

Glossário

Mudança tecnológica

Processo através do qual as novas tecnologias são desenvolvidas e introduzidas para utilização. Pode incluir a invenção de novas ferramentas, equipamentos, processos e sistemas que melhoram a produtividade, a eficiência e a qualidade de vida. A mudança tecnológica leva muitas vezes a mudanças no mercado de trabalho, à medida que alguns empregos são transformados ou substituídos por novas tecnologias. Podem também surgir novas profissões e novos empregos relacionados com as novas tecnologias.

Digitalização

Uso de tecnologias digitais para alterar modelos de negócio e fornecer novas oportunidades de receita e criação de valor. Transforma a forma como o trabalho é feito, como as empresas operam e como os serviços são prestados, afetando vários setores da economia.

Automação

Uso de tecnologia para realizar tarefas que anteriormente eram desempenhadas por humanos. Pode envolver o uso de máquinas, robôs e sistemas computadorizados para controlar processos, fabricar produtos ou prestar serviços. A automação pode aumentar a eficiência e reduzir custos, e também pode levar à substituição de certos empregos.

Inteligência artificial (IA)

Simulação da inteligência humana através de máquinas que são programadas para pensar e aprender como humanos. Estes sistemas podem realizar tarefas como resolução de problemas, tomada de decisões e reconhecimento de padrões. A IA é utilizada em várias aplicações, incluindo reconhecimento de voz, análise de imagens e veículos autónomos.

Exposição à tecnologia

Medida em que diferentes empregos ou profissões são afetados por mudanças tecnológicas. Indica a probabilidade de um determinado emprego ser influenciado, transformado ou substituído por novas tecnologias.

1. Sumário executivo

Este trabalho explora os potenciais efeitos da digitalização, sob a forma da automação e da inteligência artificial, no mercado de trabalho português, através de uma abordagem analítica que categoriza profissões com base na sua exposição a estes avanços tecnológicos, e destaca tanto as oportunidades como os desafios que se avizinham para a força de trabalho em Portugal.

A análise atribui a cada profissão da força de trabalho um de quatro «terrenos de digitalização», os quais refletem o potencial de transformação ou o risco de obsolescência tecnológica, consoante o grau de exposição à inteligência artificial (IA) ou à automação. As «profissões em ascensão», associadas a competências avançadas e à especialização tecnológica, particularmente com a inteligência artificial, estão posicionadas para impulsionar o crescimento económico futuro. Por outro lado, as «profissões em colapso» correm sérios riscos de extinção, dada a sua vulnerabilidade à disrupção tecnológica. O «terreno dos humanos», o mais representativo em Portugal, agrupa os empregos que, correndo baixo risco de automação, também não têm potencial para serem alavancados pela IA. Já os trabalhadores no «terreno das máquinas» são relativamente poucos

(e com tendência a diminuir), mas poderão vir a beneficiar da complementaridade com a IA.

O estudo coloca em evidência a necessidade de formação e desenvolvimento de competências, no sentido de preparar a força de trabalho para as exigências de uma economia digitalizada, destacando a importância de rever os currículos académicos de modo a dar maior relevo à literacia digital, à IA e ao uso de tecnologias de automação. Particularmente, enfatizamos a crescente importância, na força de trabalho digitalizada, das competências interpessoais, como as que se referem à comunicação, à criatividade e à resolução de problemas. Estas competências são menos suscetíveis à automação e são cruciais para a empregabilidade a longo prazo. Promover as competências interpessoais através da educação e de programas de desenvolvimento profissional é essencial para garantir que os trabalhadores se mantenham competitivos num mercado de trabalho em rápida mudança. O estudo destaca também a necessidade de implementar medidas de proteção social direcionadas e incentivos à requalificação, com vista a apoiar os trabalhadores nas «profissões em colapso». Estes trabalhadores são particularmente vulneráveis aos impactos negativos da digitalização, e é essencial aplicar medidas proativas para os ajudar a tirar partido de oportunidades de emprego mais sustentáveis.

2. Principais mensagens

- + O rápido avanço da digitalização, da IA e da automação está a reconfigurar o mercado de trabalho português. Os quatro «terrenos de digitalização» traduzem distintos graus de exposição a estas mudanças tecnológicas e exigem estratégias de adaptação ajustadas a cada um deles.
- + Existem disparidades salariais significativas entre os «terrenos de digitalização». As «profissões em ascensão» têm rendimentos do trabalho mais elevados, devido às suas exigências avançadas ao nível das competências digitais, enquanto as «profissões em colapso» enfrentam vulnerabilidades económicas.

- + Estas disparidades podem ser mitigadas através de incentivos à requalificação e aquisição de competências que permitam aos trabalhadores nas «profissões em colapso» transitar para profissões menos vulneráveis e mais bem remuneradas. O processo de requalificação e transição deve ser acompanhado de medidas de proteção social que assegurem a estabilidade financeira dos trabalhadores durante o período de adaptação, minimizando o impacto da perda de rendimentos e incentivando a participação em programas de formação.
- + As lacunas na formação académica e na aquisição de competências representam um grande desafio na preparação da força de trabalho para uma economia digitalizada. Afigura-se essencial alinhar os currículos académicos com o uso e a aplicação das tecnologias de IA e automação, fomentando parcerias entre a indústria e as instituições académicas para dotar os trabalhadores com as competências necessárias para o mercado de trabalho do futuro.

+ As disparidades regionais na exposição às tecnologias digitais sugerem que alguns distritos são mais vulneráveis à automação destrutiva de empregos do que outros. Para garantir que todas as regiões possam lidar eficazmente com os impactos da digitalização, são necessárias estratégias de desenvolvimento específicas para cada distrito, focadas na inovação e na diversificação setorial.

+ Os modelos de linguagem de IA, como o ChatGPT, terão implicações generalizadas em muitas profissões. Embora alguns empregos possam ser substituídos, muitos beneficiarão da complementaridade entre a IA e o trabalho humano, particularmente em profissões que exigem competências cognitivas avançadas.

+ Competências interpessoais, como as de comunicação e criatividade, estão a tornar-se cada vez mais importantes na força de trabalho digitalizada. Promover estas competências através da formação e do desenvolvimento profissional é essencial para garantir que os trabalhadores prosperem em profissões menos suscetíveis à automação.

+ A requalificação é necessária tanto para os trabalhadores como para os gestores, garantindo o seu alinhamento com as competências dos jovens qualificados e as necessidades do mercado. É essencial implementar programas de formação contínua e parcerias com instituições de ensino, de modo a evitar o subaproveitamento de talento.

3. Introdução

Numa era marcada por rápidos avanços tecnológicos, é fundamental compreender a natureza evolutiva do trabalho. A digitalização, na forma da automação e da inteligência artificial (IA), está a redefinir o mercado de trabalho, obrigando as sociedades a repensarem o futuro do emprego. Este *policy paper* estuda os efeitos da digitalização (IA e automação) sobre a força de trabalho em Portugal. Integrando vários sistemas de classificação de profissões e dados sobre o emprego, pretendemos fornecer uma visão global dos desafios e das oportunidades que se avizinharam para o mercado de trabalho em Portugal.

Por automação (do trabalho) entende-se o uso de tecnologia (nomeadamente *software* e máquinas) para desempenhar tarefas que são tradicionalmente levadas a cabo por trabalhadores humanos. Alguns exemplos populares de tecnologias de automação são a robotização, o *machine learning*, o controlo de máquinas por via de computadores e o uso de programas informáticos para desempenhar tarefas repetitivas. No contexto deste trabalho, optámos por distinguir a inteligência artificial das tecnologias de automação porque incluímos na categoria de

IA apenas aplicações concretas que se distinguem por fortes interações pessoa-máquina, envolvendo, nomeadamente, reconhecimento, identificação e criação de imagens, compreensão e modelação de linguagem escrita ou falada (ver Felten *et al.*, 2021). Esta distinção é, naturalmente, uma simplificação, já que algumas destas aplicações de IA podem (ou poderão) também ser usadas para automatizar tarefas. Contudo, como mostramos adiante, existe evidência científica segundo a qual estas tecnologias são sobretudo complementares ao trabalho humano, e não tanto substitutas.

Os avanços tecnológicos podem levar à obsolescência de certas tarefas realizadas por humanos, mas também abrem caminho para a criação de novas atividades onde o trabalho humano é mais eficiente (Acemoglu e Restrepo, 2019).

A digitalização (o processo de transformar práticas empresariais através do uso de ferramentas digitais) tem um efeito dicotómico sobre o trabalho (Fossen e Sorgner, 2019). Por um lado, pode substituir o trabalho humano — «digitalização destrutiva», por via da automação de tarefas cada vez mais complexas (Hitomi, 1994). Por outro lado, pode ser favorável e complementar

ao trabalho humano — «digitalização transformativa» —, conforme se verifica com a utilização da IA, uma tecnologia versátil cuja aplicação numa variedade crescente de atividades depende da contribuição humana para a sua evolução. Independentemente dos seus efeitos opostos no emprego, estas duas facetas da digitalização contribuem para melhorar a produtividade (Cette *et al.*, 2021), seja através da redução de custos resultante da automação de tarefas (destruindo empregos), seja através do aumento da capacidade produtiva de cada empregado (transformando empregos). Adicionalmente, a difusão do uso da IA permite introduzir novas tarefas inovadoras, em que o trabalho humano tem vantagem sobre o tecnológico (por exemplo, especialistas em aprendizagem automática, cibersegurança e ética no uso de IA).

A automação nos dias de hoje é predominantemente impulsionada pelo uso de computadores. O processo de automação contemporâneo engloba a robótica e as tecnologias de aprendizagem automática (Frey e Osborne, 2017). Diversos estudos apontam para elevados níveis de risco de automação do emprego em todo o mundo. Por exemplo, segundo Manyika *et al.* (2017), 45% das tarefas humanas podem ser automatizadas

em países industrializados com a tecnologia atual. Frey e Osborne (2017) sugerem que quase metade do emprego nos EUA enfrenta uma elevada probabilidade de automação. No entanto, outros estudos oferecem uma visão menos pessimista, prevendo impactos menos graves. Arntz *et al.* (2016, 2017) estimam que apenas cerca de 9% dos empregos na OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) estão realmente em risco de automação, e Dengler e Matthes (2018) apresentam resultados semelhantes para o mercado de trabalho alemão.

