. Ou seja, por um lado, observa-se que, tanto no Alentejo como no Centro e no Norte, a área com pior desempenho é Infraestrutura de Equipamentos, enquanto a melhor classificada é Modelos Digitais. Aqui, é importante notar que a empresa típica nas três regiões está classificada no nível “sem competências”. Por outro lado, os resultados confirmam a existência de acentuadas assimetrias regionais, com a região Norte a apresentar competências digitais mais elevadas nos quatro temas subjacentes a esta dimensão. Em todos os casos, a empresa típica do Norte obteve uma classificação média entre 2 a 3 vezes superior à obtida pelas empresas do Alentejo, por exemplo.

Tabela 4.14 Maturidade digital média por tema e região - Infraestrutura Inteligente

Região	Modelos digitais	Infraestrutura de equipamento	Utilização dos dados	Sistemas TI
Alentejo	1,50	0,29	0,77	0,48
Centro	2,08	0,49	1,37	1,21
Norte	3,07	0,59	2,13	1,62

4.2.3 Operações Inteligentes

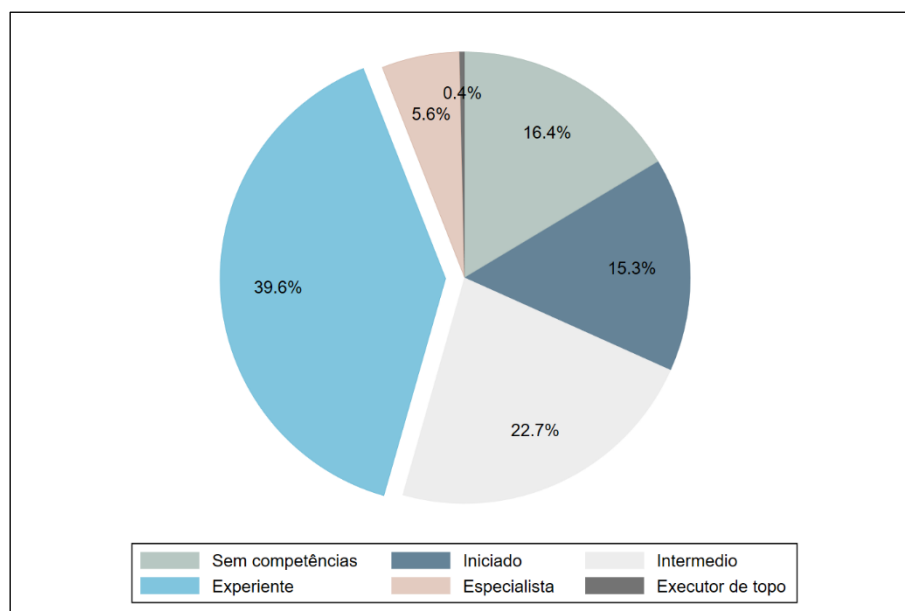
4.2.3.1 Análise nacional

Uma das principais vantagens que acompanha a Indústria 4.0, graças à aplicação de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), serviços baseados na nuvem, análise de *Big Data*, entre outras, é a capacidade de gerir sistemas que interconectam ativos físicos e capacidades computacionais, a fim de gerar sistemas de produção e distribuição autónomos (Frank et al., 2019; Lee et al., 2015; S. Wang, Wan, Zhang, et al., 2016). Assim, os requisitos técnicos para o planeamento de processos autorregulados são designados por Operações Inteligentes. Espera-se que a implementação de tais processos gere resultados positivos, aumentando a produtividade, a eficiência energética, a transparência, a rentabilidade e a flexibilidade operacional (S. Wang, Wan, Li, et al., 2016). Além disso, os processos inteligentes e autónomos conduzem à substituição de tarefas de rotina, permitindo que os trabalhadores dediquem o seu tempo a tarefas mais criativas. Assim, os processos de produção digital intensiva, e as reduções de custos daí resultantes, desempenham um papel fundamental na dinâmica de entrada, crescimento e sobrevivência das empresas (Dosi & Nelson, 2010).

Como salientado no início desta secção, com uma média de 2,04, uma das dimensões em que as empresas apresentam melhor desempenho médio é precisamente a das Operações Inteligentes. A Figura 4.20 explica mais detalhadamente este resultado, mostrando que, nesta dimensão, cerca de 40% das empresas apresentam competências digitais no nível “experiente”, seguidas de 23% das empresas no nível “intermédio”. De referir ainda que apenas 16% das empresas não têm competências digitais e 15% estão na categoria “iniciado”. Finalmente, em contraste com as dimensões Estratégia e Organização e

Infraestrutura Inteligente, cerca de 6% das empresas estão classificadas no nível “especialista”, enquanto 0,4% atingem o nível “executor do topo”.

Figura 4.20 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Operações Inteligentes



Por seu lado, os resultados apresentados na Tabela 4.15 revelam que, em média, as empresas obtiveram uma pontuação favorável em todos os temas desta dimensão. De facto, com exceção da partilha de informação, cujo valor médio foi de 2,58, a pontuação média ultrapassaria o valor de 3 em todos os casos. No que respeita ao tema mais pontuado, a utilização de serviços em nuvem (i.e., cloud), uma empresa típica mostraria uma forte propensão para atingir o nível “especialista”.

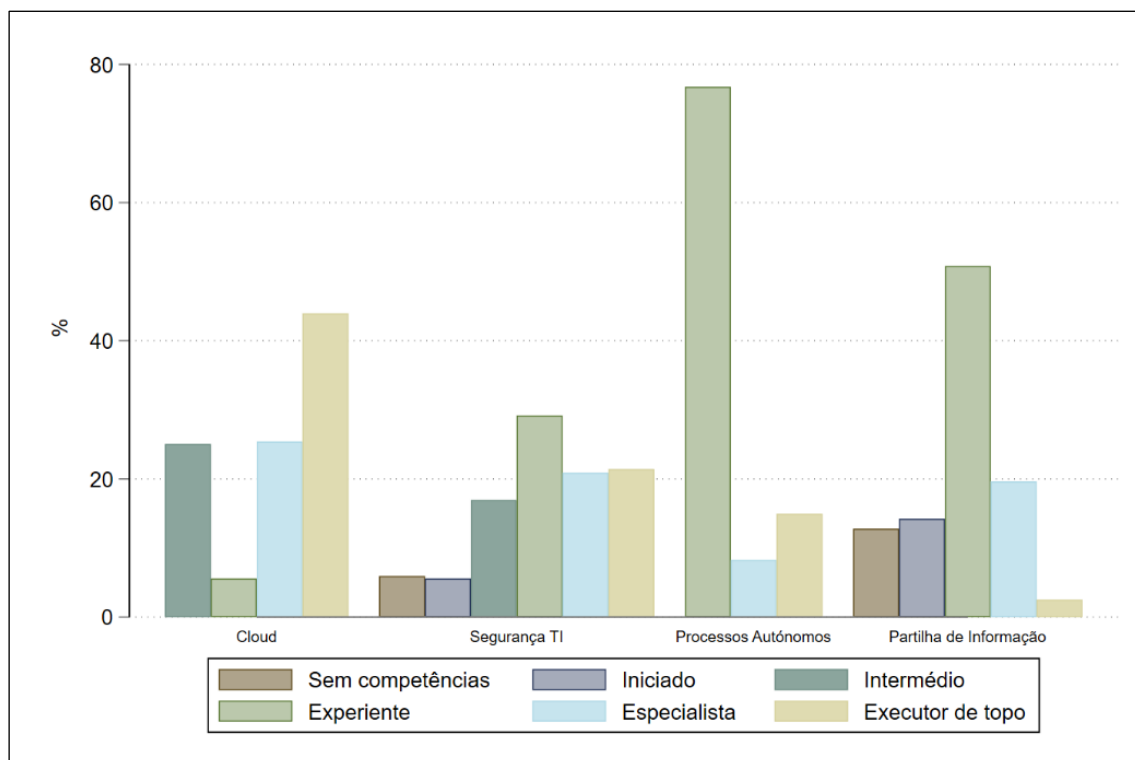
Por sua vez, na distribuição por nível de maturidade i4.0, as conclusões por tema são as seguintes. Em primeiro lugar, no tema utilização da nuvem, o que obteve a melhor pontuação média, mais de 40% das empresas foram colocadas na categoria “executor do topo” e cerca de 25% no nível “especialista”, não havendo empresas classificadas nos níveis “sem competências” e “iniciado”. Em segundo lugar, no tema processos autónomos, o segundo melhor avaliado, quase 77% das empresas foram classificadas no nível “experiente” (sendo este o nível mínimo observado), 8% no nível “especialista” e 15% no nível “executor do topo”. Em terceiro lugar, no tema Segurança TI, o terceiro classificado, já existiam empresas com níveis “sem competências” e “iniciado”, embora em proporções muito reduzidas (em ambos os casos, cerca de 6%). Aqui, mais de 70% foram

classificadas nas categorias “experiente” (29%), “especialista” (21%) e “executor do topo” (21%). Por último, no tema com o pior desempenho, partilha de informação, é evidente uma maior proporção de empresas quer de nível "sem competência" quer de nível "iniciado" com percentagens de 13% e 14%, respetivamente. No entanto, mesmo neste tema, mais de 70% das empresas foram classificadas nos três níveis mais elevados de maturidade digital (sendo o nível “experiente” o predominante, com uma percentagem de mais de 50%).

Tabela 4.15 Avaliação da maturidade i4.0 por tema - Operações Inteligentes

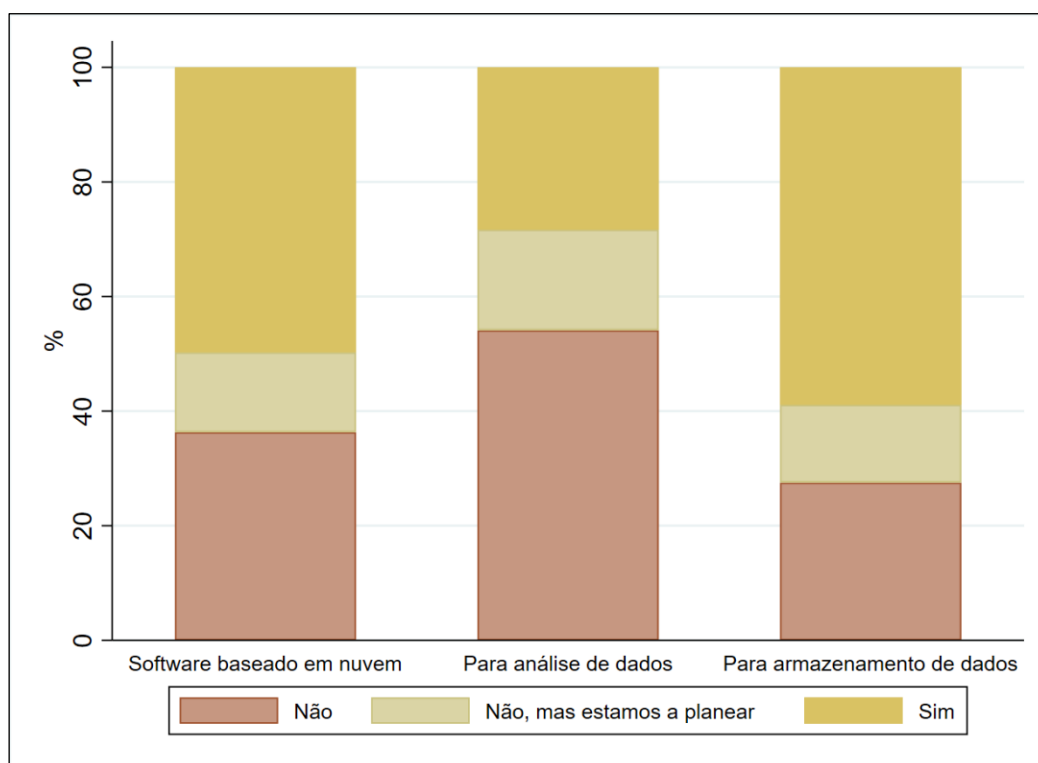
Tema	Média*	Min	Max
Cloud	3,88	2	5
Segurança TI	3,18	0	5
Processos Autónomos	3,38	3	5
Partilha de Informação	2,58	0	5

Figura 4.21 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 por tema - Operações Inteligentes



Tendo em conta estes resultados, é fundamental identificar os elementos comuns que explicam a avaliação observada nos temas com as pontuações mais elevadas e mais baixas. Começando pelo tema Cloud, as empresas foram questionadas sobre a sua utilização de serviços de nuvem para três processos inter-relacionados: i) software baseado em nuvem, ii) análise de dados e iii) armazenamento de dados. Como mostra a Figura 4.22, 50% confirmaram a utilização de software baseado na nuvem e cerca de 60% utilizaram a nuvem para armazenamento de dados. No entanto, apenas 28% utilizaram-na para a análise de dados. Neste último caso, mais de 54% declararam, todavia, que não utilizam serviços de nuvem. As empresas que declararam não utilizar serviços de nuvem foram solicitadas a detalhar as razões subjacentes. Neste contexto, 37% mencionaram os custos associados, 36% referiram preocupações com a segurança, 6% citaram a falta de regulamentação e 21% atribuíram a sua escolha à falta de conhecimento.

Figura 4.22 Utilização de serviços em nuvem



Relativamente aos processos autónomos, a avaliação deste tema foi condicionada por duas questões: i) “Na sua empresa já se observam casos de controlo autónomo?”, e ii) “Na sua empresa existem processos que sejam reativos e reajustáveis, em tempo útil, a alterações nas condições operacionais?” Como se pode verificar na Tabela 4.16, 71% responderam negativamente à primeira questão, enquanto 56% deram uma resposta

semelhante à segunda pergunta. É importante notar que, em ambos os casos, se pode observar que a maioria das empresas que responderam afirmativamente apenas implementaram tais processos em áreas específicas. Por fim, apenas 2% das empresas conseguiram estabelecer processos autónomos que abrangem todas as áreas de atuação, enquanto 8% implementaram processos reativos e reajustáveis de forma transversal.

Tabela 4.16 Implementação de processos autónomos, reativos e reajustáveis

Resposta	Na sua empresa já se observam casos de controlo autónomo?	Na sua empresa existem processos que sejam reativos e reajustáveis, em tempo útil, a alterações nas condições operacionais?
Não	71%	56%
Sim, mas só em teste e fase piloto	8%	11%
Sim, mas só em áreas selecionadas	19%	25%
Sim, através de toda a empresa	2%	8%

Relativamente ao tema menos pontuado, Partilha de Informação, foi pedido às empresas que indicassem as áreas em que a informação, tanto interna (partilhada entre diferentes áreas) como externa (partilhada com clientes ou fornecedores), está integrada no sistema central. Os resultados destas questões são apresentados na Tabela 4.17. No que se refere à informação interna, das 555 empresas da amostra, 71 delas (equivalente a 13%) responderam que não possuem nenhuma área integrada. Por outro lado, no caso das informações externas, esse percentual aumenta consideravelmente para 53%. Em seguida, considerando que cada empresa tinha a opção de selecionar múltiplas áreas, fica evidente que, em ambos os casos, a área mais integrada com o sistema central é a de vendas, seguida por compras, contabilidade, logística e produção. No entanto, os resultados também revelam que a integração da área de serviços é menos comum, para não mencionar as áreas de Tecnologia da Informação e Investigação e Desenvolvimento, onde a integração com o sistema central é muito incomum.