Abordando especificamente a automação em Portugal, Duarte *et al.* (2019) preveem a destruição de cerca de 40% do emprego na indústria. Bowles (2014) antevê uma variação significativa na probabilidade de automação entre os países da União Europeia, com os países periféricos a exibirem maior vulnerabilidade e Portugal, em particular, com uma probabilidade de automação de 59%. Foster-McGregor *et al.* (2021) também apontam para um risco de automação em Portugal acima dos 50%. Josten e Lordan (2020) apresentam uma estimativa mais conservadora para o mercado de trabalho português, onde 36% do emprego é considerado totalmente automatizável. A falta de um consenso entre os estudos

publicados pode dever-se quer a diferenças metodológicas, quer ao uso de diferentes níveis de análise (Filippi *et al.*, 2023). Certo é que

mesmo as estimativas menos pessimistas apontam para o risco de uma percentagem significativa do trabalho em Portugal ser automatizada num futuro próximo.

A difusão do uso da IA deverá provocar mudanças significativas no mercado de trabalho. Empregos que anteriormente eram imunes aos efeitos da automação poderão ser automatizados com essa difusão (Acemoglu e Restrepo, 2018). À medida que as tecnologias de IA avançam, espera-se que superem o desempenho humano numa gama crescente de tarefas (Grace *et al.*, 2018; Tschang e Almirall, 2021). No entanto, a IA representa também uma força transformadora, suscetível de tornar o trabalho humano mais produtivo (Fossen e Sorgner, 2019, 2022). Acemoglu *et al.* (2022) reportam uma mudança significativa no mercado de trabalho dos EUA entre 2010 e 2018, marcada por um aumento do emprego relacionado com o uso de tecnologias digitais e IA (por exemplo, em profissões relacionadas com a produção de *machine learning* ou de processamento de linguagem natural, tipicamente

associadas a engenheiros de inteligência artificial ou cientistas de dados) e por uma diminuição no recrutamento para funções não relacionadas com essas tecnologias (como operadores administrativos e funções de inserção de dados). Para o mesmo período temporal, Alekseeva *et al.* (2021) relatam também um crescimento substancial na procura de competências em IA no mercado de trabalho dos EUA. Outros estudos (Damioli *et al.*, 2023; Yang, 2022) revelam que a proliferação de patentes de IA está positivamente correlacionada com a criação de emprego, sugerindo que a influência da IA pode, de facto, estar a aumentar as perspetivas de emprego.

Neste estudo, utilizamos um conjunto de indicadores concebidos para avaliar a exposição — ou vulnerabilidade — das profissões aos efeitos da digitalização. A nossa abordagem implicou criar uma nova taxonomia para categorizar as profissões de acordo com a sua exposição prevista à digitalização destrutiva e transformativa nos próximos anos. Isso permite-nos nomear quer os trabalhos que podem ser diminuídos ou eliminados pelos avanços digitais, quer aqueles que podem ser melhorados. Especificamente, adotámos o sistema de classificação desenvolvido por Fossen e Sorgner (2019) ao mercado de trabalho português,

classificando 120 profissões em quatro categorias (os «terrenos de digitalização»), com base na forma como são afetadas pela digitalização destrutiva ou transformativa: «profissões em ascensão», «terreno das máquinas», «terreno dos humanos» e «profissões em colapso». Em seguida, caracterizámos os trabalhadores em cada categoria quanto ao seu nível de instrução, competências e salário, com vista a identificar as competências exigidas ou dispensadas pela digitalização.

Ao contrário de estudos anteriores sobre os impactos da automação em Portugal, a nossa análise distingue entre efeitos destrutivos e efeitos transformativos da digitalização. Essa distinção parece-nos ser fundamental para os decisores políticos, uma vez que as políticas destinadas a atenuar os efeitos destrutivos não são necessariamente as mesmas que permitem promover os efeitos transformativos (Grigoli *et al.*, 2020; Schmidpeter e Winter-Ebmer, 2021).

Por outro lado, embora haja estudos anteriores que fornecem informações sobre os efeitos de algumas destas forças tecnológicas em setores de atividade específicos, a nossa análise tem uma abrangência nacional. Assim, este é o primeiro estudo sobre os impactos da digitalização, da inteligência artificial e da automação em todo o mercado de trabalho português.*

* Além dos trabalhos anteriormente mencionados, Boavida e Candeias (2021) investigaram as implicações das recentes tendências de automação, incluindo a IA, na produtividade industrial e no emprego no setor automóvel em Portugal. Moniz *et al.* (2022), centrando-se também no setor automóvel, investigaram os potenciais efeitos disruptivos da IA na organização do trabalho, no emprego e nos sistemas de relações industriais em Portugal. A análise de Alvarelhão *et al.* (2024) sobre a dinâmica do emprego e dos salários no setor da eletricidade revelou mudanças significativas na estrutura do emprego e nas tendências salariais devido à mudança tecnológica.

4. Dados e métodos

O objetivo analítico deste trabalho é identificar as profissões mais expostas à mudança tecnológica associada à digitalização (inteligência artificial e automação), considerando que estas tecnologias podem ter efeitos tanto de substituição do trabalho humano (lado destrutivo da digitalização) como de complementaridade ao trabalho humano (lado transformativo da digitalização). Identificadas as profissões mais expostas, prosseguimos com uma análise detalhada das qualificações e competências que as caracterizam. Nesta secção, descrevemos os dados e os procedimentos metodológicos da nossa análise.

4.1. Dados

Este estudo utiliza três fontes de dados: 1) dados administrativos sobre a força de trabalho portuguesa provenientes da base de dados Quadros de Pessoal; 2) dados sobre a exposição de profissões a novas tecnologias; 3) dados sobre os requisitos de competências por profissão da base de dados ESCO.

4.1.1. Quadros de Pessoal

A base de dados dos Quadros de Pessoal (QP) é uma fonte de dados administrativos, recolhidos pelo Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, que resulta do Relatório Único, de preenchimento anual obrigatório pelas empresas com pelo menos um trabalhador remunerado. Os QP cobrem uma grande proporção do mercado de trabalho português, excluindo parte da administração pública e os trabalhadores por conta própria. A manutenção desta base de dados tem como principais objetivos monitorizar as tendências e os padrões da estrutura empresarial, do emprego e das remunerações em todo o território nacional. Os QP são um recurso valioso para investigadores que estudam a dinâmica do mercado de trabalho, as relações de emprego e o desempenho económico de empresas e setores de atividade.*

Os dados recolhidos incluem informações sobre o empregador e os seus estabelecimentos, tais como tamanho, atividade económica, classificação da indústria e localização. Do lado dos trabalhadores, são providenciadas informações demográficas como idade, género e nível de escolaridade, assim como dados sobre remuneração, nível de qualificação do emprego, antiguidade na

* Aos investigadores, os dados são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística na forma de microdados longitudinais anonimizados, assegurando-se a privacidade dos empregadores e dos trabalhadores.

empresa e classificação da profissão de acordo com a Classificação Portuguesa de Profissões.

Para este trabalho, usámos a informação dos Quadros de Pessoal de 2021 (o ano mais recente disponível para os investigadores na altura da elaboração do estudo), que cobre mais de 3,2 milhões de trabalhadores em 280 mil empresas (330 mil estabelecimentos de trabalho).

4.1.2. Medidas de exposição à digitalização

As principais medidas de exposição utilizadas neste estudo são a probabilidade de automação, um indicador proposto por Frey e Osborne (2017), que associamos ao lado destrutivo da digitalização, e a exposição à inteligência artificial, um indicador desenvolvido por Felten *et al.* (2021), que associamos primordialmente à vertente transformativa. Estas medidas associam a cada profissão um valor de exposição à respetiva família de tecnologias (automação e IA). Estes valores de exposição são baseados em expectativas futuras (ou previsões) de desenvolvimentos tecnológicos, de acordo com a avaliação de painéis de especialistas em desenvolvimento e aplicação destas tecnologias. Assim, estas medidas consideram não apenas os avanços tecnológicos atuais,

mas também os desenvolvimentos esperados no futuro.* É importante salientar que estas medidas dizem respeito à profissão e não ao trabalhador. Tendo em conta que, no âmbito da mesma profissão, diferentes trabalhadores desempenham tarefas diferentes (inclusive dentro da mesma empresa), estas medidas de exposição podem ser entendidas como níveis médios de exposição associados a cada profissão.

Por fim, devido à crescente popularização, nos últimos anos, do uso de «modelos de linguagem» (*large language models* — LLM), dos quais o ChatGPT é a concretização mais conhecida, dedicámos uma secção deste estudo à apreciação da exposição da força de trabalho portuguesa a este sub-ramo da IA. Para realizar esta análise, utilizámos a medida de exposição aos LLM proposta por Felten *et al.* (2023). Esta medida é também baseada nas expectativas de painéis de especialistas quanto ao impacto futuro dos LLM, na sequência das medidas propostas por Felten *et al.* (2021).

Todas estas medidas de exposição foram desenvolvidas com base no SOC (Standard Occupational Classification), a classificação de profissões dos EUA. Para aplicar estas medidas ao mercado de trabalho em Portugal, recorreremos

* Por exemplo, a medida de exposição à IA foi construída ligando dez aplicações de IA (jogos de estratégia abstrata, jogos de vídeo em tempo real, reconhecimento de imagens, resposta visual a perguntas, criação de imagens, compreensão de leitura, modelação de linguagem, tradução, reconhecimento de voz e reconhecimento de faixas instrumentais) a 52 capacidades humanas (por exemplo, compreensão oral, expressão oral, raciocínio indutivo, estabilidade mão-braço, etc.).

a uma tabela de conversão entre o SOC e o ISCO-08 (International Standard Classification of Occupations 2008), a classificação internacional normalizada de profissões, desenvolvida pela Organização Internacional do Trabalho, que é aplicada pela União Europeia e pela OCDE. A classificação ISCO-08 tem uma relação direta com a CPP 2010 (Classificação Portuguesa das Profissões, versão de 2010), permitindo assim associar a cada profissão em Portugal um valor da exposição aos dois lados da digitalização (destrutivo e transformativo). Neste estudo, focámo-nos em 122 profissões. A nossa análise é feita com recurso à Classificação Portuguesa das Profissões 2010, que organiza as ocupações por categorias baseadas em semelhanças de funções, ao nível de agregação de três dígitos (isto significa que as profissões são classificadas de acordo com um código de três dígitos). A agregação a este nível permite que cada uma das categorias de profissão tenha dimensão significativa em termos de emprego, ainda que mantendo um nível de granularidade que consideramos suficientemente rico, sem excesso de detalhe. Em 2021, nos Quadros de Pessoal, estão identificadas a este nível 122 profissões distintas. Contudo, para duas profissões («Profissionais de nível intermédio

da medicina tradicional e complementar» e «Prestador de serviços na rua») não existe correspondência com as medidas de exposição tecnológica. Assim, a nossa análise cobre 120 categorias de profissões (a três dígitos).