Tabela 4.17 Integração da informação das áreas operacionais com o sistema central

Resposta	Que informação interna, partilhada entre áreas operacionais, está integrada no sistema central?	Que informação partilhada com o exterior, clientes e/ou fornecedores, está integrada no sistema central?
Nenhuma	71	293
Finanças/Accounting	289	77
Vendas	349	143
Compras	289	89
Logística/Distribuição	225	81
Serviços	131	73
Produção/Fabricação	321	77
TI	152	36
Investigação & Desenvolvimento	121	31

Em resumo, o estudo mostra que as empresas portuguesas têm feito esforços significativos na sua evolução digital para a implementação de Operações Inteligentes. Em particular, os resultados indicam que o nível predominante é “experiente”, e este desempenho favorável pode ser atribuído a uma utilização intensiva de serviços na nuvem e a uma implementação não negligenciável de processos autónomos em áreas específicas. No entanto, é importante notar que a principal utilização da nuvem se concentra no armazenamento de informações, enquanto a análise de dados na nuvem ainda se encontra numa fase incipiente. Por último, os dados recolhidos revelam que a integração da informação dos consumidores e dos fornecedores com o sistema central é ainda escassa, ao passo que a integração da informação, tanto interna como externa, dos departamentos de TI e de I&D é ainda muito rara.

4.2.3.2 Análise setorial

A análise setorial, apresentada na Tabela 4.18, indica que, em 6 das 10 indústrias priorizadas, a empresa típica apresentaria competências digitais de nível “intermédio”. Isto explica por que razão esta dimensão é a mais proeminente a nível setorial. Por outro lado, notamos que os setores Automóvel e Moldes ocupam novamente uma das três

primeiras posições na avaliação (primeira e terceira, respetivamente). No entanto, neste caso, destacam-se também a indústria Têxtil (segunda posição) e o setor do Calçado. Em seguida, os setores Metalomecânica e Cerâmica apresentam valores médios ainda superiores a 2, enquanto as restantes indústrias apresentam valores médios superiores a 1, mas inferiores a 2. Os setores Pedra e Aeronáutica apresentam a avaliação mais baixa. É relevante mencionar que apenas o setor Automóvel tem empresas classificadas como “executores do topo”, e em todos os casos, exceto no setor Aeronáutica, o nível predominante é “experiente”.

Tabela 4.18 Maturidade digital nas Operações Inteligentes por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Automóvel	2,56	15%	0%	22%	44%	15%	4%
Têxtil	2,50	7%	7%	23%	57%	7%	0%
Moldes	2,45	0%	18%	27%	45%	9%	0%
Calçado	2,41	9%	3%	34%	44%	9%	0%
Vidro	2,14	14%	14%	14%	57%	0%	0%
Metalomecânica	2,09	10%	14%	37%	38%	2%	0%
Cerâmica	2,08	8%	21%	28%	44%	0%	0%
Agroalimentar	1,92	20%	16%	20%	37%	6%	0%
Turismo	1,72	31%	16%	12%	33%	8%	0%
Pedra	1,70	30%	14%	14%	43%	0%	0%
Aeronáutica	1,50	0%	50%	50%	0%	0%	0%

A análise apresentada na Tabela 4.19 revela que nos temas Cloud e Processos Autónomos, todos os setores, em média, obtiveram pontuações acima de 3. Isto indica que, nestas áreas, a empresa representativa de todos os setores teria pelo menos um nível “experiente”. Especificamente, no tema Cloud, as classificações médias foram superiores a 4 nos setores Têxtil, Vidro e Turismo. No entanto, no tema Segurança TI, três dos onze setores (ou seja, Turismo, Pedra e Aeronáutica) obtiveram classificações médias inferiores a 3, mas superiores a 2. Quanto ao tema com pior desempenho, ou seja, Partilha de informação, apenas os setores Automóvel e Moldes conseguiram atingir o nível “experiente”.

Tabela 4.19 Maturidade digital média por tema e setor - Operações Inteligentes

Setor	Cloud	Segurança TI	Processos Autónomos	Partilha de Informação
Automóvel	3,962963	3,37037	3,592593	3,407407
Moldes	3,545455	3,545455	3,545455	3
Calçado	3,53125	3,78125	3,40625	2,9375
Têxtil	4,250	3,705	3,545	2,932
Metalomecânica	3,623656	3,290323	3,172043	2,709677
Vidro	4,000	3,286	3,000	2,571
Cerâmica	3,384615	2,923077	3,128205	2,487179
Agroalimentar	3,938776	3,265306	3,489796	2,265306
Turismo	4,453	2,813	3,480	2,213
Pedra	3,783784	2,891892	3,324324	2,162162
Aeronáutica	3,5	3	3	2

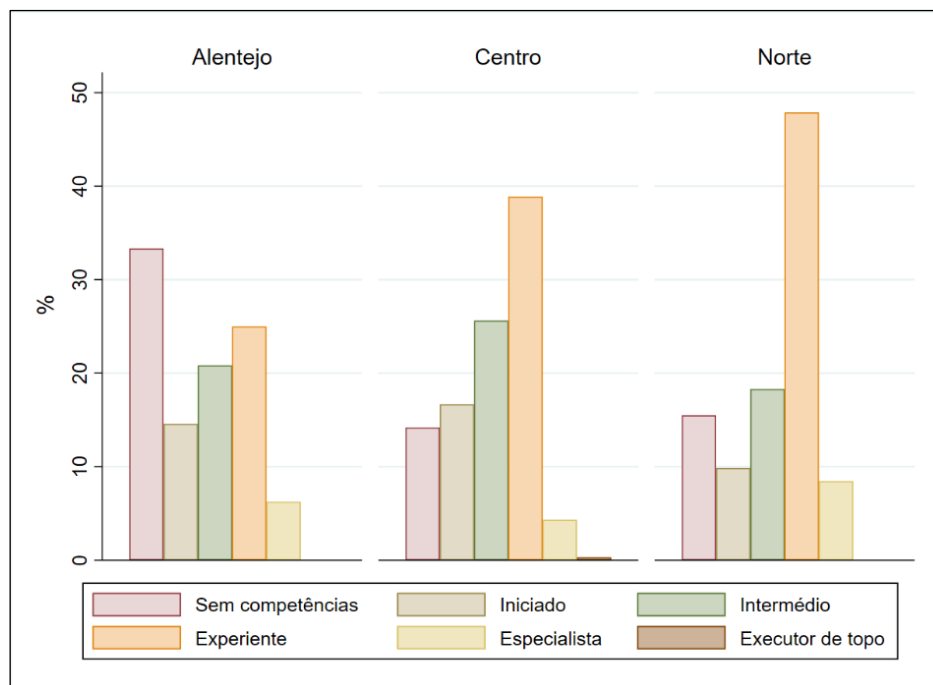
Em resumo, os resultados indicam que, em todos os setores, as empresas implementaram medidas eficazes para melhorar a maturidade digital na área das Operações Inteligentes. Os progressos mais notáveis foram observados nos temas Serviços em nuvem (i.e., Cloud) e Processos autónomos, enquanto a área mais atrasada é a Partilha de informação. Devido à importância que o modelo atribui aos valores mínimos, as indústrias com a melhor avaliação média são aquelas que obtiveram melhores avaliações nos temas com a classificação geral mais baixa. Finalmente, nesta dimensão, destaca-se a ausência de grandes assimetrias intersectoriais, em particular nos temas com melhor desempenho.

4.2.3.3 Análise regional

A nível regional, as estimativas confirmam a persistência de assimetrias territoriais na dimensão Operações Inteligentes. O Norte, a região com melhor desempenho, destaca-se por ter cerca de 50% das empresas no nível “experiente” e cerca de 10% no nível “especialista”. No caso da região Centro, o nível “experiente” também prevalece, embora a sua representatividade seja inferior a 40%, o que é compensado sobretudo por uma maior presença de empresas nos níveis “intermédio” e “iniciado”. No entanto, é de salientar que apenas nesta região existiriam empresas no nível “executor do topo”. Finalmente, no caso do Alentejo, o nível “sem competências”, com uma quota superior a

30%, regista a maior participação, seguido de uma proporção de cerca de 25% de empresas no nível “experiente” e de 20% no nível “intermédio”.

Figura 4.23 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Operações Inteligentes



Contudo, a avaliação média dos temas por região, apresentada na Tabela 4.20, revela que o débil desempenho da região do Alentejo se deve principalmente às suas pontuações mais baixas nas áreas da Segurança TI e da Partilha de Informação. Nos restantes temas, obteve pontuações muito semelhantes às das regiões Centro e Norte. Em contrapartida, a região Norte destaca-se por apresentar uma pontuação média mais elevada em todos os temas da dimensão Operações Inteligentes. Aliás, na área dos Serviços baseados na nuvem, é a única região a atingir uma pontuação média de 4. Por fim, é importante referir que o tema Partilha de informação é o que recebe a pontuação mais baixa em todas as regiões analisadas. Por conseguinte, este domínio deve ser objeto de maior prioridade para melhorar a maturidade digital das empresas nesta dimensão.

Tabela 4.20 Maturidade digital média por tema e região - Operações Inteligentes

Região	Cloud	Segurança TI	Processos Autónomos	Partilha de Informação
Alentejo	3,8125	2,416667	3,4375	2,020833
Centro	3,817901	3,141975	3,308642	2,604938
Norte	4,007042	3,535211	3,570423	2,732394

4.2.4 Produtos Inteligentes

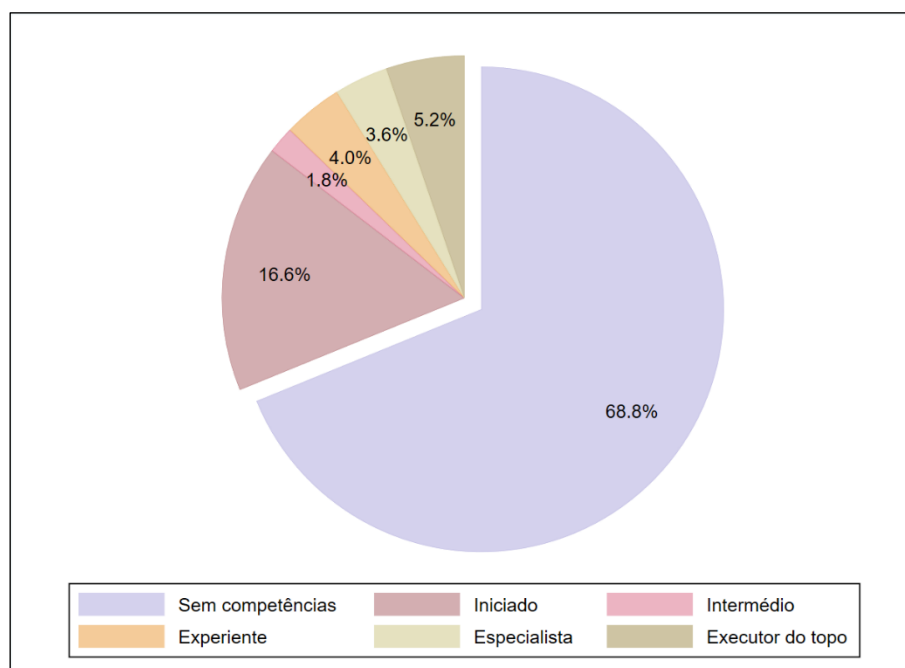
4.2.4.1 Análise nacional

O sucesso de uma empresa reside principalmente na sua capacidade de inovar, imitar e, em última instância, adaptar-se permanentemente a mercados turbulentos e em constante mudança (Lazonick, 2016; Teece, 2017). Esta capacidade de adaptação experimentou uma transformação radical com o advento da Indústria 4.0, pois permitiu que a produção de bens e serviços incorporasse componentes inteligentes, como sensores, microprocessadores ou software, e conectividade, através de portos ou antenas. Estes componentes permitem às empresas recolher informações contínuas sobre os seus processos críticos, incluindo o desenvolvimento de produtos, a fabricação, a logística, o marketing, as vendas e o serviço pós-venda (Frank et al., 2019; Hanelt et al., 2021). Através do processamento desta informação, os produtores podem obter dois benefícios significativos. Em primeiro lugar, podem melhorar a eficiência dos processos de produção e distribuição. Em segundo lugar, os Produtos Inteligentes podem fornecer dados de feedback que são úteis para o desenvolvimento de novos produtos (Tao, Cheng, et al., 2018) e melhorar a experiência do consumidor, oferecendo bens e serviços que correspondam melhor às suas preferências (Porter & Heppelmann, 2015).

Com uma média de 0,73, no entanto, a implementação de Produtos Inteligentes revela-se uma área ainda pouco explorada pelas empresas portuguesas. De facto, conforme ilustrado na Figura 4.24, cerca de 69% das empresas analisadas foram classificadas no nível “sem competências” e 17% no nível “iniciado”. Os níveis “intermédio”, “experiente” e “especialista” representam, no seu conjunto, apenas 9,4% do total. No entanto, é de notar que, a seguir aos Recursos Humanos (que analisaremos mais adiante), esta é a

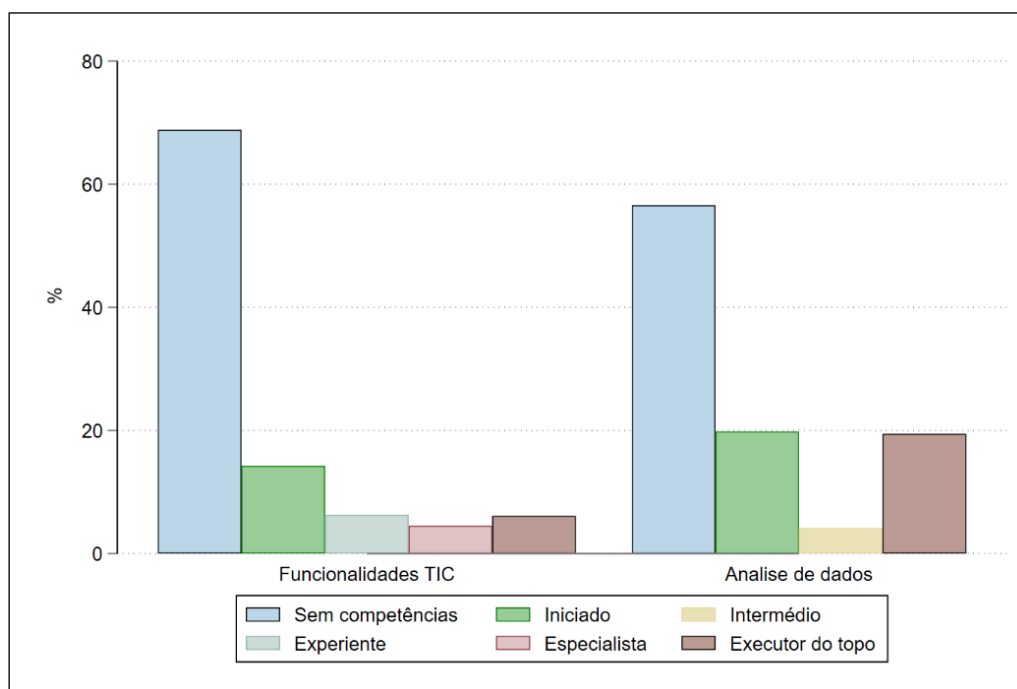
dimensão que contém a maior proporção de empresas na categoria “executores do topo”, representando 5,2% do número total de empresas inquiridas. Este facto confirma a existência de disparidades tecnológicas significativas no seio das empresas.

Figura 4.24 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Produtos Inteligentes



Conforme estabelecido pela metodologia de diagnóstico, o desempenho nesta dimensão da transformação digital é condicionado por dois temas: Funcionalidades TIC e Análise dos Dados. Neste sentido, os resultados do estudo indicam que, em média, as empresas da amostra obtiveram uma pontuação de 0,82 no primeiro tema e de 1,25 no segundo (com valores mínimos e máximos de 0 e 5, em ambos os casos). No que diz respeito às funcionalidades TIC dos produtos, a baixa classificação deve-se sobretudo ao facto de cerca de 69% das empresas terem sido classificadas como “sem competências” e 14% como “iniciadas”, enquanto a proporção combinada de empresas colocadas nos níveis “experiente”, “especialista” e “executor do topo” não ultrapassa os 17% (ver Figura 4.25). Quanto à análise dos dados sobre os produtos, os níveis “sem competências” e “iniciado” são também predominantes, com proporções próximas de 57% e 20%, respetivamente. No entanto, neste caso, destaca-se a participação de aproximadamente 20% das empresas classificadas na categoria “executores do topo”.

Figura 4.25 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 por tema - Produtos Inteligentes



É essencial notar que a secção do questionário relacionada com esta dimensão era composta por três perguntas. Na primeira questão, pedia-se às empresas que seleccionassem de uma lista de funcionalidades TIC aquelas que já tinham incorporado nos seus produtos e serviços. Em seguida, foi-lhes perguntado se efetuavam uma análise dos dados recolhidos e, por último, qual o objetivo dessa análise, caso existisse.

Relativamente à primeira questão, como se pode ver na Tabela 4.21, um total de 107 das 555 empresas inquiridas (i.e., 19%) referiu que os seus produtos não possuíam qualquer funcionalidade TIC, incluindo a possibilidade de considerarem estas funcionalidades irrelevantes para o seu negócio. Por outro lado, entre as que referiram utilizar estas funcionalidades, as opções mais utilizadas foram os produtos com memória (com 75 respostas afirmativas), monitorização (com 57 respostas) e TI (com 52 seleções), enquanto os produtos com funcionalidades de autoinformação foram a opção menos utilizada (com 22 respostas).

Tabela 4.21 Funcionalidades TIC dos produtos

Resposta	Indique os produtos físicos da sua empresa que já vêm equipados com funcionalidades baseadas em tecnologia de informação e comunicação (TIC), abaixo descritas.
Não temos nenhuma funcionalidade TIC/ não é relevante para a minha empresa	107
Produtos com memória	75
Monitorização	57
TI	52
Integração	44
Localização	42
Serviços de apoio	38
Identificação automática	29
Informação do objeto	24
Auto informativos	22

No que respeita à segunda questão, apenas 109 empresas indicaram que efetuaram a análise de dados (cerca de 20% do total). Pelo contrário, 23 empresas afirmaram que recolheram informação, mas não a utilizaram, e 110 empresas não recolheram qualquer informação na fase de utilização.

Por outro lado, a Tabela 4.22 indica que, entre as empresas que declararam recolher e analisar informações sobre os produtos, a maioria fê-lo com o objetivo de melhorar o desenvolvimento de novos produtos e o serviço de vendas. Além disso, um número significativo de empresas utilizou os dados recolhidos para analisar o comportamento dos consumidores.

Tabela 4.22 Objetivo da análise dos dados dos Produtos Inteligentes

Resposta	No caso de analisar os dados, com que fim o faz?
Desenvolvimento de produto	85
Apoio de serviço de vendas	84
Análise do comportamento dos utilizadores	72
Serviço pós-venda (telematutença)	39
Outros serviços	94

Em suma, a implementação de Produtos Inteligentes está ainda numa fase incipiente na maioria das empresas portuguesas. Este baixo desempenho deve-se sobretudo à limitada incorporação de funcionalidades TIC nos bens e serviços desenvolvidos, bem como à limitada utilização da informação para melhorar os processos substantivos da empresa nas fases de produção, distribuição e comercialização. Contudo, é importante destacar que um número significativo de empresas compreendeu a importância de integrar esta faceta da Indústria 4.0 nos seus processos. Tanto é assim que 20% delas foram classificadas como “executores do topo” no domínio da análise de dados e 6% na incorporação de funcionalidades TIC.

4.2.4.2 Análise setorial

O diagnóstico da dimensão dos Produtos Inteligentes nos setores priorizados, detalhado na Tabela 4.23, produz cinco conclusões fundamentais. Em primeiro lugar, nenhum dos setores excede uma pontuação média de 2, e apenas três setores atingem uma pontuação média superior a 1, com uma propensão muito baixa para atingir o nível intermédio (ou seja, igual a 2) nestes casos. Consequentemente, em 8 dos 11 setores priorizados, a empresa típica não apresentaria competências digitais na área dos Produtos Inteligentes. Em segundo lugar, em todos os setores, pelo menos 50% das empresas estão no nível “sem competências”, enquanto a proporção de empresas no nível “iniciado” varia entre 11% e 50%.

Em terceiro lugar, os setores dos Moldes e Automóvel estão novamente entre os três primeiros, confirmando o seu desempenho persistentemente superior em todas as dimensões da transformação digital. Nestes dois setores, há uma presença significativa de empresas nos níveis “experimentado”, “especialista” e “executor do topo”, com uma quota combinada de cerca de 27% em ambos os casos. No entanto, o setor do turismo lidera o ranking setorial, com 13% das empresas no nível “executor do topo”. Em quarto lugar, em todos os outros setores, os três níveis mais elevados da classificação têm uma presença marginal, uma vez que a sua quota combinada não excede 10% em qualquer dos casos. A exceção é o setor Têxtil, que ocupa o quarto lugar na classificação geral, e onde a quota combinada dos três níveis mais elevados atinge 16%. Por último, o setor do Vidro apresenta deficiências notáveis nesta dimensão da Indústria 4.0, uma vez que 100% das empresas deste setor carecem de competências digitais no domínio dos Produtos Inteligentes.

Tabela 4.23 Maturidade digital em Produtos Inteligentes por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Turismo	1,29	58,7%	10,7%	4,0%	9,3%	4,0%	13,3%
Moldes	1,18	54,5%	18,2%	0,0%	9,1%	18,2%	0,0%
Automóvel	1,15	51,9%	22,2%	0,0%	18,5%	0,0%	7,4%
Têxtil	0,89	63,6%	20,5%	0,0%	2,3%	6,8%	6,8%
Calçado	0,56	68,8%	21,9%	0,0%	3,1%	6,3%	0,0%
Metalomecânica	0,56	73,1%	16,1%	2,2%	3,2%	1,1%	4,3%
Pedra	0,54	62,2%	32,4%	2,7%	0,0%	0,0%	2,7%
Agroalimentar	0,51	77,6%	14,3%	0,0%	0,0%	4,1%	4,1%
Aeronáutica	0,50	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cerâmica	0,36	74,4%	23,1%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%
Vidro	0,00	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

O diagnóstico setorial por tema confirma que a incorporação de funcionalidades TIC em bens e serviços é o aspeto com menor desempenho em todas as indústrias analisadas. Mesmo nos três setores mais bem classificados, a empresa típica situar-se-ia no nível “iniciado”, com valores médios próximos de 1,37. Nos outros setores, a empresa representativa careceria de competências digitais na área das funcionalidades TIC. Por outro lado, embora o tema da análise de dados apresente uma pontuação média ligeiramente superior em todos os setores, ainda está subdesenvolvido. Apenas nos três setores mais bem classificados, a média excede o valor de 2, equivalente ao nível “intermédio”. Em contrapartida, em quatro setores, a empresa típica seria classificada no nível “iniciado”, enquanto nos outros três setores estaria no nível “sem competências”.

Em resumo, a análise setorial confirma que a transformação digital, em termos de desenvolvimento de Produtos Inteligentes, está ainda numa fase incipiente em todas as indústrias analisadas. Este fraco desempenho reflete-se tanto na incorporação limitada de funcionalidades TIC nos produtos como na insuficiente recolha e análise de dados para melhorar os processos empresariais. Surpreendentemente, este débil desempenho persiste mesmo em indústrias que demonstraram um desempenho superior consistente em todas as dimensões da Indústria 4.0, como os setores Molde e Automóvel.

Tabela 4.24 Maturidade digital média por tema e setor - Produtos Inteligentes

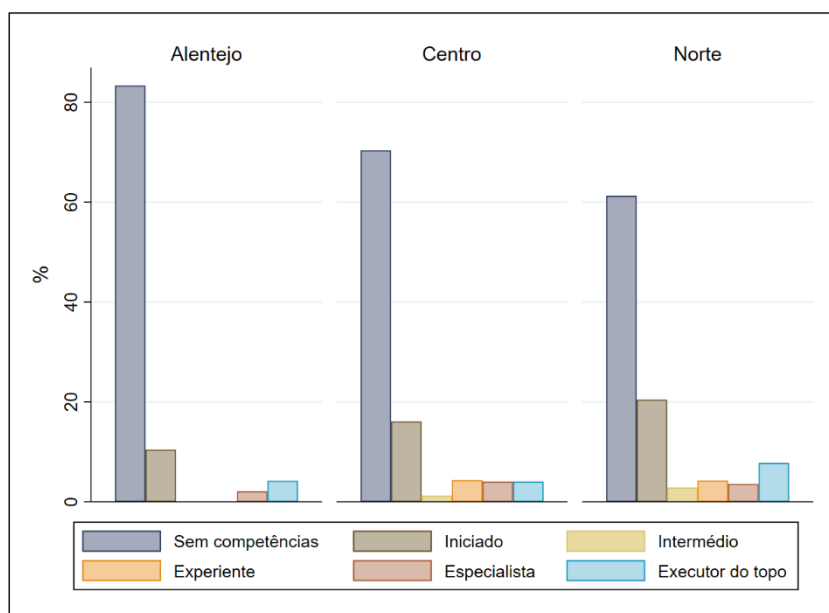
Setor	Funcionalidades TIC	Análise de dados
Turismo	1,373333	2,213333
Automóvel	1,37037	2,222222
Moldes	1,363636	2,090909
Têxtil	0,9318182	1,340909
Metalomecânica	0,7526882	0,7741935
Calçado	0,5625	0,78125
Pedra	0,5405405	1,405405
Agroalimentar	0,5102041	1,122449
Aeronáutica	0,5	0,5
Cerâmica	0,3589744	1,076923
Vidro	0	0,8571429

4.2.4.3 Análise regional

Os resultados do estudo indicam que nas três regiões priorizadas, ou seja, Alentejo, Centro e Norte, a pontuação média na dimensão Produtos Inteligentes não ultrapassa o valor de 1. Por outras palavras, em todos os casos, a empresa típica estaria no nível “sem competências”. No entanto, apesar do baixo desempenho global, a região Norte confirma a sua liderança digital ao obter uma pontuação média de 0,92, enquanto as regiões Centro e Alentejo obtiveram valores médios de 0,68 e 0,4, respetivamente.

Por outro lado, como se pode observar na Figura 4.26, nas três regiões, o nível “sem competências” é predominante, representando mais de 80% no Alentejo, 70% no Centro e 61% no Norte. No entanto, nesta última região, verifica-se uma maior presença de empresas no nível “executor do topo”, com uma quota de cerca de 8% do total de empresas inquiridas na região. A região Centro, por seu lado, apresenta um nível ligeiramente superior ao do Alentejo, sobretudo porque tem uma percentagem ligeiramente superior de empresas nos níveis “iniciado”, “intermédio” e “experiente”. No entanto, as diferenças praticamente desaparecem nos níveis “especialista” e “executor do topo”. Em todo o caso, as três regiões caracterizam-se por um baixo desempenho neste domínio da transformação digital.

Figura 4.26 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Produtos Inteligentes



Finalmente, no que respeita aos temas da dimensão, a análise apresentada na Tabela 4.24 confirma que a incorporação de funcionalidades TIC é a área menos desenvolvida no domínio dos Produtos Inteligentes nas três regiões analisadas. A empresa representativa das regiões Alentejo e Centro encontra-se no nível “sem competências”, enquanto a sua congénere da região Norte se encontra no nível “iniciado”. No entanto, é de salientar que, em termos da análise de dados, é a região do Alentejo que apresenta um desempenho superior, obtendo um valor médio de 1,56, contra 1,21 na região Centro e 1,23 na região Norte. De qualquer modo, é evidente que o desenvolvimento de ambos os temas ainda é muito deficiente nas três regiões.

Tabela 4.25 Maturidade digital média por tema e região - Produtos Inteligentes

Região	Funcionalidades TIC	Análise de dados
Alentejo	0,40	1,56
Centro	0,73	1,21
Norte	1,13	1,23

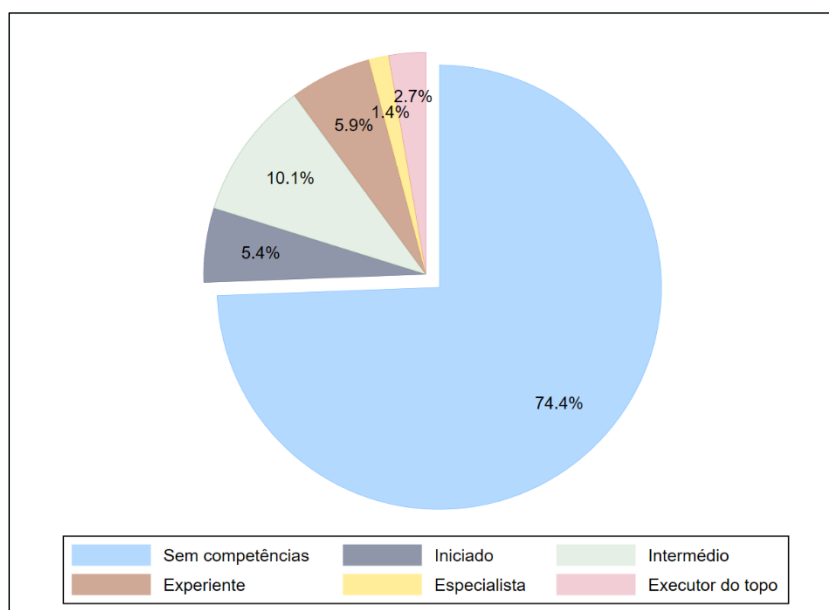
4.2.5 *Serviços Baseados em Dados*

4.2.5.1 Análise nacional

As fábricas, os processos e os Produtos Inteligentes da Indústria 4.0 geram enormes quantidades de dados em tempo real. A utilização efetiva desta informação não só melhora a eficiência da produção e a qualidade do produto, mas também pode impulsionar a criação de novos serviços (Sorescu, 2017). O aproveitamento destes dados ajuda a reduzir a incerteza inerente aos mercados e acelera a curva de aprendizagem das empresas (Tao, Qi, et al., 2018). Em particular, os dados derivados de Produtos Inteligentes podem ser de grande utilidade para melhorar a experiência do consumidor, identificar as suas necessidades não satisfeitas e otimizar as estratégias de marketing (Buhalis & Sinarta, 2019; Lim et al., 2018). Consequentemente, as empresas podem obter benefícios financeiros ao tirar partido desta informação, tanto a nível interno como externo. Internamente, através da prestação de serviços complementares aos clientes (Lim et al., 2018) e, externamente, tornando-se fornecedores de informação a produtores localizados noutros elos da cadeia de valor (Ayala et al., 2017). Dessa forma, as empresas podem tornar mais rentável o investimento na transformação digital.