4.1.3. ESCO

A base de dados ESCO (European Skills, Competences, Qualifications, and Occupations) é a classificação europeia de competências/ aptidões, qualificações e profissões, uma iniciativa desenvolvida pela Comissão Europeia para apoiar a integração e a transparência do mercado de trabalho em toda a Europa [\[link\]](#). A ESCO associa a cada profissão (de acordo com a classificação ISCO-08 referida anteriormente) uma lista de competências e conhecimentos exigidos ou opcionais (ou seja, que dependem do contexto em que o trabalho é levado a cabo) para o desempenho dessa profissão. Embora a ESCO apresente uma longa lista de competências, para uma análise mais parcimoniosa usámos o nível mais agregado dessa classificação, que resulta em oito famílias de competências:

A ESCO descreve a composição de cada profissão em termos destas oito famílias de competências, atribuindo a cada competência um peso. Por exemplo, a profissão «empregado/a de limpeza em casas particulares» tem a seguinte composição: manusear e movimentar (82,35%), prestar assistência e cuidados (8,82%), competências em informação (5,88%), comunicação, colaboração e criatividade (2,94%); as restantes competências têm peso zero nesta profissão.*

Os terrenos de digitalização

O conceito «terrenos de digitalização», introduzido por Fossen e Sorgner (2019), oferece uma classificação de profissões de acordo com os impactos destrutivo e transformativo da digitalização no mercado de trabalho. As profissões são classificadas com base em duas dimensões-chave: a sua exposição aos efeitos destrutivos da digitalização e a sua capacidade de transformação. Neste estudo, aplicámos uma versão adaptada da classificação de Fossen e Sorgner (2019), utilizando duas medidas de exposição tecnológica por profissão no mercado de trabalho português, com base nas expectativas de impactos futuros. Especificamente, utilizámos a medida de exposição

à IA (transformativa) proposta por Felten *et al.* (2021) e a probabilidade de automação (destrutiva) avançada por Frey e Osborne (2017).**

A tipologia de Fossen e Sorgner classifica cada profissão num de quatro terrenos de digitalização, com base na exposição dessa profissão às duas vertentes da digitalização. Estes terrenos de digitalização, apresentados na tabela 1, abarcam as trajetórias potenciais das profissões face à digitalização. Quando uma profissão tem um grau de exposição aos efeitos transformativos acima de um limite predeterminado, dizemos que essa profissão tem «alta exposição a efeitos transformativos», ao passo que terá uma «baixa exposição» se estiver abaixo desse limite. A mesma lógica se aplica à exposição a efeitos destrutivos. As «profissões em ascensão» representam atividades com elevado potencial transformador, mas com baixo risco de serem impactadas de forma destrutiva pela automação. Estas profissões estão bem posicionadas para crescer com as oportunidades apresentadas pelas tecnologias digitais, e a sua importância no mercado de trabalho irá aumentar. O «terreno das máquinas» inclui profissões que, embora tenham um significativo potencial transformador, também enfrentam um elevado risco de automação. Os empregos

* Informação ESCO desta profissão: [link].

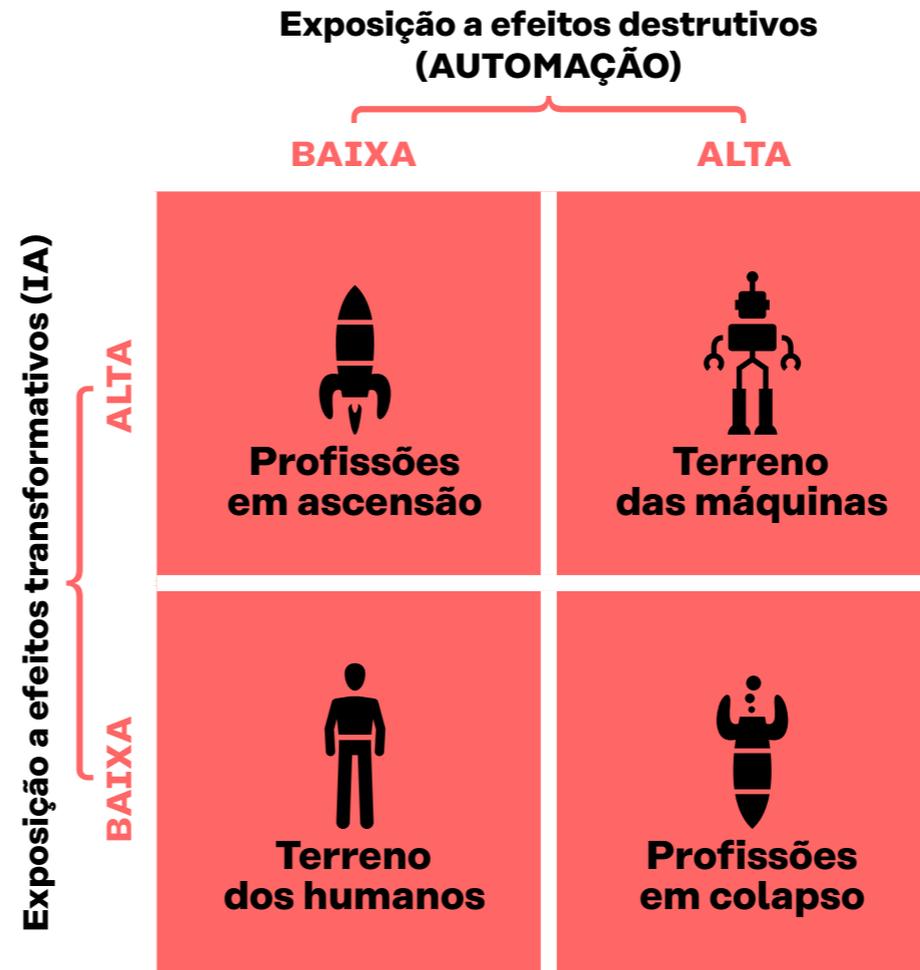
** A versão original da classificação de Fossen e Sorgner (2019) usa a medida de probabilidade de automação de Frey e Osborne (2017) e a medida de exposição à IA de Felten *et al.* (2018), a qual, ao contrário da de Felten *et al.* (2021), se baseia em patentes e não em expectativas de progresso tecnológico.

neste terreno estão numa encruzilhada, onde as mesmas forças tecnológicas que permitem a sua transformação também ameaçam a sua existência. As profissões no «terreno dos humanos» mostram resiliência face à disrupção digital, sendo caracterizadas por baixa exposição tanto transformativa como destrutiva. Estas atividades têm menor probabilidade de serem afetadas pela digitalização a curto prazo, mantendo a sua forma e função atuais. Por fim, as «profissões em colapso» são aquelas com potencial transformador mínimo e com elevada exposição destrutiva. Estas funções são as mais vulneráveis à digitalização, com grande probabilidade de se tornarem obsoletas devido aos avanços tecnológicos.

Neste trabalho, os limites que dividem as classes de alta e baixa exposição são definidos de acordo com os critérios prevaletentes na literatura científica: Frey e Osborne (2017) determinam que as profissões cuja probabilidade de automação está acima dos 70% são profissões altamente expostas aos efeitos destrutivos; de acordo com Fossen e Sorgner (2019), as profissões cuja exposição à inteligência artificial está acima da exposição média são profissões altamente expostas aos efeitos transformativos.*

T1. Terrenos de digitalização

Fonte: Fossen e Sorgner (2019).



* A exposição média refere-se à média da variável em estudo. Por exemplo, o índice original de Felten *et al.* (2021) atribui um valor de exposição à IA para 774 profissões segundo a classificação SOC (Standard Occupational Classification). A média desse valor entre as 774 profissões é 0,6. Assim, consideramos que as profissões com um indicador acima de 0,6 são altamente expostas, enquanto aquelas com um valor abaixo de 0,6 não são altamente expostas. Para o presente estudo, os códigos SOC de seis dígitos foram mapeados para os códigos de três dígitos da CPP 2010. Dessa forma, seguimos o mesmo critério: profissões com um valor acima de 0,6 são consideradas altamente expostas, enquanto aquelas com um valor abaixo de 0,6 não são altamente expostas.

5. Exposição da força de trabalho à automação e à inteligência artificial

Esta secção apresenta uma visão geral da exposição à automação (efeitos destrutivos) e à IA (efeitos transformativos) da força de trabalho portuguesa, identificando o modo como as profissões se distribuem pelos terrenos de digitalização e descrevendo-as em termos de qualificações e rendimentos.

A figura 1 apresenta a distribuição do emprego pelos terrenos de digitalização. As «profissões em ascensão» representam 22,5% do emprego, sendo a segunda classe menos populosa. Assim,

apenas menos de um quarto do emprego em Portugal tem potencial para usufruir de ganhos de produtividade relacionados com a IA, estando ao mesmo tempo resguardado dos efeitos destrutivos da automação.

Estas são as profissões mais promissoras para o futuro, de elevado valor acrescentado e essenciais para alavancar o crescimento económico. As profissões altamente expostas aos efeitos transformativos («profissões em ascensão» e no «terreno das máquinas») contabilizam pouco mais de 35% do total do emprego em 2021. Isto sugere que

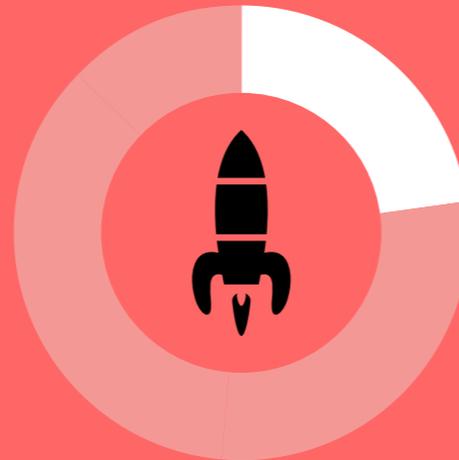
a larga maioria do emprego não está posicionada para desfrutar dos efeitos positivos que podem advir da complementaridade da inteligência artificial com o trabalho humano.

Dada a prevalência do uso de tecnologia no «terreno das máquinas», poderá haver, nesta categoria, relativamente poucas oportunidades para o trabalho humano no futuro. Aliás, essa realidade pode já estar presente, uma vez que neste terreno se encontram apenas 13% dos trabalhadores.*

Por outro lado, uma proporção semelhante (35,7%) do emprego encontra-se em profissões no «terreno dos humanos», caracterizado por baixa exposição tanto aos efeitos transformativos como aos efeitos destrutivos.