No entanto, os resultados do estudo indicam que esta área também tem sido pouco desenvolvida nas empresas portuguesas. Com uma pontuação média de 0,63, esta dimensão é a segunda pior avaliada depois da Infraestrutura Inteligente. Especificamente, como mostra a Figura 4.26, mais de 74% das empresas da amostra estão na categoria “sem competências”, enquanto 5,4% estão no nível “iniciado”. O segundo nível mais representativo é o nível “intermédio”, com uma percentagem de 10,1% do número total de empresas inquiridas. Por último, a proporção combinada dos níveis “experiente”, “especialista” e “executor do topo” é de apenas 10%.

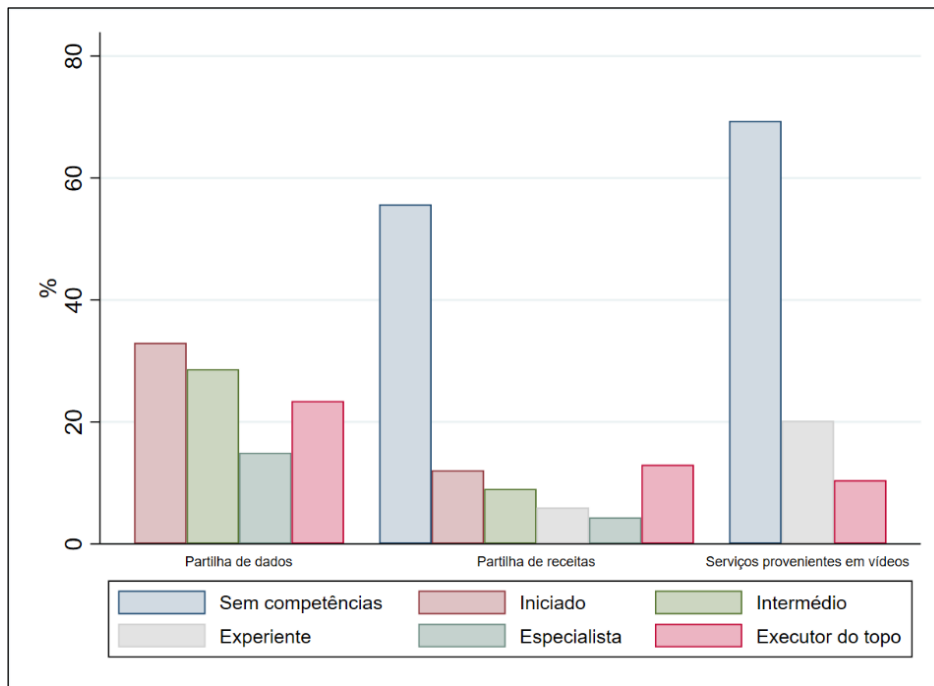
Figura 4.27 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Serviços Baseados em Dados



A maturidade digital na dimensão “Serviços Baseados em Dados” foi condicionada por três critérios: a existência de tais serviços (tema: serviços provenientes em vídeo), a percentagem das receitas destes serviços nas receitas totais da empresa (tema: partilha de receitas) e o nível de utilização dos dados recolhidos (tema: partilha de dados). Destes três temas, os serviços provenientes em vídeo tiveram a pontuação mais baixa, com uma média de 1,13, enquanto a partilha de receitas teve uma média de 1,3 e a partilha de dados teve uma média de 2,7.

De facto, como se pode ver na Figura 4.27, 69% das empresas não demonstram competências digitais na área dos serviços provenientes em vídeo. Por outro lado, 20% estão no nível “experiente” e 10% no nível “executor do topo” neste tema. No que diz respeito à partilha de receitas, 56% das empresas foram classificadas no nível “sem competências”, 12% no nível “iniciado” e 9% no nível “intermédio”. A proporção combinada dos níveis “experiente”, “especialista” e “executor do topo” foi de 23%, com 6%, 4% e 13%, respetivamente. Por último, no tema da partilha de dados, que obteve a melhor pontuação média, a proporção de empresas nos níveis “especialista” e “executor do topo” ultrapassa os 38%, com 15% e 23,4%, respetivamente. Em contrapartida, os níveis “sem competência” e “iniciado” abrangem 33% e 28,6% do total de empresas inquiridas.

Figura 4.28 Distribuição por nível de maturidade i4.0 por tema - Serviços Baseados em Dados

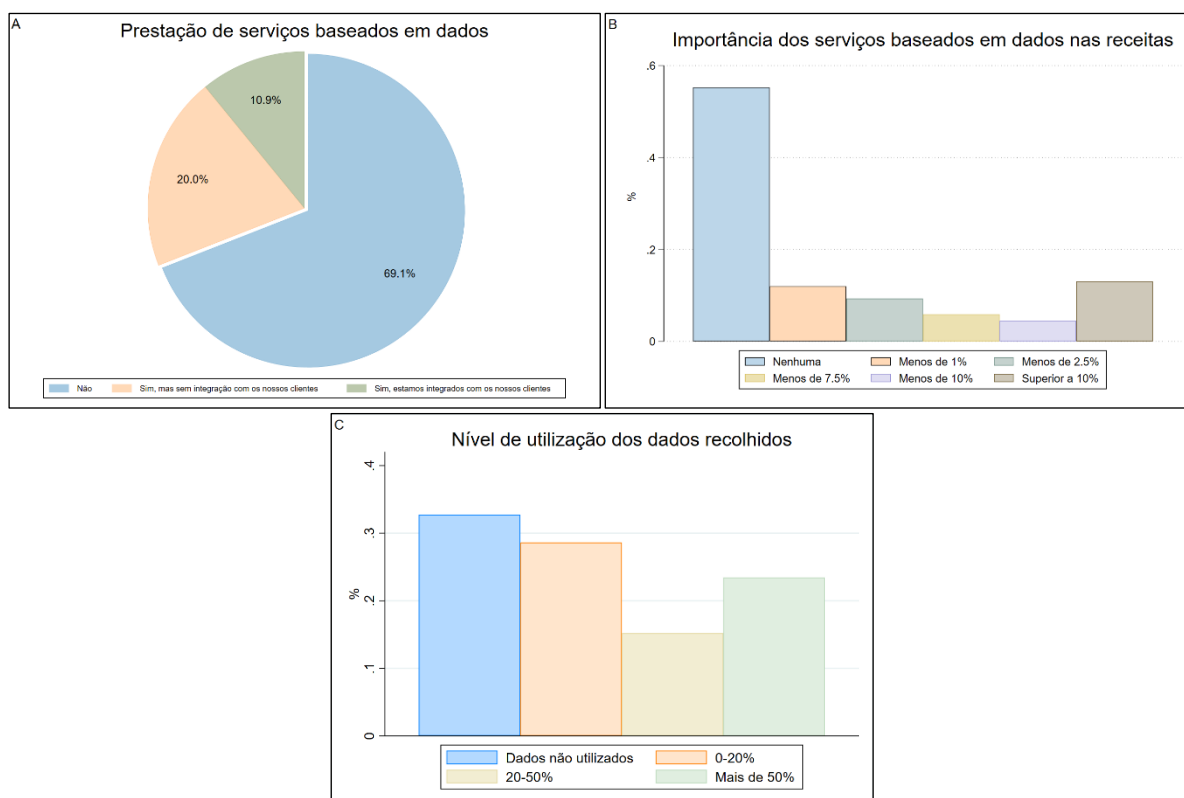


Cada tema desta dimensão estava associado a uma única pergunta do questionário. Relativamente ao tema dos serviços provenientes em vídeos, foi perguntado às empresas se oferecem Serviços Baseados em Dados e se estes estão integrados com os seus clientes. Para o segundo item, foi pedido às empresas que indicassem, numa escala que variava entre 0% e mais de 10%, a percentagem das suas receitas totais provenientes de Serviços Baseados em Dados. Por último, no que se refere à partilha de dados, foi pedido às empresas que indicassem o grau de utilização de dados numa escala que variava entre 0% e mais de 50%. Os painéis A, B e C da Figura 4.28 indicam a forma como as empresas responderam às perguntas.

Em primeiro lugar, é de notar que apenas 10,9% de todas as empresas da amostra declararam oferecer serviços integrados com os clientes. Em contraste, 20% indicaram oferecer serviços, mas sem permitir a integração com os clientes, enquanto mais de 69% indicaram que não ofereciam Serviços Baseados em Dados. Em segundo lugar, em termos da importância dos Serviços Baseados em Dados nas suas receitas totais, 12% indicaram que estas receitas representam menos de 1%, cerca de 20% mencionaram uma contribuição que varia entre 1 e 10%, e 13% indicaram que estas receitas constituem mais de 10% das suas receitas totais. As restantes empresas indicaram que estes serviços

não geram quaisquer receitas. Por último, em termos da medida em que os dados são utilizados, cerca de 33% das empresas inquiridas não utilizariam de todo os dados, enquanto quase 29% utilizariam os dados num grau inferior a 20%. Porém, 15% declararam utilizá-los entre 20% e 50%, e um 23% do número total de empresas declararam utilizar esta informação de forma intensiva, com um nível superior a 50%.

Figura 4.29 Perguntas sobre a importância dos Serviços Baseados em Dados



Em resumo, os resultados desta secção indicam que a maioria das empresas portuguesas não está a capitalizar os dados recolhidos nos seus processos de produção, distribuição e comercialização para oferecer novos serviços. Cerca de 70% das empresas não fornecem estes serviços, o que também se traduz num retorno financeiro limitado. Embora o grau de utilização seja mais elevado, sem a introdução de novos serviços e sem um claro benefício económico, estes esforços podem ser considerados largamente infrutíferos. Ainda assim, tal como nas outras dimensões, há empresas com elevado desempenho que conseguiram tirar partido dos benefícios da i4.0 em termos de Serviços Baseados em Dados e conseguiram compensar o considerável investimento envolvido. No entanto, este grupo de empresas representa menos de 10% do total.

4.2.5.2 Análise setorial

Os resultados a nível setorial confirmam que a prestação de novos Serviços Baseados em Dados é uma fraqueza comum na maioria das empresas portuguesas, independentemente da indústria a que pertencem. Em 8 dos 11 setores prioritários, a média não excedeu um valor de 1, indicando que a empresa representativa carece de competências digitais neste aspeto crucial da Indústria 4.0. É importante notar que, ao contrário das outras dimensões avaliadas pelo modelo de base, desta vez os setores dos Moldes e Automóvel não estão entre os três primeiros (classificados agora em quarto e quinto lugar, respetivamente). Em vez disso, as três primeiras posições são ocupadas pelos setores do Vidro, da Aeronáutica e do Turismo. De realçar o setor do vidro, que se destaca por ter uma proporção combinada de empresas nos níveis “especialista” e “executor do topo” superior a 26%. No extremo oposto do ranking encontram-se os setores do Calçado e da Cerâmica, que obtiveram uma média de 0,25 e apresentam uma percentagem de “sem qualificações” superior a 90% em ambos os casos. Por fim, é relevante notar que, em todos os setores, o nível “sem competências” representa pelo menos 50% das empresas inquiridas, o que explica o baixo desempenho das indústrias nesta área.

Tabela 4.26 Maturidade digital em Serviços Baseados em Dados por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Vidro	1,57	57,1%	0,0%	14,3%	0,0%	14,3%	14,3%
Aeronáutica	1,50	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%
Turismo	1,31	53,3%	8,0%	17,3%	8,0%	2,7%	10,7%
Moldes	0,73	72,7%	9,1%	0,0%	9,1%	9,1%	0,0%
Automóvel	0,67	66,7%	14,8%	11,1%	3,7%	0,0%	3,7%
Têxtil	0,55	70,5%	13,6%	6,8%	9,1%	0,0%	0,0%
Agroalimentar	0,39	81,6%	4,1%	8,2%	6,1%	0,0%	0,0%
Pedra	0,38	83,8%	0,0%	10,8%	5,4%	0,0%	0,0%
Metalomecânica	0,33	83,9%	3,2%	9,7%	2,2%	1,1%	0,0%
Calçado	0,25	90,6%	0,0%	3,1%	6,3%	0,0%	0,0%
Cerâmica	0,05	94,9%	5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Da análise setorial das dimensões podem ser retiradas três conclusões críticas. Em primeiro lugar, os resultados sugerem que, com exceção do setor do Vidro, no extremo superior, e do setor do calçado, no extremo inferior, não existem diferenças significativas no grau médio de utilização de dados entre as indústrias analisadas. Em todos estes casos, a empresa típica seria classificada no nível “intermédio”. Em segundo lugar, a homogeneidade intersectorial não se aplica no que diz respeito à importância das receitas provenientes de Serviços Baseados em Dados. Pelo contrário, 5 setores (Vidro, Automóvel, Aeronáutica, Têxtil e Moldes) apresentam classificações médias equivalentes ao nível “iniciado”, enquanto os restantes setores apresentam médias inferiores a 1. Finalmente, os serviços provenientes em vídeo apresentam a pior classificação média em 6 dos 11 setores analisados, com desempenho equivalente em 2 setores e superior em apenas 3 deles. Neste caso, mais uma vez, o setor do Turismo é o único a obter uma média superior a 2, enquanto os restantes setores reproduzem a distribuição de níveis (em função da média) observada no tema partilha de receitas. Em conjunto, estes resultados explicam porque é que os serviços provenientes em vídeo têm a pior avaliação intersectorial.

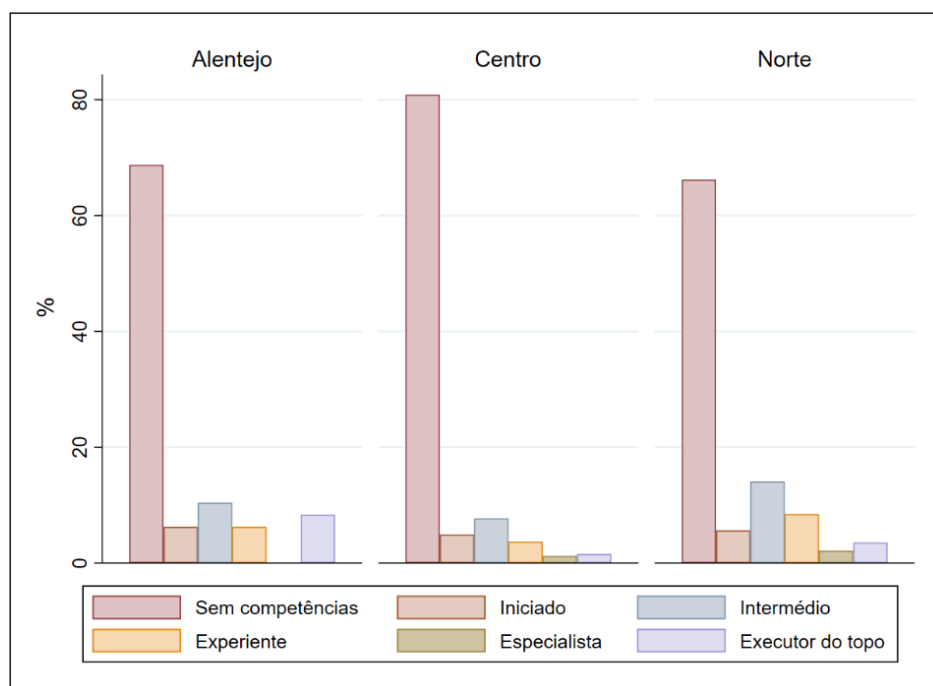
Tabela 4.27 Maturidade digital média por tema e setor - Serviços Baseados em Dados

Setor	Serviços provenientes em vídeo	Partilha de receita	Partilha de dados
Turismo	2,11	2,72	2,75
Vidro	1,86	1,86	3,57
Automóvel	1,52	1,11	2,81
Aeronáutica	1,50	1,50	2,50
Têxtil	1,11	1,16	2,27
Moldes	1,00	1,91	2,55
Agroalimentar	0,82	0,86	2,98
Metalomecânica	0,73	0,56	2,65
Pedra	0,70	0,97	2,59
Cerâmica	0,44	0,38	2,38
Calçado	0,38	0,78	1,72

4.2.5.3 Análise regional

A análise a nível regional apresenta resultados algo atípicos. Embora nas três regiões priorizadas a média de maturidade digital em Serviços Baseados em Dados não ultrapasse o valor 1, é o Alentejo que lidera o ranking. Concretamente, o Alentejo obteve uma média de 0,88, enquanto as médias dos seus congéneres das regiões Centro e Norte foram de 0,44 e 0,85, respetivamente. No caso da região Centro, que apresenta a avaliação mais baixa, esta média explica-se sobretudo pela elevada proporção de empresas classificadas como “sem competências”, superior a 80% (ver Figura 4.29). Entretanto, os níveis “iniciado” e “intermédio” representam 5% e 8%, respetivamente. O Alentejo, apesar de ter uma maior percentagem de empresas no nível “sem competências” do que o Norte (69% contra 62%), destaca-se por ter uma maior proporção no nível “executor do topo”, superior a 8%, contra 3,5% no Norte e 1,5% no Centro. Em todo o caso, é evidente que o débil aproveitamento dos benefícios dos Serviços Baseados em Dados é uma característica comum à maioria das empresas, nas três regiões priorizadas.

Figura 4.30 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Serviços Baseados em Dados



Em termos de classificação regional por tema, a Tabela 4.28 indica que, nas três regiões, o tema dos serviços provenientes em vídeos recebeu a classificação média mais baixa, seguido da partilha de receitas. Para estes dois temas, os valores médios situam-se sempre entre 1 e 2, o que equivale ao nível “iniciado”, com exceção dos serviços

provenientes em vídeos na região Centro, que obtiveram uma média inferior a 1 (colocando assim a empresa típica no nível “sem competência”). Por outro lado, observa-se que o Alentejo obteve a classificação mais elevada nos três temas, enquanto a região Centro ocupa sempre o terceiro lugar, exceto no tema da partilha de dados. Neste último, é de salientar a pequena variação entre regiões, com as médias nos três casos a rondar o valor de 2,6, que corresponde ao nível “intermédio”.

Tabela 4.28 Maturidade digital média por tema e região - Serviços Baseados em Dados

Região	Serviços provenientes em vídeo	Partilha de receita	Partilha de dados
Alentejo	1,354167	1,583333	2,583333
Centro	0,9166667	1,046296	2,716049
Norte	1,302817	1,619718	2,521127

Em suma, os resultados indicam que a grande maioria das empresas das três regiões não está a explorar adequadamente os dados recolhidos nos processos de produção, logística e comercialização. Isto também se reflete na baixa percentagem de receitas provenientes destes serviços no total das receitas das empresas. Além disso, confirma-se que há uma utilização crescente dos dados, mas tudo indica que não está a gerar retornos económicos significativos para as empresas. Esta é uma área importante que precisa de ser reforçada, para que haja uma melhor correspondência entre o investimento na transformação digital e o seu retorno financeiro.

4.2.6 Recursos Humanos

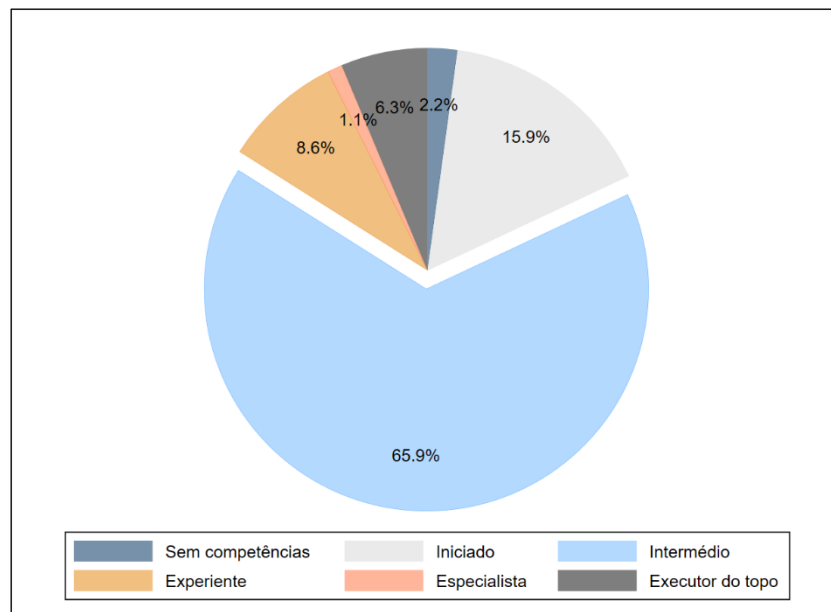
4.2.6.1 Análise nacional

O capital humano é um fator-chave para explicar o progresso tecnológico dos países, considerado ainda mais importante do que o capital físico (Jones & Romer, 2010). Ao nível microeconómico, o grau de qualificação dos trabalhadores desempenha um papel essencial na entrada, crescimento e sobrevivência das empresas (Santarelli & Vivarelli, 2007; Syverson, 2011). É também um determinante importante da probabilidade de alcançar taxas de crescimento significativamente acima da média e de retornos bem sucedidos do investimento em I&D (Goedhuys & Sleuwaegen, 2016; Kato et al., 2015).

No domínio da Indústria 4.0, vários estudos apontam que a transformação digital exige colaboradores com sólidas competências digitais, analíticas e até emocionais (ligadas às chamadas *soft skills*) para gerar valor tanto para a empresa como para os consumidores através da utilização de *Big Data* e plataformas digitais (Flores et al., 2020; Verhoef et al., 2021). A força de trabalho na era da Indústria 4.0 deve ser altamente adaptável, engenhosa, resiliente e interdisciplinar para interagir e colaborar no mercado (Flores et al., 2020). A Indústria 4.0 requer, portanto, uma sinergia entre humanos e máquinas capazes de evoluir juntos para ser uma fonte constante de vantagens competitivas em termos de eficiência e inovação de produtos (Hanelt et al., 2021). Trabalhadores mais criativos e com fortes competências de absorção de tecnologia não só facilitam a transformação digital, como também promovem uma utilização mais eficaz das suas vantagens (Mahmood & Mubarik, 2020). Neste contexto, a incorporação de trabalhadores digitais e criativos exige a adoção de uma estratégia atualizada de recrutamento de Recursos Humanos, bem como programas de formação contínua para manter os trabalhadores atualizados em relação aos avanços das tecnologias digitais (Ammirato et al., 2023). Os gestores de RH devem também atuar como guardiões do bem-estar dos trabalhadores, equilibrando as componentes “digital” e “humana” do trabalho (Ammirato et al., 2023).

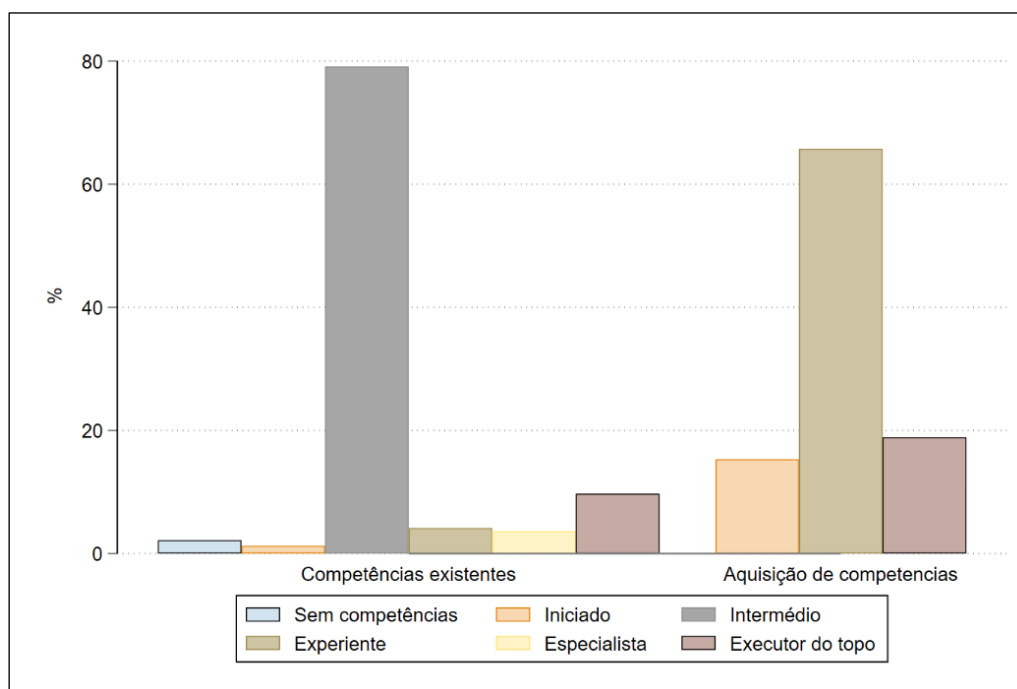
O diagnóstico da maturidade i4.0 das empresas portuguesas indica que, embora ainda numa fase intermédia (com uma média de 2,1), a dimensão Recursos Humanos apresenta o melhor desempenho a nível nacional. De facto, como mostra a Figura 4.30, cerca de 66% das empresas portuguesas concentram-se no nível “intermédio”, 8,6% no nível “experiente” e 1% no nível “especialista”. Pelo contrário, apenas 16% se encontram no nível “iniciado”. Esta dimensão destaca-se ainda por apresentar a menor percentagem de empresas no nível “sem competências”, com apenas 2,2% do total, bem como a maior percentagem no nível “executor do topo”, com 6,3%.

Figura 4.31 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Recursos Humanos



Os resultados ao nível dos temas, por outro lado, revelam que o notável desempenho das empresas na área dos Recursos Humanos se deve mais a esforços centrados na aquisição de competências digitais, através de programas de capacitação, por exemplo, do que à presença atual de trabalhadores com essas competências. Especificamente, como mostra a Figura 4.31, no que respeita à questão das competências existentes, a grande maioria das empresas, nomeadamente 79%, situa-se no nível “intermediário”. Em contraste, no que respeita ao tema da aquisição de competências, 66% das empresas foram classificadas no nível “experiente”. Além disso, neste último tema, o nível “executor do topo” atingiu 19%, enquanto que, no tema das competências existentes, a percentagem deste nível foi de cerca de 10%. É de salientar que nenhuma empresa foi classificada como “sem competências” na área da aquisição de competências, enquanto 2,2% receberam esta classificação no caso do tema das competências existentes.

Figura 4.32 Distribuição dos níveis de maturidade i4.0 por tema - Recursos Humanos

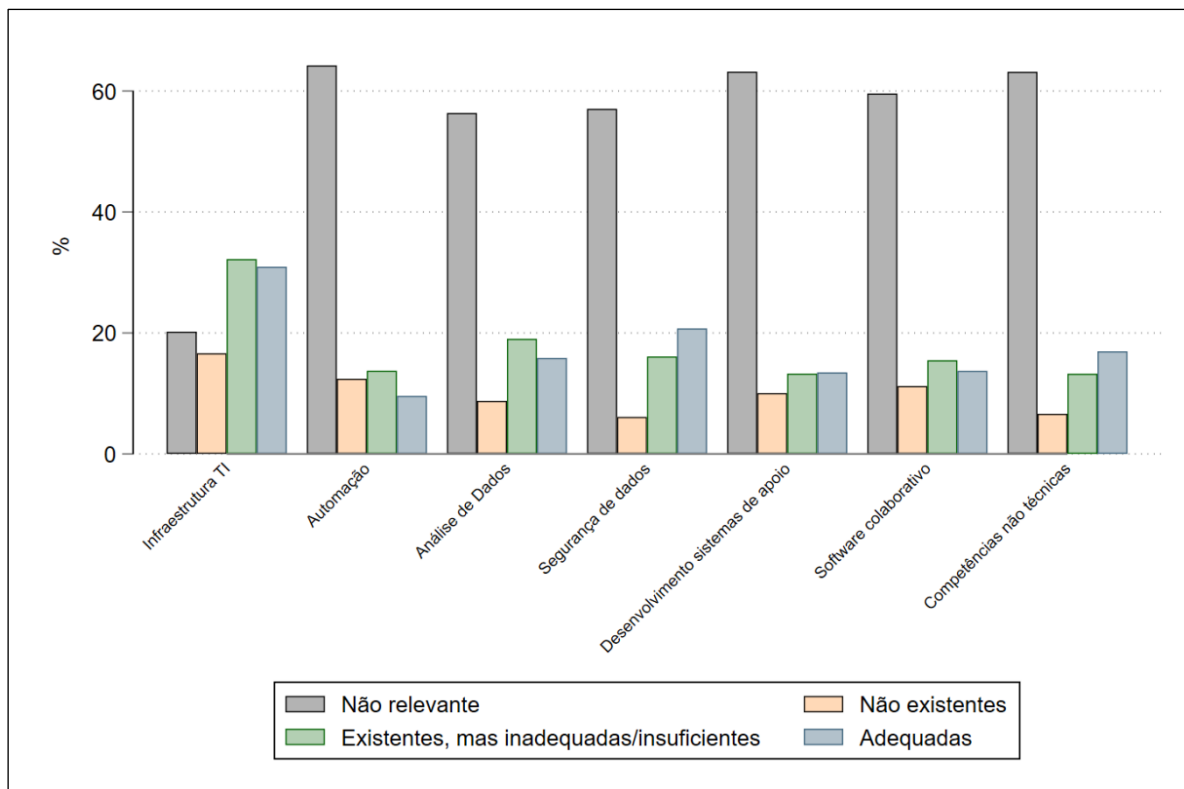


Para avaliar as competências digitais existentes dos Recursos Humanos, foi pedido às empresas que avaliassem o nível da sua força de trabalho em seis áreas-chave da Indústria 4.0: infraestruturas de TI, automatização, análise de dados, segurança dos dados e das comunicações, desenvolvimento ou implementação de sistemas de apoio, software colaborativo e competências não técnicas, como o pensamento sistémico e o entendimento dos processos. Para cada área, foram dadas as seguintes opções de resposta: não relevantes, não existentes, existentes, mas inadequadas ou insuficientes, e adequada.