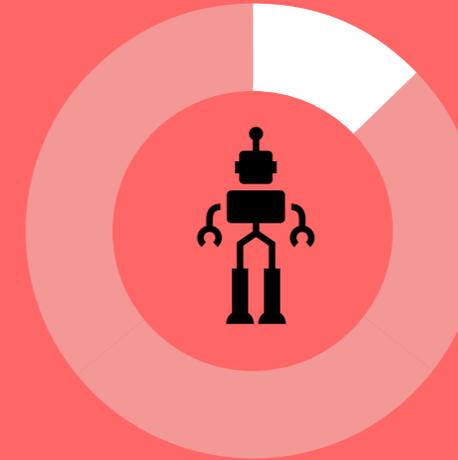
* Apesar de a análise neste documento se referir apenas a um ano, fizemos também uma análise exploratória de 2010 a 2021. As proporções de emprego em cada terreno de digitalização mantiveram-se estáveis nesse período temporal, sofrendo apenas muito pequenas alterações (em 2010: 21,99% nas «profissões em ascensão», 12,82% no «terreno das máquinas», 36,41% no «terreno dos humanos», 28,77% nas «profissões em colapso»). Também não se observam diferenças relevantes entre os terrenos no ritmo de crescimento das remunerações nem das qualificações. Por estas razões, optámos por focar toda a análise apenas em 2021, considerando que este ano é representativo da maioria do intervalo de tempo.

22,5%



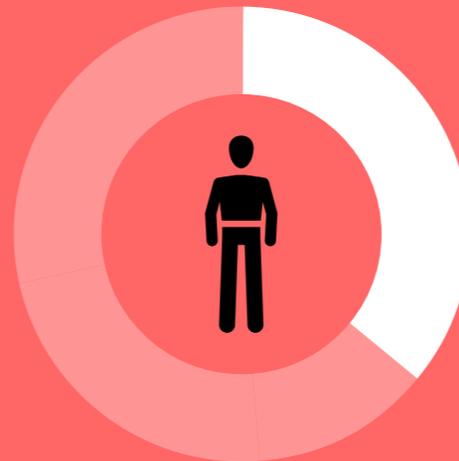
Profissões em ascensão

12,9%



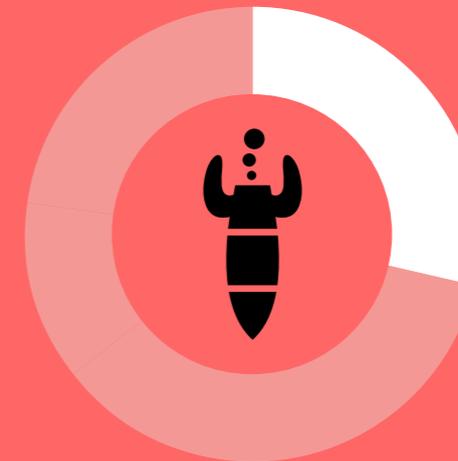
Terreno das máquinas

35,7%



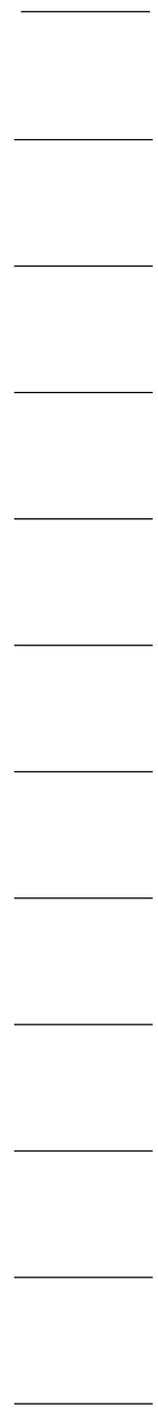
Terreno dos humanos

28,9%



Profissões em colapso

F1. Distribuição do emprego pelos terrenos de digitalização



A mensagem positiva que daqui resulta é que uma elevada proporção dos trabalhos portugueses está, previsivelmente, protegida de uma potencial destruição com origem na automação.

As «profissões em colapso» representam o segundo grupo de maior dimensão (28,9%). Trata-se de profissões com elevado risco de substituição pelas tecnologias de digitalização. Uma requalificação e reconfiguração dos trabalhadores neste terreno (assim como no «terreno das máquinas»), que lhes garanta possibilidades de mobilidade para profissões menos expostas aos efeitos destrutivos, é essencial para que a força de trabalho portuguesa navegue a onda tecnológica com sucesso.

A figura 2 pormenoriza o nível de escolaridade e de qualificações dos trabalhadores nos quatro terrenos. Classificámos como trabalhadores altamente qualificados aqueles que, de acordo com o Decreto-Lei n.º 121/78 de 2 de junho, estão nos níveis «Quadros superiores», «Quadros médios», «Profissionais altamente qualificados». As «profissões em ascensão» destacam-se por terem a maior percentagem de trabalhadores altamente qualificados e de trabalhadores com ensino superior. Em forte contraste, as «profissões em colapso» caracterizam-se por empregos ocupados por pessoas com baixos níveis de escolaridade e de qualificações. Mesmo no «terreno das máquinas» — a segunda classe mais diferenciada —, a percentagem de trabalhadores com ensino superior está pouco acima da média dos trabalhadores (25% vs. 23%), e a proporção de trabalhadores altamente qualificados está abaixo da média (22,5% vs. 28%).

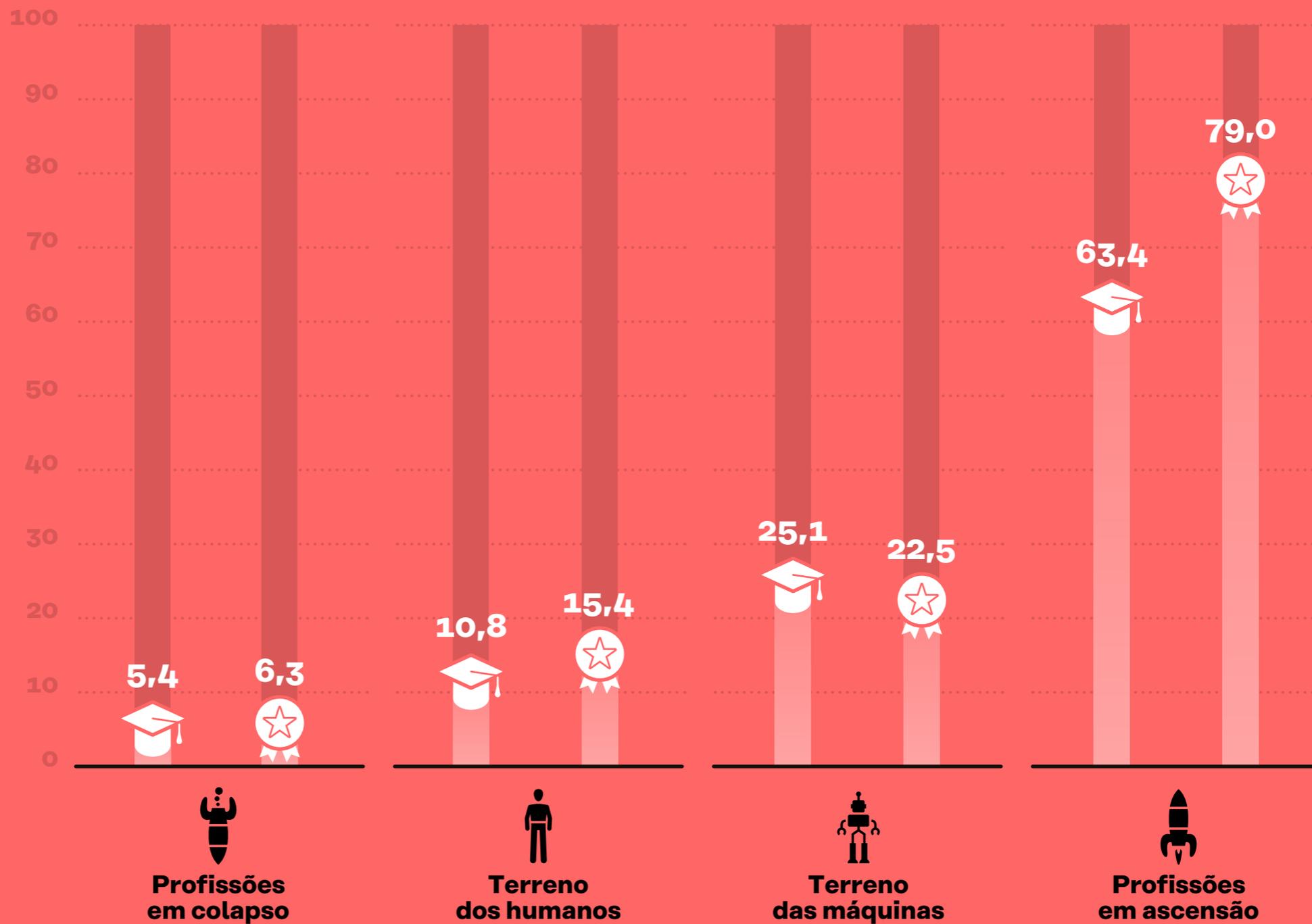


Trabalhadores com ensino superior



Trabalhadores altamente qualificados

F2. Proporção de trabalhadores com ensino superior e altamente qualificados por terreno de digitalização (%)



As diferenças observadas entre todos os terrenos de digitalização são estatisticamente significativas, o que realça as diferentes exigências educacionais e de competências entre os vários terrenos de profissões.

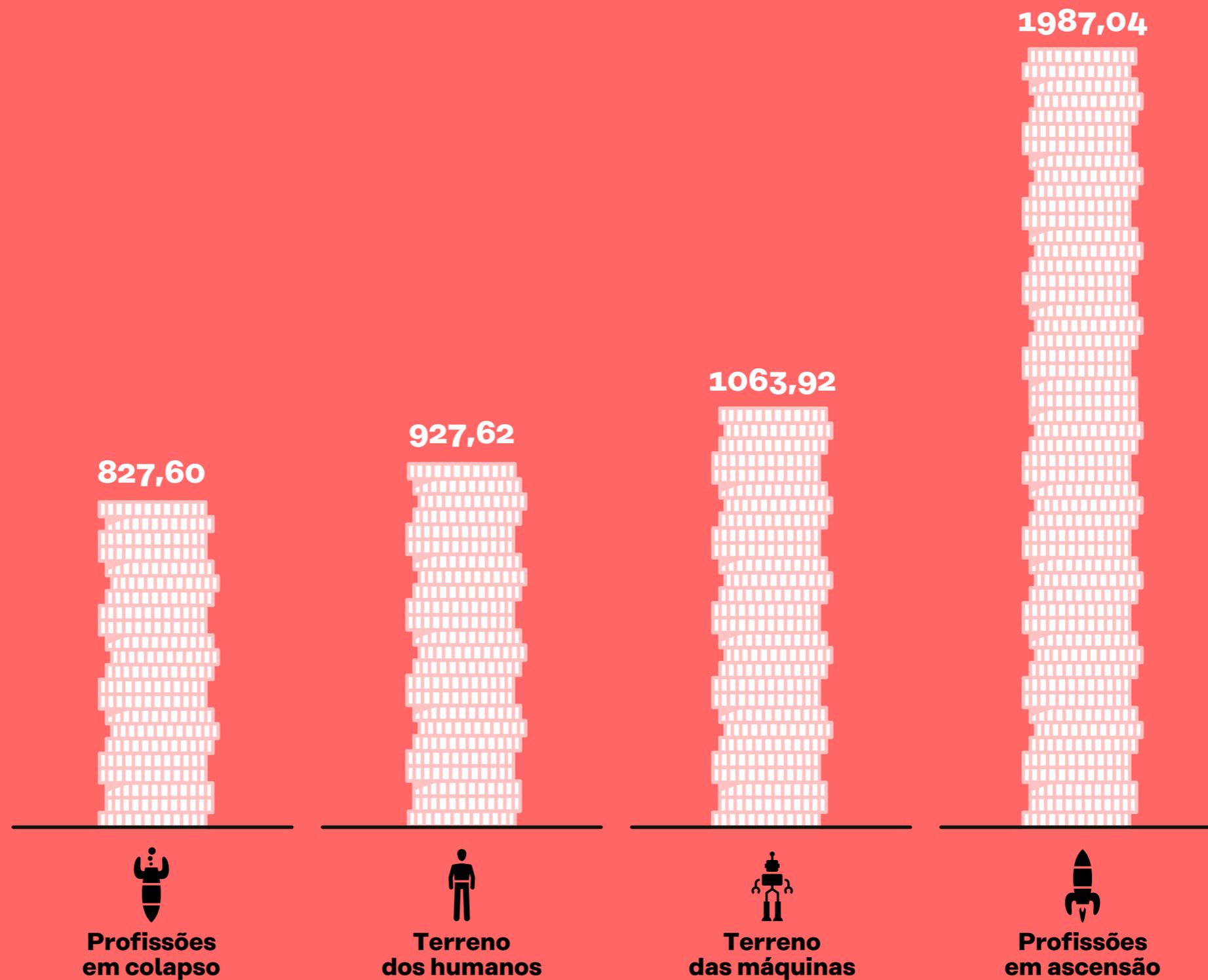
Refira-se também que quaisquer programas e estímulos à requalificação capazes de assegurar que a força de trabalho adquira aptidões necessárias para o exercício das «profissões em ascensão» terão de ser de grande escala. Contudo, o rápido crescimento do nível de escolaridade médio da população portuguesa, especialmente entre os jovens adultos (a percentagem da população entre os 25 e os 34 anos com ensino superior aumentou de 12,8% em 2000 para 45,2% em 2021) vaticina uma capacidade crescente dos trabalhadores para ocuparem profissões protegidas dos efeitos destrutivos da digitalização e alinhadas com os efeitos transformativos.

Na figura 3, apresentamos o rendimento mensal médio (do trabalho) em cada um dos terrenos de digitalização. O rendimento mensal é a soma da remuneração base mensal com outros pagamentos regulares, como subsídios de alimentação, função, alojamento, transporte, isenção de horário, turno, diuturnidades, prémios de antiguidade e outras prestações de carácter mensal, calculada antes de impostos.

Como esperado, as «profissões em ascensão» apresentam, em média, os rendimentos mais elevados, com uma diferença assinalável em relação aos restantes terrenos. Este facto reflete não só as diferenças já observadas em termos de qualificações, mas também

o alto valor atribuído às competências avançadas que se antecipam como potencialmente complementares com a IA, sugerindo que as profissões com maiores sinergias com as tecnologias de digitalização poderão estar associadas a maiores retornos económicos (Acemoglu *et al.*, 2022).

**F3. Rendimento
mensal médio
por terreno
de digitalização (€)**



O «terreno dos humanos» e o «terreno das máquinas» apresentam rendimentos médios semelhantes, e as «profissões em colapso» apresentam os rendimentos médios mais baixos.

Para concluir esta secção, na figura 4 representamos a dispersão das 120 profissões em análise pelos quatro terrenos de digitalização, determinada a partir da exposição destas profissões. No gráfico, cada bolha representa uma profissão específica, sendo que o tamanho da bolha corresponde ao número de trabalhadores nessa profissão. O gráfico categoriza as profissões em quatro quadrantes, determinados pelos seus níveis de exposição à automação (eixo horizontal) e à IA (eixo vertical). As linhas com traço correspondem aos limites das medidas de exposição que separam os quadrantes (e, portanto, separam os terrenos de digitalização).

As bolhas a preto destacam as dez profissões com maior número de trabalhadores, enfatizando a sua proeminência no mercado de trabalho (mais detalhe sobre estas profissões na tabela 2 do Anexo). Concentrando-nos nestas profissões, é possível concluir que a maior profissão («outros trabalhadores relacionados com vendas» — por exemplo, vendedores em *contact center* ou ao domicílio, e assistentes de venda de

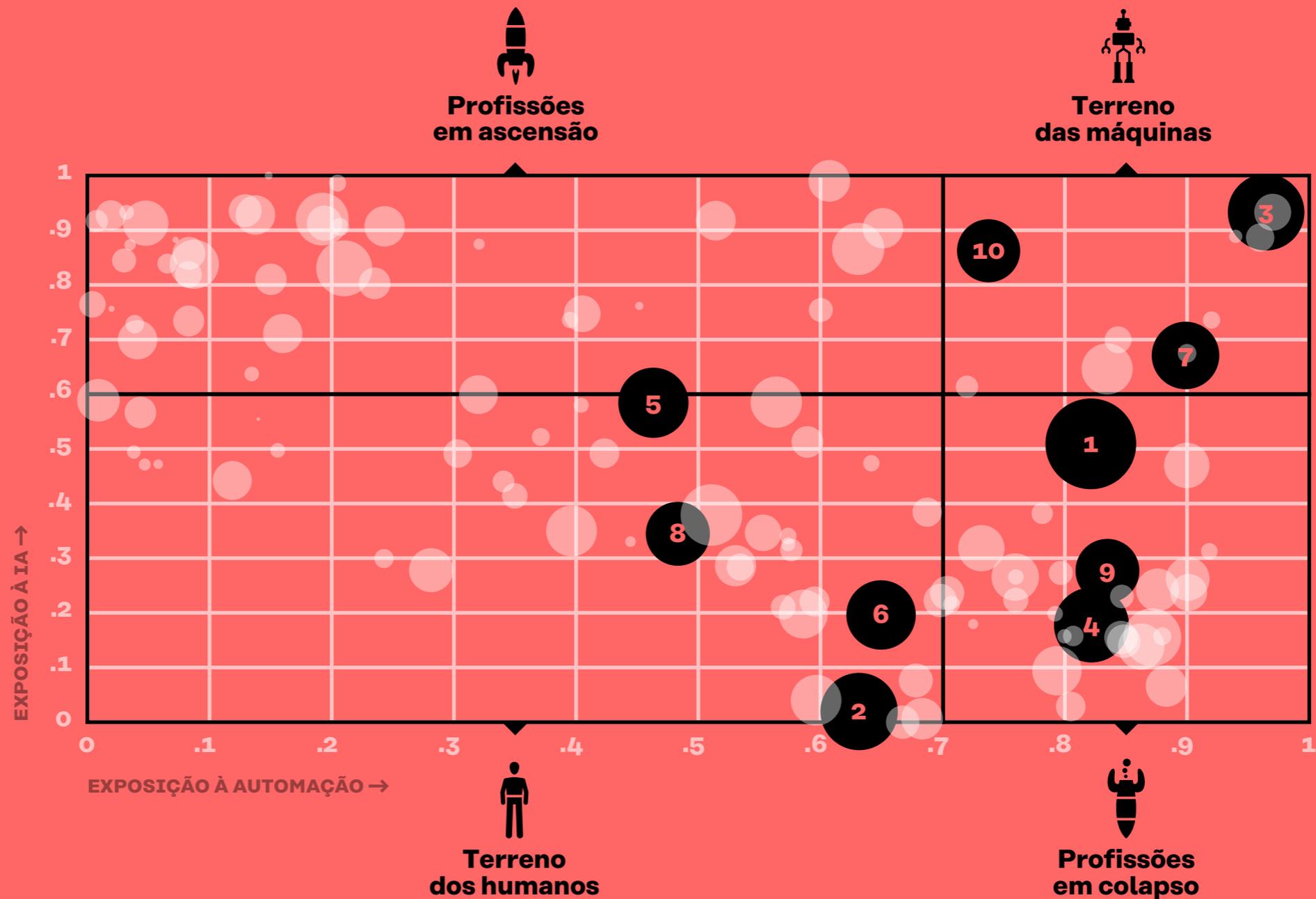
comida ao balcão), representando mais de 5% do emprego total, é classificada nas «profissões em colapso». Juntando ainda a quarta profissão («outras profissões elementares» — inclui, entre outros, estafetas, distribuidores e trabalhadores polivalentes) e a nona profissão («empregados de mesa e bar»), estas três profissões correspondem a mais de 11% do emprego. Verifica-se, assim, que neste terreno existem profissões de grande dimensão, salientando-se o elevado número de trabalhadores em risco de obsolescência. Importa também destacar a elevada proximidade às «profissões em colapso» da segunda maior profissão («trabalhadores de limpeza em casas particulares, hotéis e escritórios») e da sexta maior profissão («trabalhadores qualificados da construção das estruturas básicas e similares»), com grau de exposição à IA (transformativo) muito baixo, e grau de exposição à automação (destrutivo) bastante elevado, ainda que abaixo da fronteira. Aliás, são poucas as profissões no «terreno dos humanos» que têm níveis baixos de exposição à automação, o que pode vir a revelar-se problemático à medida que as capacidades da automação evoluem.

Notamos também que, apesar de haver relativamente poucas profissões no «terreno das máquinas», encontram-se neste domínio três das dez maiores profissões em termos de número de trabalhadores (por ordem decrescente, «empregado de escritório em geral», «empregados de provisionamento, armazém, de serviços de apoio à produção e transportes» e «pessoal de receção e de informação a clientes»), correspondendo a 9% do emprego total (e a mais de dois terços do emprego neste terreno). É interessante que os empregados de escritório tenham uma muito elevada exposição a ambos os lados da digitalização. Muitos ainda desempenham tarefas rotineiras que, com as capacidades atuais da tecnologia, são já facilmente automatizadas. Tal poderá significar que

as tecnologias de automação libertam os trabalhadores destas tarefas, podendo, com o auxílio da inteligência artificial, dedicar o seu tempo de trabalho a tarefas onde acrescentam maior valor.