A Figura 4.31 apresenta as respostas processadas para cada um dos domínios considerados. Neste respeito, os resultados indicam que, com exceção das competências relacionadas com as infraestruturas de TI, em todas as áreas avaliadas, entre 55% e 65% das empresas referiram que estas competências são “não relevantes”. Porém, no caso das infraestruturas de TI, apenas 20% consideraram estas competências “não relevantes”, enquanto 32% referiram que tais competências existem, mas são inadequadas ou insuficientes, e 31% consideraram-nas totalmente adequadas. A percentagem de empresas que indicaram que as competências existem de forma inadequada ou são “adequadas” nas restantes áreas foi a seguinte: 14% e 10% em automação, 19% e 16%

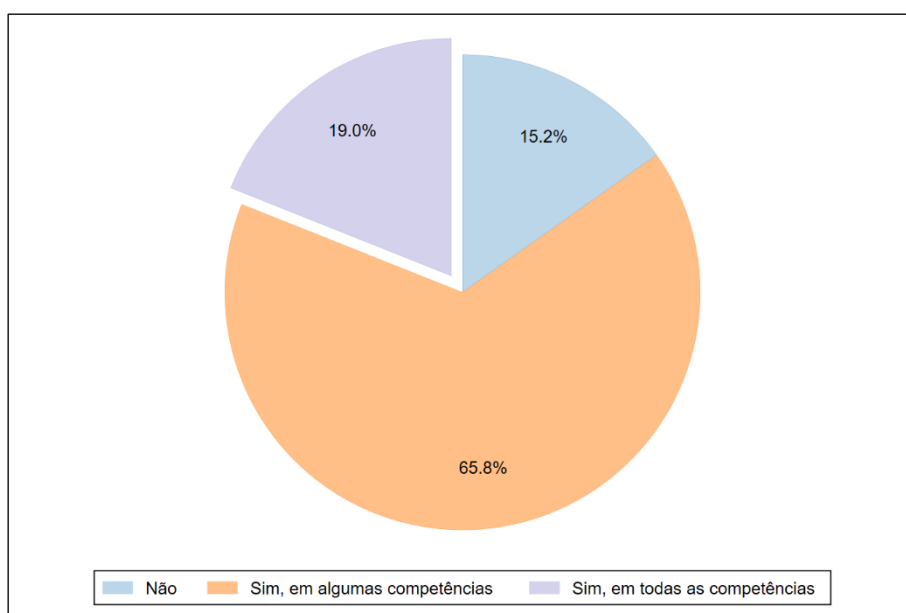
em análise de dados, 16% e 21% em segurança de dados, 13% e 14% em desenvolvimento de sistemas de apoio, 16% e 14% em software colaborativo e 13% e 17% em competências não técnicas. Os restantes 100% foram preenchidos pela opção “inexistente”, oscilando entre 6% e 16% consoante a área considerada.

Figura 4.33 Competências existentes em domínios-chave da i4.0



Em seguida, foi então perguntado às empresas se estavam a tomar medidas para adquirir as competências que lhes faltavam. Os resultados sugerem positivamente que a maioria das empresas está consciente das suas deficiências e, por conseguinte, está a fazer investimentos para melhorar o nível dos seus Recursos Humanos. Como mostra a Figura 4.32, 66% responderam que estão a tomar medidas para melhorar as competências da sua força de trabalho em algumas áreas, enquanto 19% afirmaram que os seus investimentos visam aumentar as competências digitais em todas as áreas necessárias. O quadro é completado por um pequeno grupo, representando o 15% das empresas, que responderam que não estão a tomar quaisquer medidas a este respeito.

Figura 4.34 Esforços para adquirir as competências digitais em falta



Em suma, apesar de ainda se encontrar num nível intermédio de maturidade digital, a dimensão dos Recursos Humanos destaca-se como a área com melhor desempenho nas empresas portuguesas. Este bom desempenho, no entanto, não se deve a um elevado nível de qualificação da mão de obra existente, mas sim aos esforços que as empresas estão a fazer para colmatar as lacunas digitais dos seus colaboradores. É preocupante que a maioria das empresas não considere as competências digitais relevantes ou refira que não as possui. No entanto, este baixo nível de competências procura ser ultrapassado através de ações destinadas a adquirir as competências em falta. De facto, cerca de 85% das empresas estão a implementar medidas para melhorar as suas competências digitais em algumas ou em todas as áreas.

Sem uma melhoria do talento humano, a transformação digital será difícil de concretizar. Esta melhoria dependerá das políticas públicas no domínio do ensino superior que forem implementadas pelo governo e pelas universidades, bem como da gestão de Recursos Humanos que as empresas efetuarem para atrair talentos de alto nível ou investir na capacitação contínua dos seus trabalhadores.

4.2.6.2 Análise setorial

A análise setorial, apresentada na Tabela 4.31, volta a colocar o setor Automóvel no topo do ranking, desta vez na dimensão Recursos Humanos. Este setor atingiu uma média de

2,37 e destaca-se por ter mais de 30% das empresas nos níveis “experiente”, “especialista” e “executor do topo” (25,9%, 3,7% e 3,7%, respetivamente). Seguem-se os setores da Metalomecânica e Agroalimentar, com médias de 2,17 e 2,16, e uma quota conjunta dos três níveis mais elevados de 17,2% e 18,4%, respetivamente. Por outro lado, no fundo do ranking estão os setores do Vidro, da Cerâmica e da Aeronáutica, com pontuações médias de 1,86, 1,69 e 1,5, respetivamente. Em consonância com as estimativas a nível nacional, os resultados mostram que pelo menos 50% das empresas de todos os setores estavam classificadas no nível intermédio. Além disso, exceto nos setores da Metalurgia, Agroalimentar e Cerâmica, em todas as indústrias priorizadas a proporção de empresas no nível “sem competências” foi zero. Por fim, é de notar que os setores Automóvel e Moldes se destacam por terem uma proporção do nível “experiente” de aproximadamente 26% e 27%, respetivamente.

Tabela 4.29 Maturidade digital nos Recursos Humanos por setor

Setor	Média	Sem competências	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Automóvel	2,37	0,0%	7,4%	59,3%	25,9%	3,7%	3,7%
Metalomecânica	2,17	2,2%	15,1%	65,6%	6,5%	2,2%	8,6%
Agroalimentar	2,16	0,0%	28,6%	53,1%	4,1%	2,0%	12,2%
Pedra	2,03	0,0%	21,6%	62,2%	10,8%	2,7%	2,7%
Moldes	2,00	0,0%	27,3%	45,5%	27,3%	0,0%	0,0%
Turismo	1,99	2,7%	14,7%	69,3%	10,7%	0,0%	2,7%
Têxtil	1,93	0,0%	22,7%	65,9%	9,1%	0,0%	2,3%
Calçado	1,91	0,0%	21,9%	65,6%	12,5%	0,0%	0,0%
Vidro	1,86	0,0%	14,3%	85,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Cerâmica	1,69	10,3%	10,3%	79,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Aeronáutica	1,50	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Relativamente aos temas subjacentes a esta dimensão, a Tabela 4.32 indica que no tema de desempenho médio mais baixo, ou seja, Competências Existentes, os setores mais bem classificados são o Automóvel, Moldes e Agroalimentar, com médias de 2,81, 2,64 e 2,49, respetivamente. É importante referir que, com exceção do setor da Cerâmica, em todos os setores os valores médios se situam entre 2 e 3, o que coloca a empresa representativa no nível “intermédio”. No tema Aquisição de Competências, os setores mais bem

classificados foram a Metalomecânica e o Automóvel, com médias de 3,24 e 3,22, respetivamente. É relevante referir que em cinco setores (Metalomecânica, Automóvel, Agroalimentar, Calçado e Têxtil), a empresa típica está classificada no nível “experiente” nesta área (i.e., o valor médio foi igual ou superior a 3 e inferior a 4). Nos restantes setores, a empresa típica encontra-se no nível “intermédio”. Finalmente, com exceção do setor dos Moldes, todas as indústrias analisadas apresentaram um melhor desempenho no tema Aquisição de Competências do que no tema Competências Existentes.

Tabela 4.30 Maturidade digital média por tema e setor - Recursos Humanos

Setor	Competências existentes	Aquisição de competências
Automóvel	2,81	3,22
Moldes	2,64	2,45
Agroalimentar	2,49	3,00
Metalomecânica	2,38	3,24
Pedra	2,35	2,78
Calçado	2,31	3,00
Têxtil	2,25	3,00
Turismo	2,19	2,92
Aeronáutica	2,00	2,00
Vidro	2,00	2,71
Cerâmica	1,87	2,79

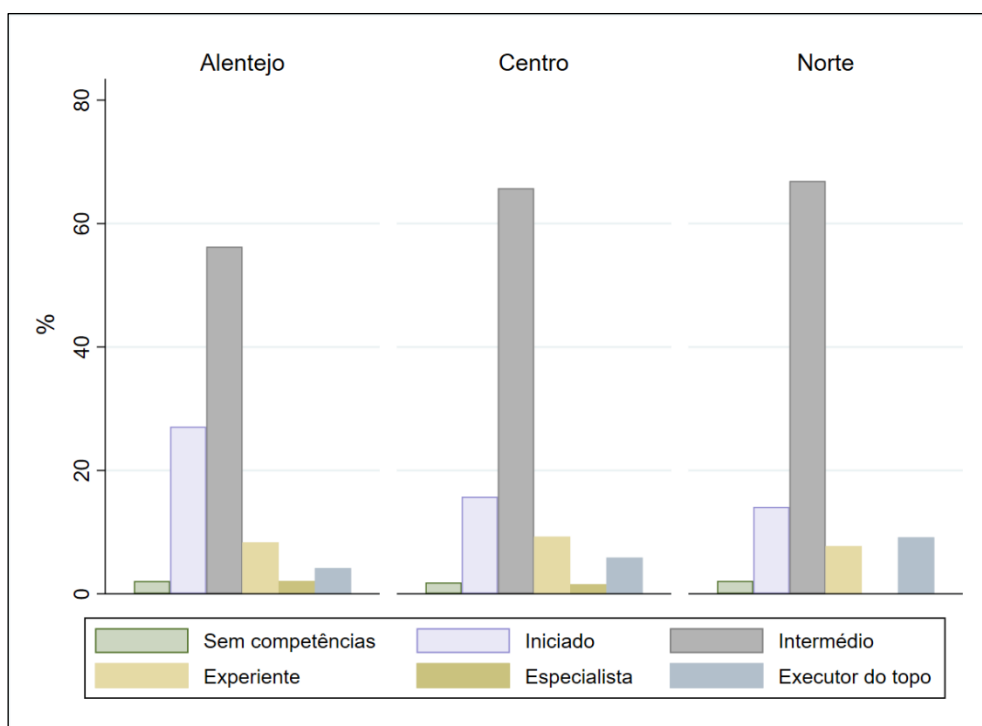
Em resumo, os resultados a nível setorial indicam que os setores Automóvel, Metalomecânico e Agroalimentar têm um melhor desempenho na dimensão Recursos Humanos. Estes setores destacam-se por apresentarem uma maturidade ligeiramente superior em termos de competências existentes, bem como por empreenderem maiores esforços para adquirir as competências em falta. Na grande maioria dos casos, a empresa típica apresenta um nível “intermédio” de maturidade digital no domínio dos RH, e este desempenho explica-se principalmente pelas competências existentes, que parecem ser ainda relativamente deficientes.

4.2.6.3 Análise regional

Os resultados do estudo sugerem que não existem grandes disparidades na dimensão Recursos Humanos entre as regiões Alentejo, Centro e Norte. As médias correspondentes

nas três regiões priorizadas foram, respetivamente, 1,9, 2,1 e 2,17. Nas três regiões, o nível predominante é o nível intermédio, com percentagens equivalentes a 56%, 66% e 67%, enquanto o nível “sem competências” representa cerca de 2% nos três casos. No entanto, a região Norte é ligeiramente superior na classificação, principalmente devido à sua maior percentagem de empresas no nível “executor do topo”, que foi de 9%, em comparação com 6% no Centro e 4% no Alentejo. Por último, o Alentejo encontra-se um pouco mais em baixo no ranking, sobretudo devido à maior proporção de empresas no nível “iniciado”, que foi de 27%, enquanto nas regiões Centro e Norte essas proporções foram de 16% e 14%, respetivamente.

Figura 4.35 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Recursos Humanos



Finalmente, os resultados dos temas que compõem a dimensão Recursos Humanos confirmam que, de forma mais ou menos semelhante nas três regiões priorizadas, as empresas apresentam maiores deficiências em termos de Competências Existentes. Isto, por sua vez, parece traduzir-se em maiores ações para adquirir as competências em falta. A empresa típica, no caso do tema Competências Existentes, situar-se-ia no nível “intermédio” nas três regiões. Pelo contrário, no tema da Aquisição de Competências, as

empresas típicas das regiões Centro e Norte são classificadas no nível “experiente”, enquanto no Alentejo a classificação corresponde ao nível “intermédio”.

Tabela 4.31 Maturidade digital média por tema e região - Recursos Humanos

Região	Competências existentes	Aquisição de competências
Alentejo	2,25	2,75
Centro	2,37	3,02
Norte	2,39	3,32

5 Perspetivas futuras das empresas

Um aspeto fundamental do exercício de diagnóstico aplicado pelo projeto foi pedir às empresas que respondessem novamente ao questionário, mas desta vez projetando como se veem nos próximos 5 anos em cada uma das dimensões e temas analisados. Desta forma, foi possível estimar o quão proativas as empresas estão a ser na concretização da transformação digital e como estas perspetivas podem influenciar o desempenho tecnológico a nível nacional, regional e setorial. Para calcular o valor da classificação global das empresas, bem como o nível de maturidade por dimensão e tema, foi utilizada a mesma metodologia explicada na secção 2.

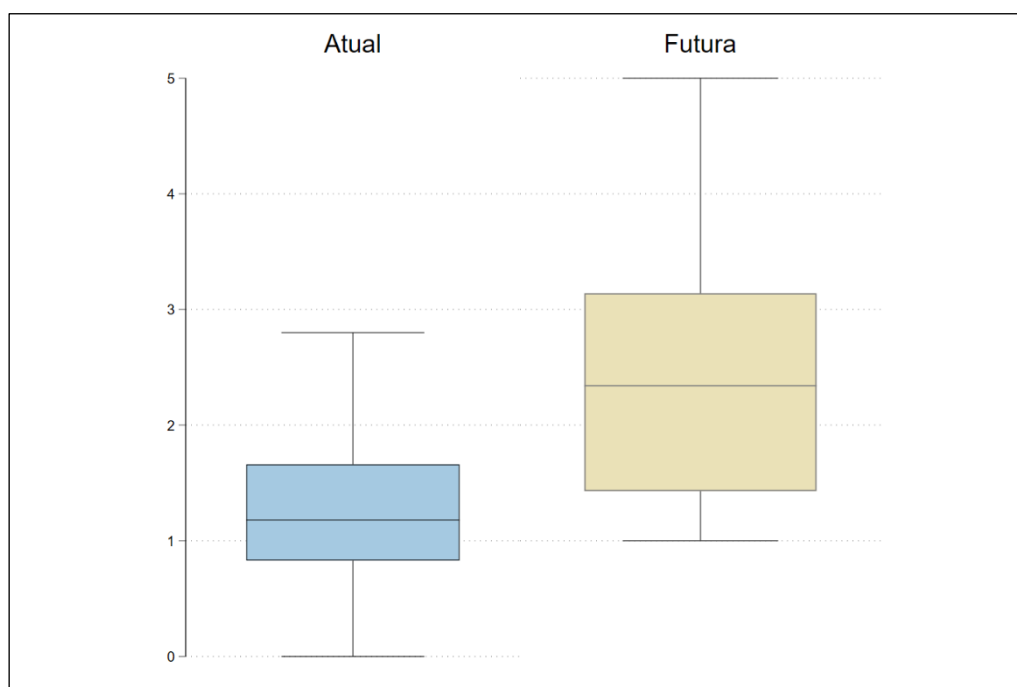
Após o processamento dos inquéritos sobre as perspetivas futuras, a Tabela 5.1 apresenta as principais estatísticas da classificação da maturidade digital que as empresas poderiam alcançar nos próximos cinco anos. Além disso, a Figura 5.1 compara as distribuições estatísticas da classificação atual por empresa com a classificação potencialmente alcançável no futuro.