Nenhuma das maiores profissões se encontra no terreno das «profissões em ascensão», ainda que este terreno esteja ocupado sobretudo por um grande conjunto de profissões mais pequenas com elevados níveis de exposição à IA, e muito baixa exposição à automação (ou seja, próximos do canto superior esquerdo do gráfico), como «matemáticos, atuários, estatísticos e demógrafos», «diretores dos serviços das tecnologias da informação e comunicação (TIC)», ou «físicos, químicos e especialistas relacionados». Estas são algumas das profissões mais bem alinhadas para usufruir dos benefícios do desenvolvimento tecnológico, e que asseguram que parte da força de trabalho está, pelo menos parcialmente, capacitada para exercer as funções inerentes aos empregos do futuro. No Anexo, a tabela 3 apresenta a lista de profissões, número de trabalhadores e classificação nos terrenos de digitalização, que está associada à figura 4. As profissões estão organizadas por terrenos de digitalização e por número de trabalhadores, permitindo uma análise mais detalhada e estruturada dos dados apresentados.

F4. Distribuição das profissões pelos terrenos de digitalização



6. Exposição à automação e à inteligência artificial por distrito

Dadas as diferenças no tecido empresarial consoante as regiões do país, justifica-se explorar também de que forma a distribuição dos empregos pelos terrenos de digitalização varia no território nacional. A figura 5 apresenta as proporções de emprego nas «profissões em ascensão» e nas «profissões em colapso» nos 18 distritos de Portugal continental.

O distrito de Lisboa destaca-se largamente pela maior concentração de emprego em «profissões em ascensão» e, simultaneamente, pela menor proporção em «profissões em colapso».

A explicação pode residir, em parte, no facto de Lisboa ser o distrito com mais densidade de emprego no setor dos serviços, particularmente nos serviços intensivos em conhecimento, que incluem atividades como tecnologias de informação, consultoria, serviços financeiros, educação superior e investigação científica. Estes serviços caracterizam-se por requererem mão de obra altamente qualificada e por utilizarem conhecimento especializado.

Tipicamente, o emprego nos serviços está menos exposto à automação destrutiva, já que depende mais das relações interpessoais e de competências difíceis de automatizar. Simultaneamente, os serviços intensivos em conhecimento alicerçam-se, em grande medida, em tarefas cognitivas abstratas (Autor *et al.*, 2003), que não seguem regras ou estruturas explícitas e que, portanto, são dificilmente codificáveis, não existindo (ainda) tecnologias capazes de substituir eficazmente os humanos. De facto, muitas das tecnologias existentes são complementares ao trabalho humano no desempenho destas tarefas, ajudando os trabalhadores a tornarem-se mais produtivos. Outros distritos com elevada proporção de emprego nas «profissões em ascensão» são Vila Real, Coimbra, Porto e Bragança, todos eles com uma quantidade considerável de emprego nos serviços intensivos em conhecimento.

Por outro lado,

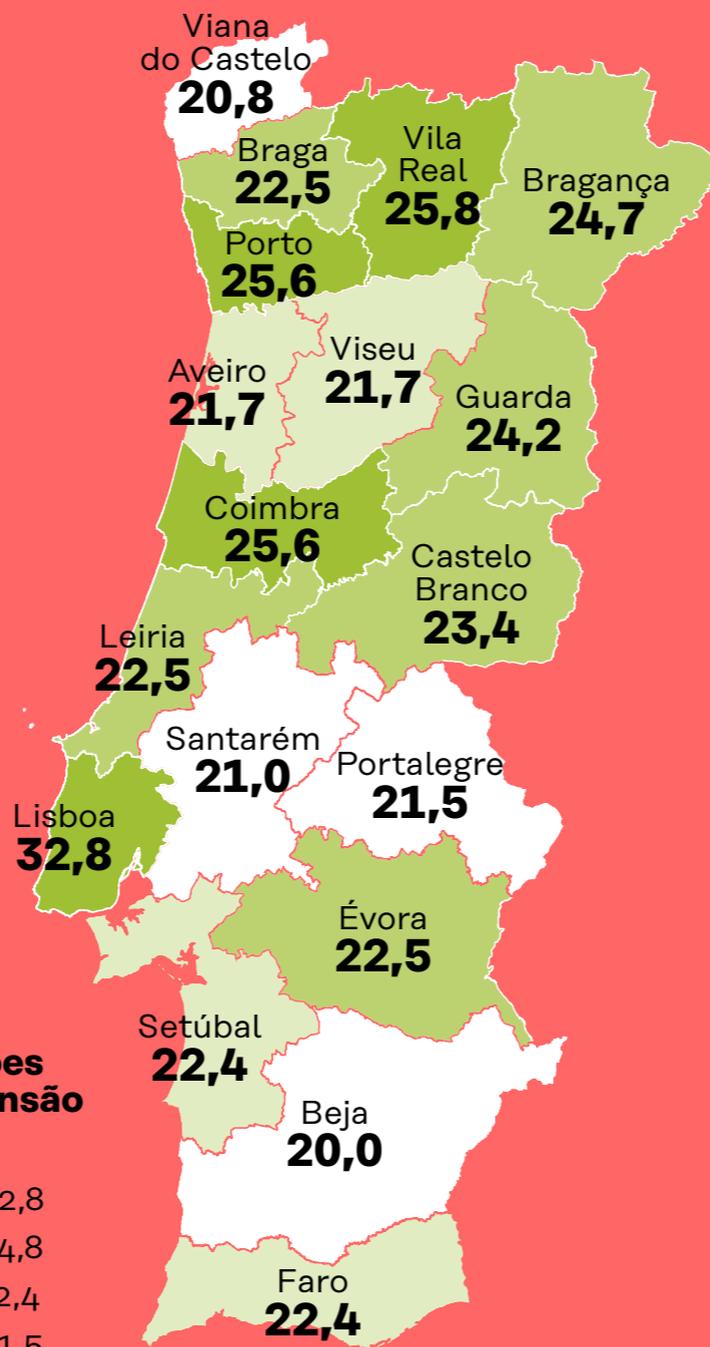
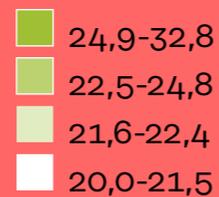
os distritos mais expostos à automação e com pouca exposição aos efeitos transformativos da IA são Braga, Aveiro, Viana do Castelo e Viseu.

Nos três primeiros, o setor da manufatura tem um papel muito importante, com grandes

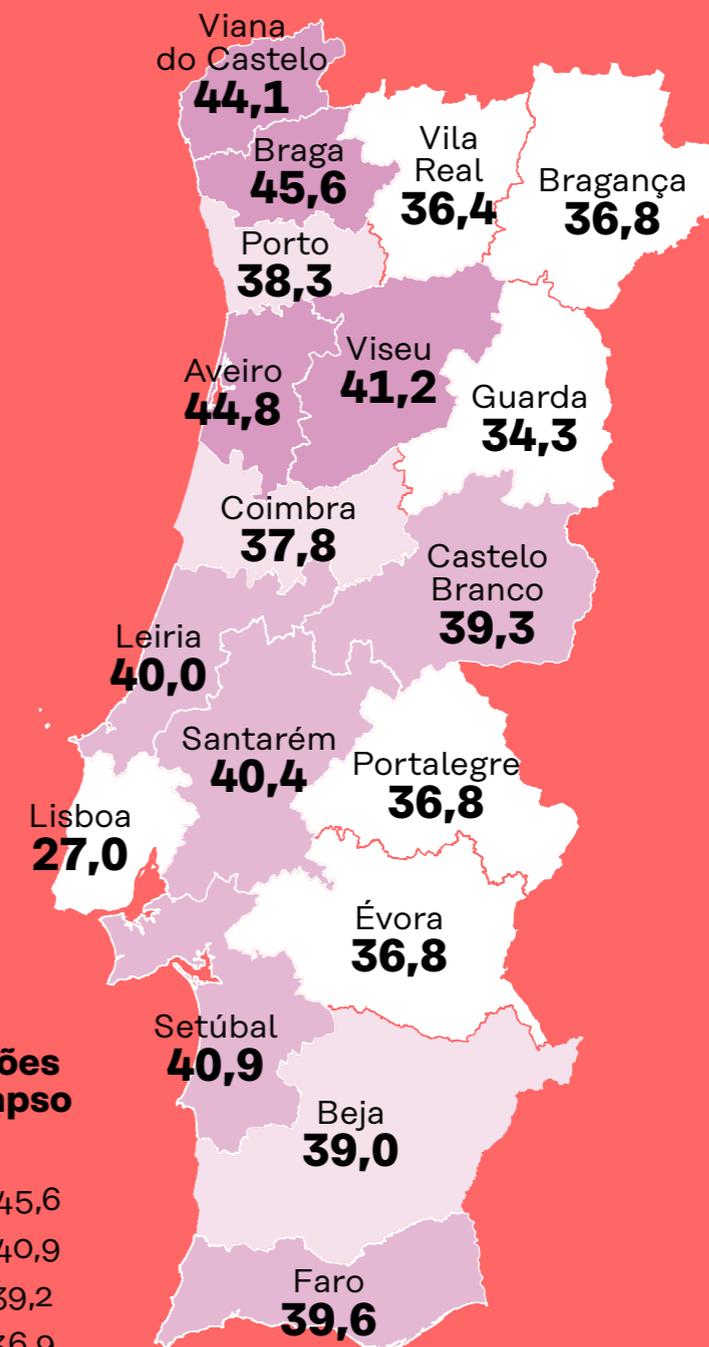
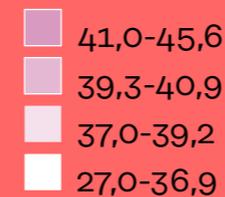
F5. Proporção de emprego nas «profissões em ascensão» e nas «profissões em colapso», por distrito (%)



Profissões em ascensão



Profissões em colapso



proporções de emprego nas indústrias de baixa tecnologia. Aqui, as tarefas desempenhadas pelos trabalhadores são muitas vezes repetitivas e rotineiras, com recurso a tecnologias maduras, cujos custos de adoção são mais baixos. O facto de serem facilmente codificáveis, dado o seu grau de rotinização, associado aos baixos custos de adoção da tecnologia e às pressões da concorrência internacional, resulta numa grande exposição dos trabalhadores à automação, ameaçando os seus empregos. Nestas regiões, os decisores políticos deverão dedicar particular atenção aos desafios da digitalização, uma vez que a destruição destes trabalhos pode ser muito rápida.