Neste sentido, as estimativas sugerem que, se as empresas cumprirem plenamente as suas previsões de investimento e de organização, a mediana da maturidade i4.0 aumentaria de 1,18 (valor atual) para 2,34 (valor futuro). Isto implica que a empresa típica se situaria no nível “intermédio” em vez de “iniciado” nos próximos cinco anos. A comparação entre as distribuições estatísticas, representada na Figura 5.1 utilizando gráficos de caixa e bigode, também indica uma melhoria significativa na maturidade digital global das empresas, evidenciada por um deslocamento para cima na distribuição da classificação futura. Além disso, observa-se que a empresa com a classificação mais baixa estaria no nível “iniciado” (uma vez que o valor mínimo da distribuição é igual a 1), ao passo que no futuro já existiriam empresas classificadas no nível “executor do topo”. Por último, tanto o valor do desvio-padrão como a distância entre os limites das caixas (e entre os extremos) indicam que haveria uma maior dispersão no grau de maturidade digital. Esta grande heterogeneidade reflete o facto de algumas empresas terem uma perspetiva mais ambiciosa para a sua transformação digital e, se conseguirem cumprir as suas expectativas, poderão distanciar-se ainda mais dos seus concorrentes.

Tabela 5.1 Classificação global do nível de maturidade i4.0 previsto para os próximos 5 anos

Mediana	Média	Min	Max	SD
2,34	2,39	1,00	5,00	1,09

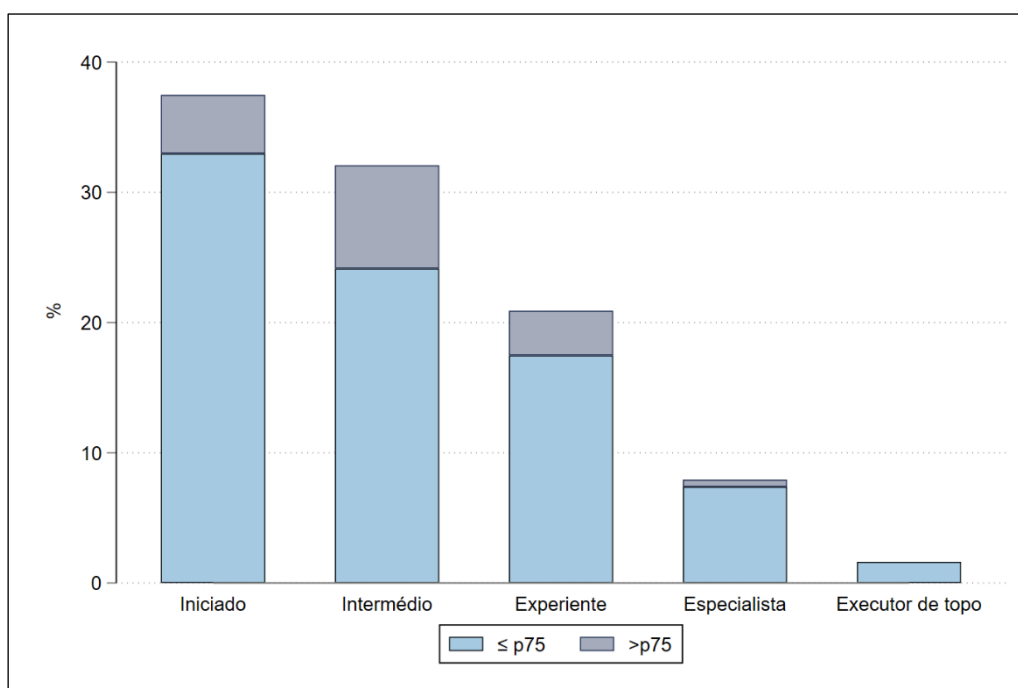
Figura 5.1 Distribuição estatística atual versus distribuição estatística prevista (5 anos) do nível de maturidade i4.0



Para complementar a análise, a Figura 5.2 mostra como as empresas se distribuiriam pelos diferentes níveis de maturidade digital, de acordo com a classificação global prevista. Os resultados confirmam que nenhuma empresa seria classificada no nível “sem competências”, enquanto o nível mais representativo seria o “iniciado”, abrangendo um total de 37,5% de todas as empresas. No entanto, é importante notar que 23% das empresas estariam classificadas no nível “intermédio”, 21% no nível “experiente”, 8% no nível “especialista” e 1,6% no nível “executor do topo”. Por outras palavras, cerca de 63% das empresas atingiriam pelo menos o nível “intermédio”, em contraste com os 17% da situação atual. Isto representaria uma melhoria significativa. As estimativas de prontidão por nível indicam ainda que 12% das empresas no nível “iniciado” estariam prontas para avançar para o nível “intermédio” e que 25% das empresas no nível intermédio estariam muito perto de atingir o nível “experiente” (ou seja, em ambos os casos, a sua classificação

global esperada é superior ao valor de 0,75 no intervalo de 0 a 1). Além disso, observa-se que 16% das empresas no nível “experiente” estariam prontas para avançar para o nível seguinte, e 7% estariam na mesma situação para as empresas no nível “especialista”. Em termos gerais, os resultados sugerem um potencial de melhoria generalizada do nível de maturidade digital e uma elevada probabilidade de as empresas atingirem os níveis mais elevados da classificação, desde que, obviamente, se cumpram as perspetivas para os próximos cinco anos.

Figura 5.2 Distribuição da amostra por nível de maturidade i4.0 previsto (5 anos)



Para compreender as áreas a que as empresas darão prioridade para atingir os seus futuros níveis de maturidade digital, a Tabela 4.35 compara os valores médio, mínimo e máximo de cada uma das dimensões do modelo de referência, obtidos com base no diagnóstico atual, com os valores correspondentes dos resultados esperados para os próximos cinco anos. Por um lado, observa-se que, enquanto o nível mínimo em todas as dimensões era “sem competências” na situação atual, espera-se que o nível mínimo para os próximos 5 anos seja “iniciado” em todas as dimensões. Por outro lado, os resultados sugerem que as empresas centrarão as suas ações futuras no reforço precisamente das áreas que são atualmente mais fracas. As estimativas indicam que os maiores aumentos médios ocorrerão nas dimensões (por ordem) de Infraestrutura Inteligente (de 0,38 para

2,37), Estratégia e Organização (de 0,97 para 2,81), Serviços Baseados em Dados (de 0,63 para 1,98) e Produtos Inteligentes (de 0,73 para 1,79). Em contrapartida, nas áreas em que as empresas portuguesas apresentam atualmente o melhor desempenho, como os Recursos Humanos e as Operações Inteligentes, são esperados aumentos médios relativamente pequenos. No primeiro caso, a média aumentaria de 2,10 para 2,68, enquanto no segundo passaria de 2,04 para 2,59. Em suma, as estimativas sugerem que as empresas têm uma compreensão bastante clara do seu estado atual de maturidade digital e, por conseguinte, estão a concentrar as suas ações futuras no reforço das suas áreas mais fracas.

Tabela 5.2 Maturidade digital por dimensão: Atual versus prevista (5 anos)

Dimensão	Classificação atual			Classificação esperada (5 anos)		
	Média	Min	Max	Média	Min	Max
Estratégia e Organização	0,97	0	4	2,81	1	5
Infraestrutura Inteligente	0,38	0	5	2,37	1	5
Operações Inteligentes	2,04	0	5	2,59	1	5
Produtos Inteligentes	0,73	0	5	1,79	1	5
Serviços Baseados em Dados	0,63	0	5	1,98	1	5
Recursos Humanos	2,10	0	5	2,68	1	5

A nível setorial, é importante recordar que, tal como apresentado na secção Resultados globais, os setores com melhor classificação são atualmente o Automóvel, o Vidro, os Moldes e o Turismo, enquanto os setores com pior desempenho são a Cerâmica e a Pedra. Os resultados sobre as expectativas futuras, apresentados na Tabela 4.36, mostram que os setores que têm atualmente um nível mais elevado de maturidade digital nas suas empresas são também aqueles em que estas empresas estão mais empenhadas em empreender uma transformação digital completa, com exceção do setor do Turismo, que poderá estar a ficar para trás. No setor dos Moldes, se as expectativas se concretizarem, cerca de 46% das empresas situar-se-iam no nível “especialista”, sendo este o nível predominante. Por outro lado, os setores que ocupariam a parte inferior da classificação seriam a Metalomecânica e o Agroalimentar, casos em que a empresa típica, representada pela empresa média, estaria ainda no nível “iniciado”.

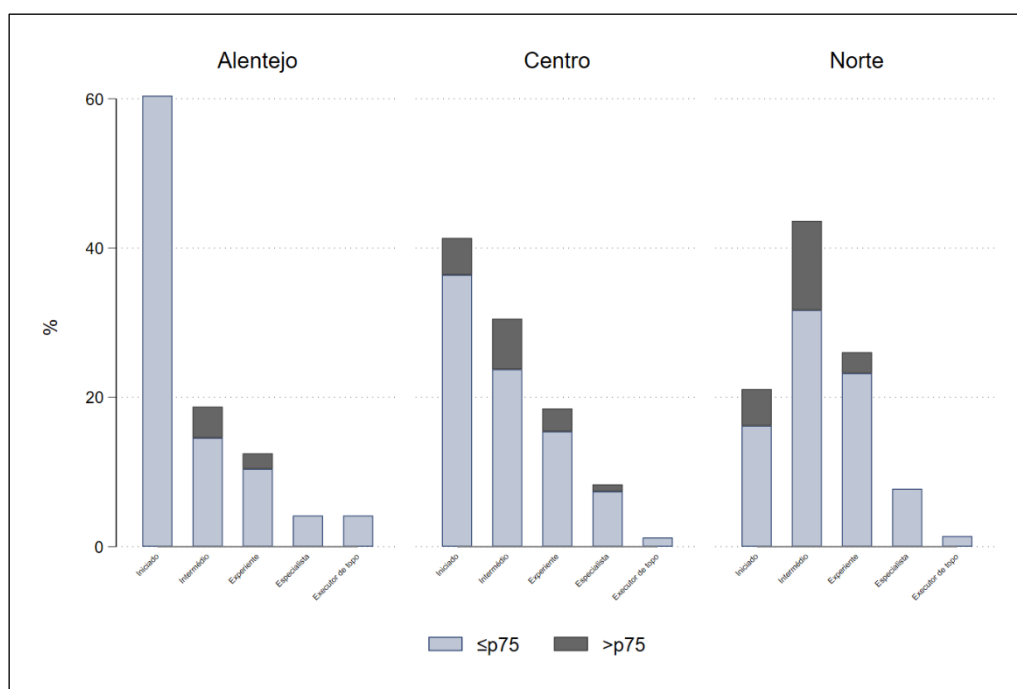
Tabela 5.3 Maturidade digital prevista (5 anos) por setor

Setor	Mediana	Iniciado	Intermédio	Experiente	Especialista	Executor de topo
Moldes	3,67	9,1%	27,3%	18,2%	45,5%	0,0%
Vidro	3,57	14,3%	28,6%	28,6%	28,6%	0,0%
Automóvel	3,10	29,6%	18,5%	37,0%	14,8%	0,0%
Têxtil	2,98	25,0%	27,3%	40,9%	4,6%	2,3%
Calçado	2,51	21,9%	59,4%	15,6%	3,1%	0,0%
Aeronáutica	2,41	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cerâmica	2,30	25,6%	51,3%	23,1%	0,0%	0,0%
Pedra	2,20	40,5%	48,7%	8,1%	0,0%	2,7%
Turismo	2,19	44,0%	30,7%	16,0%	8,0%	1,3%
Metalomecânica	1,97	50,5%	23,7%	15,1%	9,7%	1,1%
Agroalimentar	1,64	57,1%	26,5%	12,2%	4,1%	0,0%

Finalmente, a nível regional, as estimativas indicam que a mediana na região Norte aumentaria de 1,3 para 2,7, no Centro de 1,2 para 2,1, enquanto no Alentejo o aumento seria menor, de 0,86 para 1,35. Por outras palavras, os resultados confirmam que, em média, as empresas com maturidade i4.0 mais avançada hoje são também as mais proactivas no aprofundamento da sua transformação digital no futuro. Assim, em vez de se reduzirem, as assimetrias regionais tenderiam a exacerbar-se.

A Figura 5.3 complementa esta análise, mostrando a distribuição potencial dos níveis de maturidade da i4.0 por região, bem como a prontidão por nível. Os resultados confirmam o potencial atraso tecnológico que o Alentejo poderá registar, com cerca de 60% das empresas potencialmente localizadas no nível “iniciado” e uma baixa propensão para as empresas desse nível avançarem para o seguinte nível de maturidade digital. O nível “iniciante” é também predominante no Centro, mas em menor proporção (cerca de 41%), seguindo-se o nível “intermédio” com 31% e o nível “experiente” com cerca de 19%. No Norte, porém, o nível mais representativo seria o “intermédio”, que abrange cerca de 44 % do total das empresas incluídas na amostra. Além disso, neste nível, cerca de 27% das empresas estariam prontas para dar o salto para o nível “experiente”, enquanto no nível “experiente”, 11% das empresas estariam muito perto de atingir o nível “especialista”.

Figura 5.3 Maturidade digital prevista (5 anos) por região



Em resumo, as estimativas sobre a maturidade digital esperada para os próximos 5 anos sugerem que, se as expectativas das empresas se concretizarem, o nível típico em Portugal será “intermediário” e não “iniciado”. Além disso, os resultados indicam que as empresas parecem ter uma boa compreensão da sua situação atual em termos de maturidade i4.0, uma vez que as ações para acelerar a sua transformação digital se centrariam no reforço precisamente das dimensões em que enfrentam atualmente as maiores dificuldades, tais como Infraestrutura Inteligente, Estratégia e Organização, Serviços Baseados em Dados e Produtos Inteligentes. Por outro lado, os resultados do estudo indicam que as diferenças entre setores e entre regiões podem aumentar, pois os setores e as regiões que têm atualmente o melhor desempenho tecnológico são também os que mostram maior proatividade no reforço das competências digitais.

6 Conclusões

A Indústria 4.0, em conjunto com as tecnologias que lhe estão subjacentes, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial, a Blockchain, a Robótica, os Serviços na Nuvem e a Análise de *Big Data*, representa uma mudança estrutural nos processos de produção, distribuição e consumo, com potencial para melhorar o nível de vida da população. No entanto, a adoção deste paradigma pelas empresas não é um processo simples e muito menos automático. Exige uma transformação das rotinas que operam a todos os níveis da organização interna. As empresas com maior capacidade de absorção tecnológica, com potencial para aprender e adaptar-se dinamicamente a mercados cada vez mais turbulentos, terão mais sucesso no mercado. Pelo contrário, aquelas que se agarrarem demasiado aos seus processos tradicionais perderão gradualmente terreno junto dos consumidores, pondo em risco a sua própria sobrevivência.

Nestas circunstâncias, a iniciativa SHIFT2Future propôs-se realizar um diagnóstico abrangente sobre o grau de digitalização das empresas portuguesas, dando prioridade às regiões Norte, Centro e Alentejo, bem como aos setores da Aeronáutica, Agroalimentar, Automóvel, Calçado, Cerâmica, Metalomecânica, Moldes, Pedra, Turismo, Têxtil e Vidro. Para o efeito, foi utilizado um instrumento de diagnóstico que envolveu a participação de 555 empresas, cujos resultados constituíram a base de dados primária para este estudo. Para avaliar o nível de maturidade digital, foi aplicada uma metodologia centrada em seis aspetos essenciais da Indústria 4.0: Estratégia e Organização, Infraestrutura Inteligente, Operações Inteligentes, Produtos Inteligentes, Serviços Baseados em Dados e Recursos Humanos.

Os resultados do estudo indicam que as empresas portuguesas, embora numa fase intermédia, apresentam um nível mais elevado de maturidade digital nas áreas dos Recursos Humanos e das Operações Inteligentes. No que diz respeito aos Recursos Humanos, este desempenho relativamente positivo deve-se mais aos esforços das empresas para adquirir as competências em falta do que à presença atual dessas competências na sua força de trabalho. Quanto às Operações Inteligentes, o resultado favorável pode ser atribuído à utilização generalizada de serviços em nuvem e a uma implementação significativa de processos autónomos em áreas específicas. No entanto, os serviços de computação em nuvem não estão a ser totalmente explorados, uma vez

que se centram mais no armazenamento de informações do que na análise de dados. Além disso, a integração das informações dos consumidores e dos fornecedores é ainda limitada.

Nas outras dimensões, as competências digitais são ainda insuficientes, nomeadamente na área da Infraestrutura Inteligente, que regista a classificação mais baixa. Nesta dimensão, as empresas caracterizam-se por uma limitada implementação e integração de hardware, sobretudo ao nível da comunicação máquina-máquina e máquina-sistema. No entanto, têm-se registado progressos na implementação de modelos digitais e na recolha de dados nos processos de produção e distribuição. A dimensão seguinte, com a classificação mais baixa, é a dos Serviços Baseados em Dados, onde se observa que as empresas não estão a utilizar a informação recolhida para desenvolver novos serviços, quer para os consumidores, quer para outras empresas da cadeia de valor. Esta falta de desenvolvimento de novos serviços resulta num retorno financeiro limitado e, conseqüentemente, numa fraca exploração das vantagens da Indústria 4.0.

Relativamente aos Produtos Inteligentes, as estimativas mostram uma incorporação incipiente das funcionalidades TIC nos bens e serviços oferecidos, bem como uma utilização escassa da informação recolhida para melhorar os processos-chave da empresa relacionados com o fabrico, a distribuição e a comercialização dos produtos. Finalmente, na dimensão Estratégia e Organização, o estudo sugere que a maioria das empresas utiliza dados e tecnologia na gestão de várias das suas operações e está a fazer investimentos digitais significativos. No entanto, de um modo geral, não conceberam nem implementaram uma estratégia abrangente para a Indústria 4.0, o que poderá tornar outros esforços menos eficazes.

A avaliação combinada de todas as dimensões revela que a empresa típica em Portugal se encontra nas fases iniciais da sua transformação digital, ou seja, no nível “iniciado”, mostrando também uma baixa propensão para atingir níveis mais elevados de classificação. Porém, é importante notar que existe uma grande diversidade dentro das empresas, coexistindo em cada setor tanto empresas em fase inicial como um pequeno grupo de empresas especializadas ou com elevado desempenho. Estas últimas parecem estar a tirar o máximo partido da Indústria 4.0 e é provável que tenham um melhor desempenho nos mercados.

A análise setorial coloca as indústrias Automóvel, Moldes, Vidro e Turismo no topo do ranking, enquanto os setores da Cerâmica e da Pedra apresentam o desempenho mais baixo. Os setores Automóvel e Moldes também se destacam por apresentarem um desempenho consistentemente superior em todas as dimensões do modelo de diagnóstico de base (exceto nos Serviços Baseados em Dados). Em termos das regiões priorizadas, o Norte mostra um nível de maturidade mais elevado na maioria das dimensões da transformação digital, enquanto o Alentejo regista a situação oposta. Contudo, é importante notar que, mesmo no Norte e nos setores líderes, a empresa média está apenas no nível “iniciado”.

Por último, o exercício prospetivo sugere que as empresas estão conscientes das suas deficiências e, por conseguinte, prestariam mais atenção nos próximos cinco anos ao reforço das áreas da Indústria 4.0 com pior classificação. Além disso, esta parte da análise indica que as empresas mais bem classificadas são também as mais pró-ativas na aceleração da transformação digital, o que, por sua vez, poderia aumentar as disparidades entre empresas, setores e regiões.

Os resultados deste estudo podem orientar a ação governamental, tanto a nível nacional como regional, para estabelecer os incentivos adequados, facilitar o acesso ao financiamento e à tecnologia, preservando simultaneamente o nível concorrencial das indústrias. Desta forma, tanto o setor produtivo como a população em geral podem beneficiar plenamente deste novo ciclo do paradigma das TIC. A conceção destas políticas deve centrar-se no reforço das áreas fracas e na valorização das áreas fortes, dando prioridade às empresas que naturalmente demonstram maior proatividade e flexibilidade na adoção deste tipo de tecnologias. Este objetivo torna-se imperativo para ultrapassar a estagnação produtiva que a economia portuguesa tem experimentado desde o início do novo século.

7 Referências

- Ammirato, S., Felicetti, A. M., Linzalone, R., Corvello, V., & Kumar, S. (2023). Still our most important asset: A systematic review on human resource management in the midst of the fourth industrial revolution. *Journal of Innovation and Knowledge*, *8*(3), 100403.
- Ayala, N. F., Paslauski, C. A., Ghezzi, A., & Frank, A. G. (2017). Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for servitization of manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *193*(August), 538–553.
- Buhalis, D., & Sinarta, Y. (2019). Real-time co-creation and newness service: lessons from tourism and hospitality. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, *36*(5), 563–582.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, *204*(July), 383–394.
- Dosi, G., & Nelson, R. R. (2010). Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes. In B. Hall & N. Rosenberg (Eds.), *Handbook of Economics of Innovation* (pp. 52–127). North-Holland.
- Flores, E., Xu, X., & Lu, Y. (2020). Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *31*(4), 687–703.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *210*(September 2018), 15–26.
- Goedhuys, M., & Sleuwaegen, L. (2016). High-growth versus declining firms: the differential impact of human capital and R&D. *Applied Economics Letters*, *23*(5), 369–372.
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. *Journal of Management Studies*, *58*(5), 1159–1197.
- Jones, C. I., & Romer, P. M. (2010). The New Kaldor Facts: Ideas, Institutions, Population, and Human Capital. *American Economic Journal: Macroeconomics*, *2*(1), 224–245.

- Kato, M., Okamuro, H., & Honjo, Y. (2015). Does Founders' human capital matter for innovation? Evidence from Japanese start-ups. *Journal of Small Business Management*, *53*(1), 114–128.
- Lazonick, W. (2016). Innovative Enterprise and the Theory of the Firm. *The Political Quarterly*, *86*(S1), 77–97.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, *3*, 18–23.
- Li, L., Tong, Y., Wei, L., & Yang, S. (2022). Digital technology-enabled dynamic capabilities and their impacts on firm performance: Evidence from the COVID-19 pandemic. *Information and Management*, *59*(8), 103689.
- Lim, C. H., Kim, M. J., Heo, J. Y., & Kim, K. J. (2018). Design of informatics-based services in manufacturing industries: case studies using large vehicle-related databases. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *29*(3), 497–508.
- Mahmood, T., & Mubarik, M. S. (2020). Balancing innovation and exploitation in the fourth industrial revolution: Role of intellectual capital and technology absorptive capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, *160*(June), 120248.
- Porter, M., & Heppelmann, J. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, *94*(24).
- Rapaccini, M., Sacconi, N., Kowalkowski, C., Paiola, M., & Adrodegari, F. (2020). Navigating disruptive crises through service-led growth: The impact of COVID-19 on Italian manufacturing firms. *Industrial Marketing Management*, *88*(May), 225–237.
- Remane, G., Hanelt, A., Nickerson, R. C., & Kolbe, L. M. (2017). Discovering digital business models in traditional industries. *Journal of Business Strategy*, *38*(2), 41–51.
- Santarelli, E., & Vivarelli, M. (2007). Entrepreneurship and the process of firms' entry, survival and growth. *Industrial and Corporate Change*, *16*(3), 455–488.
- Sorescu, A. (2017). Data-Driven Business Model Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, *34*(5), 691–696.
- Syverson, C. (2011). What Determines Productivity? *Journal of Economic Literature*, *49*(2), 326–365.

- Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., & Sui, F. (2018). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(9–12), 3563–3576.
- Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Kusiak, A. (2018). Data-driven smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 157–169.
- Teece, D. J. (2017). Towards a capability theory of (innovating) firms: Implications for management and policy. *Cambridge Journal of Economics*, 41(3), 693–720.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122(November 2019), 889–901.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016, 1–10.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158–168.
- Wang, X., Xu, Z., Qin, Y., & Skare, M. (2023). The role of digital technologies in firms' performance: A panel data study on family firms and SMEs. *Journal of Competitiveness*, 15(2), 151–166.

8 Índice de Figuras

<i>Figura 2.1 Diagrama do processo da ferramenta SHIFTo4.0</i>	9
<i>Figura 2.2 Níveis de maturidade i4.0</i>	10
<i>Figura 2.3 Estrutura do modelo de avaliação da maturidade i4.0</i>	11
<i>Figura 3.1 Distribuição da amostra por dimensão da empresa</i>	13
<i>Figura 3.2 Distribuição da amostra por setor</i>	14
<i>Figura 3.3 Distribuição da amostra por nível de conhecimento do conceito i4.0</i>	14
<i>Figura 3.4 Distribuição da amostra por conselho</i>	15
<i>Figura 3.5 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e dimensão (trabalhadores)</i>	15
<i>Figura 3.6 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e setor</i>	16
<i>Figura 3.7 Distribuição da amostra por região (NUTSII) e nível de conhecimento do conceito i4.0</i>	16
<i>Figura 4.1 Distribuição estatística da classificação global</i>	18
<i>Figura 4.2 Distribuição da amostra por nível de maturidade i4.0</i>	19
<i>Figura 4.3 Níveis de maturidade da i4.0 por dimensão da empresa</i>	20
<i>Figura 4.4 Distribuição estatística da classificação geral por setor</i>	21
<i>Figura 4.5 Distribuição da amostra por setor e nível de maturidade i4.0</i>	22
<i>Figura 4.6 Distribuição estatística da classificação geral por região</i>	23
<i>Figura 4.7 Distribuição da amostra por região e nível de maturidade i4.0</i>	23
<i>Figura 4.8 Distribuição estatística da classificação geral por nível de conhecimento do conceito i4.0</i>	24
<i>Figura 4.9 Maturidade digital média dos setores por dimensão</i>	27
<i>Figura 4.10 Maturidade digital média das regiões por dimensão</i>	28
<i>Figura 4.11 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Estratégia e Organização</i>	29
<i>Figura 4.12 Distribuição dos níveis de maturidade da i4.0 por tema - Estratégia e Organização</i>	30
<i>Figura 4.13 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Estratégia e Organização</i>	34
<i>Figura 4.14 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Infraestrutura Inteligente</i>	35

<i>Figura 4.15 Distribuição dos níveis de maturidade i4.0 por tema - Infraestrutura Inteligente ...</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4.16 Disponibilidade de funcionalidades de hardware.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4.17 Recolha de dados de equipamentos e processos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4.18 Formas de recolha de dados.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4.19 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Infraestrutura Inteligente.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4.20 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Operações Inteligentes.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4.21 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 por tema - Operações Inteligentes.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4.22 Utilização de serviços em nuvem</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4.23 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Operações Inteligentes</i>	<i>52</i>
<i>Figura 4.24 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Produtos Inteligentes.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4.25 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 por tema - Produtos Inteligentes.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.26 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Produtos Inteligentes.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 4.27 Distribuição por níveis de maturidade i4.0 - Serviços Baseados em Dados.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.28 Distribuição por nível de maturidade i4.0 por tema - Serviços Baseados em Dados</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4.29 Perguntas sobre a importância dos Serviços Baseados em Dados.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4.30 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Serviços Baseados em Dados</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4.31 Distribuição por nível de maturidade i4.0 - Recursos Humanos</i>	<i>70</i>
<i>Figura 4.32 Distribuição dos níveis de maturidade i4.0 por tema - Recursos Humanos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 4.33 Competências existentes em domínios-chave da i4.0.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 4.34 Esforços para adquirir as competências digitais em falta.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 4.35 Distribuição por região e níveis de maturidade i4.0 - Recursos Humanos.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 5.1 Distribuição estatística atual versus distribuição estatística prevista (5 anos) do nível de maturidade i4.0.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 5.2 Distribuição da amostra por nível de maturidade i4.0 previsto (5 anos).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 5.3 Maturidade digital prevista (5 anos) por região</i>	<i>83</i>

9 Índice de Tabelas

<i>Tabela 4.1 Classificação geral do nível de maturidade i4.0</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 4.2 Classificação geral por categoria de dimensão das empresas</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 4.3 Avaliação por dimensão do modelo base</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 4.4 Avaliação do grau de maturidade do i4.0 por tema - Estratégia e Organização</i>	<i>29</i>
<i>Tabela 4.5 Grau de implementação da estratégia i4.0 das empresas da amostra</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 4.6 Áreas de gestão da inovação das empresas da amostra</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 4.7 Maturidade digital na Estratégia e Organização por setor</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 4.8 Maturidade digital média por tema e setor - Estratégia e Organização</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 4.9 Maturidade digital média por tema e região – Estratégia e Organização</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 4.10 Avaliação da maturidade do i4.0 por tema - Infraestrutura Inteligente.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 4.11 Utilização dos dados recolhidos.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 4.12 Maturidade digital da Infraestrutura Inteligente por setor.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 4.13 Maturidade digital média por tema e setor - Infraestrutura Inteligentes.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 4.14 Maturidade digital média por tema e região - Infraestrutura Inteligente</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 4.15 Avaliação da maturidade i4.0 por tema - Operações Inteligentes.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 4.16 Implementação de processos autónomos, reativos e reajustáveis.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 4.17 Integração da informação das áreas operacionais com o sistema central.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 4.18 Maturidade digital nas Operações Inteligentes por setor.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 4.19 Maturidade digital média por tema e setor - Operações Inteligentes</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 4.20 Maturidade digital média por tema e região - Operações Inteligentes.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 4.21 Funcionalidades TIC dos produtos.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 4.22 Objetivo da análise dos dados dos Produtos Inteligentes</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 4.23 Maturidade digital em Produtos Inteligentes por setor</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 4.24 Maturidade digital média por tema e setor - Produtos Inteligentes.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabela 4.25 Maturidade digital média por tema e região - Produtos Inteligentes.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 4.26 Maturidade digital em Serviços Baseados em Dados por setor</i>	<i>65</i>

<i>Tabela 4.27 Maturidade digital média por tema e setor - Serviços Baseados em Dados</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 4.28 Maturidade digital média por tema e região - Serviços Baseados em Dados.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabela 4.29 Maturidade digital nos Recursos Humanos por setor.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 4.30 Maturidade digital média por tema e setor - Recursos Humanos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 4.31 Maturidade digital média por tema e região - Recursos Humanos.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 5.1 Classificação global do nível de maturidade i4.0 previsto para os próximos 5 anos..</i>	<i>79</i>
<i>Tabela 5.2 Maturidade digital por dimensão: Atual versus prevista (5 anos).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabela 5.3 Maturidade digital prevista (5 anos) por setor.....</i>	<i>82</i>



ECONOMIA E MAR