Na figura 6 está representada a exposição dos distritos ao «terreno das máquinas» e ao «terreno dos humanos». Novamente, Lisboa e Porto destacam-se pela grande exposição aos efeitos transformativos da inteligência artificial. Setúbal ocupa a terceira posição no «terreno das máquinas», certamente por causa da presença de indústrias mais intensivas em tecnologia (nomeadamente a Autoeuropa e o *cluster* regional da indústria automóvel), explicando uma grande exposição tanto aos efeitos destrutivos como aos transformativos. É de destacar também o distrito de Faro, cuja concentração no setor do turismo se traduz numa elevada percentagem de emprego

nos serviços de atendimento ao público (nomeadamente de receção e informação, que vimos anteriormente ser uma das poucas profissões enraizadas no «terreno das máquinas»).

Do lado do «terreno dos humanos», ganham evidência os distritos do interior, sobretudo os fronteiriços, denunciando a menor exposição às tecnologias.

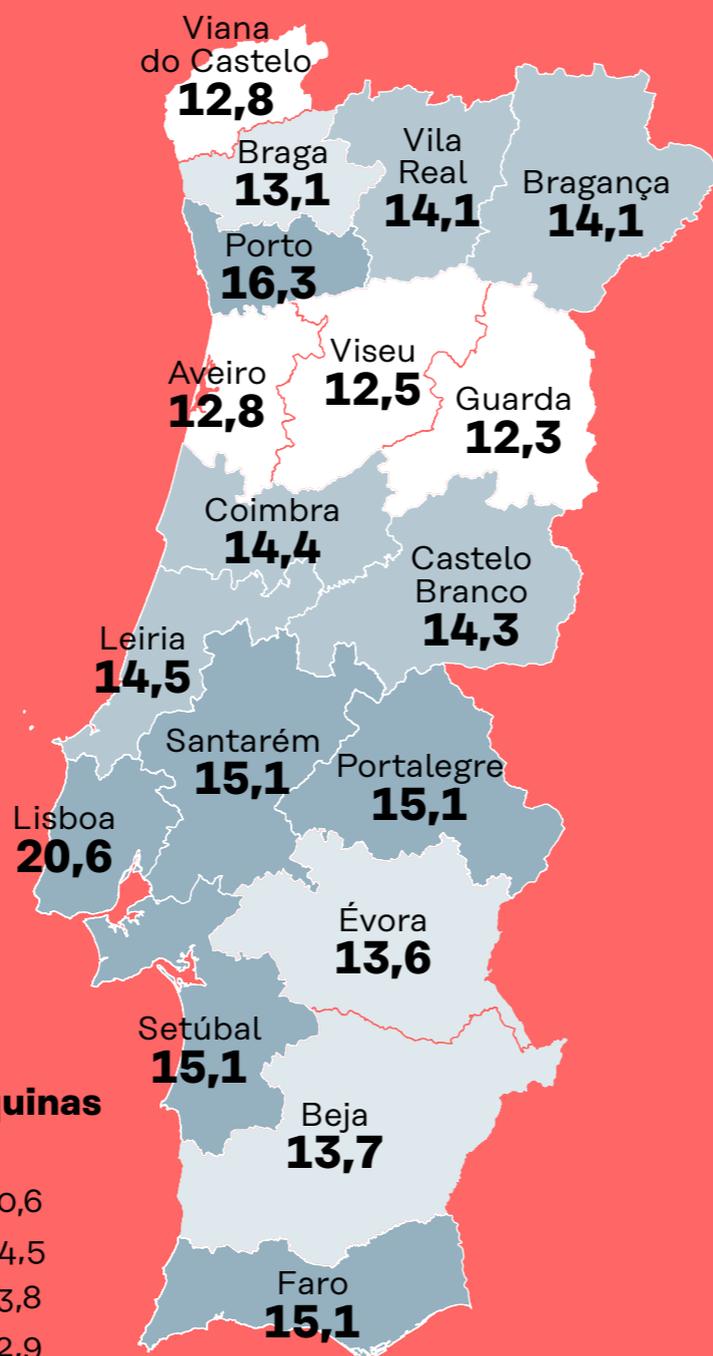
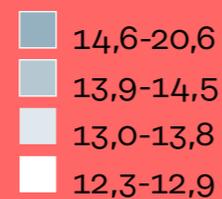
Ainda que o emprego nestes distritos possa estar mais protegido da automação, é fundamental que estas regiões aproveitem as oportunidades de adoção de tecnologias transformativas que tragam ganhos de produtividade e fomentem a criação de conhecimento e inovação, impulsionando a recomposição das suas economias e evitando que fiquem para trás.

Estas oportunidades surgem não só do aumento das qualificações a nível nacional, mas também da aplicação da inteligência artificial em setores intensivos em tecnologia e conhecimento, como a indústria aeronáutica em Évora, os investimentos recentes em energias renováveis na Guarda ou as novas técnicas de IA na agricultura de precisão, com potencial de utilização em Beja.

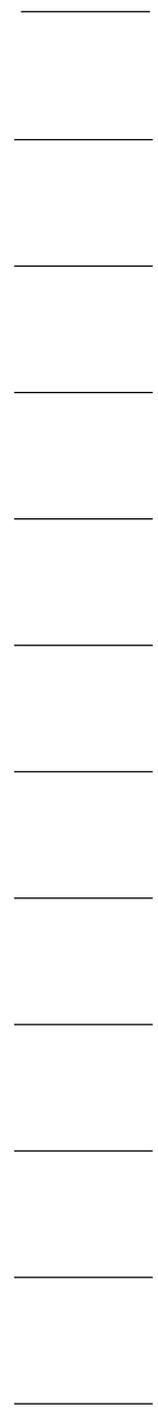
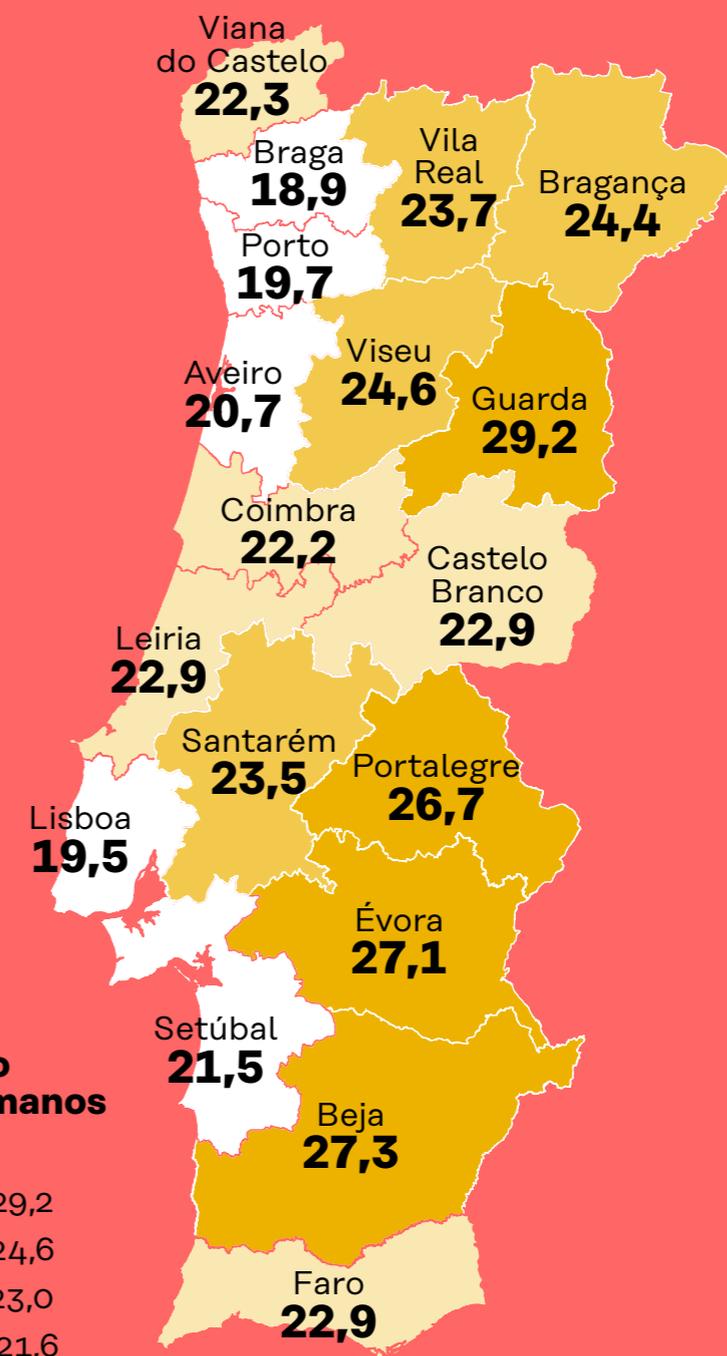
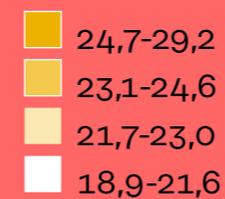
F6. Proporção de emprego no «terreno das máquinas» e no «terreno dos humanos», por distrito



Terreno das máquinas



Terreno dos humanos



7. As competências do futuro

Nesta secção, ligamos os dados dos Quadros de Pessoal e os dados de exposição à digitalização à base de dados ESCO (que nos fornece detalhes sobre as competências associadas a cada profissão, como referido na secção 4.1.3.) para explorar as diferenças nos requisitos de competências entre os terrenos de digitalização. Utilizamos esta informação para desenhar um quadro das competências que, devido às mudanças tecnológicas, serão previsivelmente valorizadas ou desvalorizadas nos próximos anos. Antes desta análise, é importante fazer notar que só podemos explorar a reestruturação futura das competências para as profissões atualmente conhecidas e identificadas na Classificação Portuguesa de Profissões. Com a digitalização, poderão surgir profissões até agora desconhecidas — e, obviamente, neste momento nada se pode dizer sobre o tipo de competências que essas novas profissões venham a exigir. Igualmente, se a digitalização transformar profundamente algumas das profissões hoje conhecidas, também nada podemos prever no que toca às suas futuras competências.

Em primeiro lugar, analisamos as competências que, em média, são exigidas em cada

terreno de digitalização, usando como ponderador o emprego (número de trabalhadores) em cada profissão. Em segundo lugar, calculamos a importância média de cada família de competências, atribuindo a cada profissão um peso igual. Por exemplo, vimos anteriormente que, nas «profissões em ascensão», existem várias categorias profissionais com poucos trabalhadores e outras com maior dimensão. Usando o emprego como ponderador, as profissões com mais trabalhadores influenciarão mais o nível médio de competências nesse terreno de digitalização, em detrimento das mais pequenas. No segundo caso, com pesos iguais para as profissões, todas contribuem de forma igual para a determinação do nível médio de competências. Ao tomar em consideração as análises ao nível do emprego e ao nível da profissão, pretendemos tirar conclusões sobre o contexto presente e as necessidades de planeamento futuro. O contexto presente adquire importância sob a perspetiva do emprego, dando maior relevo às características das profissões mais importantes em Portugal. No entanto, esta perspetiva ignora que a dimensão relativa das profissões pode vir a alterar-se com a digitalização, dificultando o planeamento. Ao atribuir a todas as profissões o mesmo peso na avaliação do quadro de competências futuras, adotamos uma abordagem agnóstica sobre a estrutura das profissões.

A figura 7 indica que as competências mais relevantes nas «profissões em ascensão» se enquadram na categoria de comunicação, colaboração e criatividade. O facto de esta pontuação ser mais baixa ao nível do emprego quando se utiliza o ponderador (importância de 32,8%, na figura 7a) do que ao nível das profissões quando não se usa esse ponderador (36,5%, na figura 7b), indica que as «profissões em ascensão» mais populosas em Portugal são aquelas em que este conjunto de competências cede alguma importância às competências de gestão (23,7% na figura 7a, 20,7% na figura 7b). Este resultado sugere ainda que

um maior investimento na aquisição de competências de comunicação, colaboração e criatividade por parte dos trabalhadores pode facilitar o acesso a algumas «profissões em ascensão» de menor dimensão.

Um segundo conjunto fundamental de competências para as «profissões em ascensão» são as competências de informação (importância de 23,5% com o ponderador do emprego, ou 22,6% sem ponderação), as quais, em conjunto com as competências de colaboração e de gestão, revelam

o carácter analítico, estratégico e interpessoal associado a este terreno. Por fim, as «profissões em ascensão» não requerem muitas competências de trabalho com computadores (cerca de 8% de importância). Concluimos que,

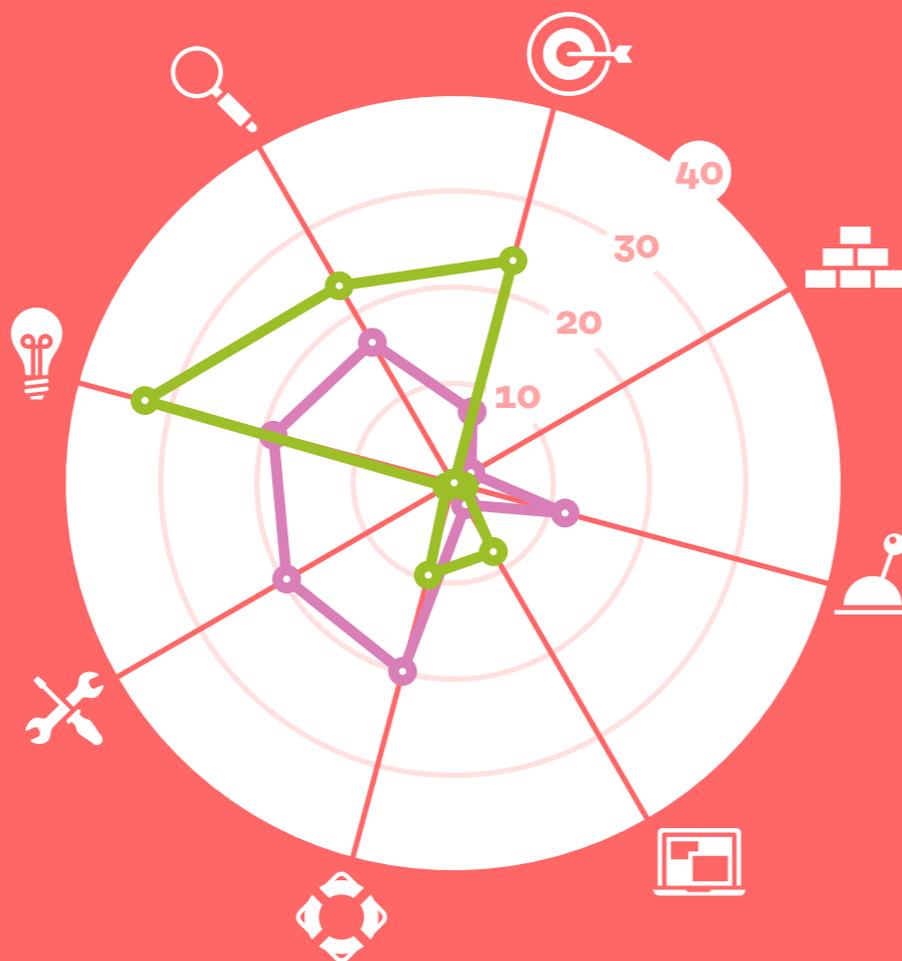
apesar de ser importante dotar a força de trabalho com competências digitais, estas não devem preterir as competências de comunicação, criatividade e informação, mais determinantes neste terreno.

O contraste em relação às «profissões em colapso» (também na figura 7) é grande. Neste terreno, e considerando o ponderador emprego, as competências dominantes relacionam-se com prestação de assistência e cuidados a pessoas (20,1%), e com competências físicas de manuseamento e movimento (19,8%). É interessante fazer a comparação da perspectiva do emprego com a perspectiva da profissão, em que a assistência e os cuidados são menos importantes (15,5%), ficando atrás do trabalho físico e manual (24,5%) e do trabalho com máquinas (17,4% vs. 11,9% com o ponderador emprego). Algumas das competências de prestação de cuidados são muito difíceis de automatizar, uma vez que têm por base o

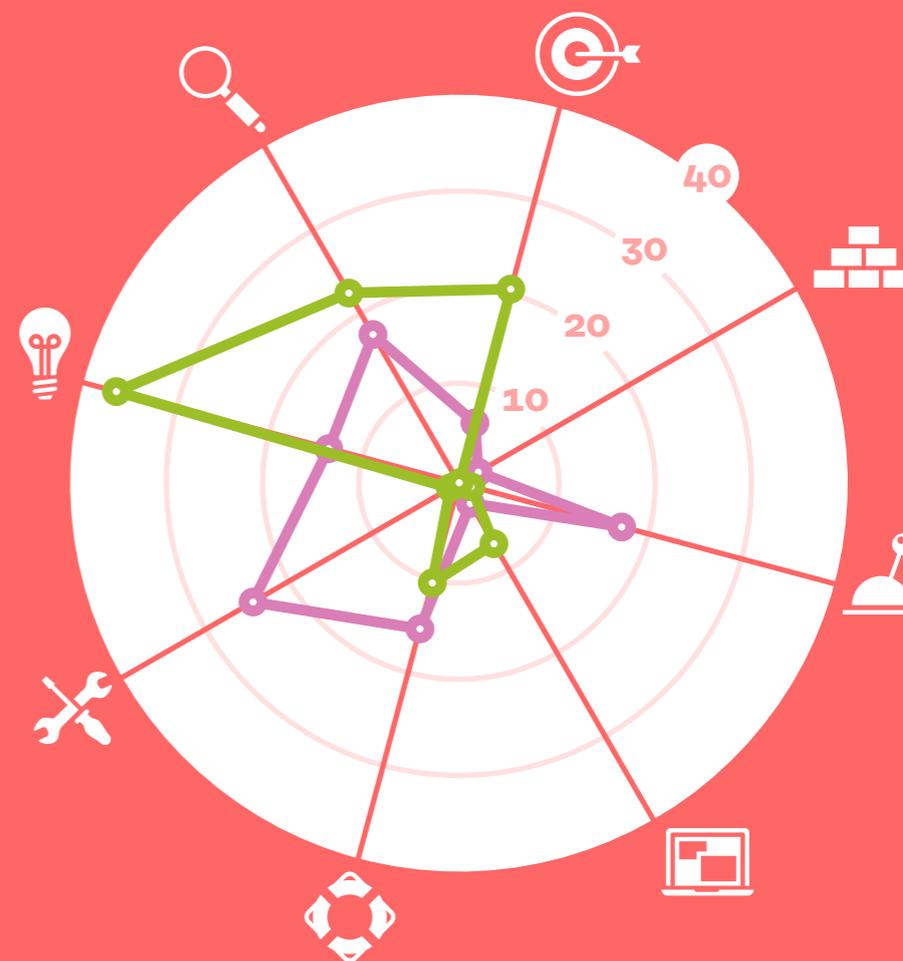
 Profissões em ascensão

 Profissões em colapso

a) Emprego
(com ponderador)



b) Profissões
(sem ponderador)



F7. Composição de competências das «profissões em ascensão» e das «profissões em colapso» (com e sem ponderador «emprego»)

 Comunicação, colaboração e criatividade

 Competências em informação

 Prestar assistência e cuidados

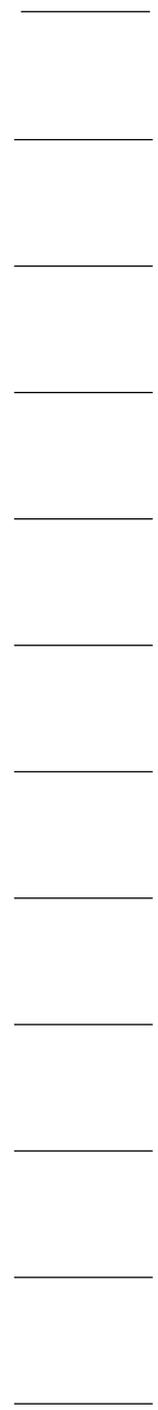
 Competências de gestão

 Trabalhar com computadores

 Manusear e movimentar

 Trabalhos de construção

 Trabalhar com máquinas e equipamento especializado



contacto e as relações interpessoais, enquanto cada vez mais o trabalho com máquinas, ou de manuseamento ou movimento, pode ser desempenhado pelas tecnologias de automação. Este facto sugere, assim, um aspeto positivo: a requalificação dos trabalhadores atualmente em «profissões em colapso», sobretudo na direção do «terreno dos humanos», poderá ser mais simples do que o previsto, uma vez que estes trabalhadores possuem já algumas das competências requeridas.

Isto é, aliás, visível na figura 8, onde constam os requisitos de competências no «terreno dos humanos». Nesse terreno, na perspetiva do emprego, as competências de prestação de cuidados e assistência têm um peso de aproximadamente 20%, muito semelhante ao das «profissões em colapso». Na perspetiva das profissões (sem ponderador), contudo, observam-se maiores diferenças entre o «terreno dos humanos» e as «profissões em colapso», com as primeiras a exigirem substancialmente mais competências de comunicação (20,9% vs. 13,9%), e prestação de cuidados (18,6% vs. 15,5%), enquanto as segundas se baseiam mais em manuseamento e movimento (24,5% vs. 17,5%) e trabalho com máquinas (17,4% vs. 11,3%). Estes resultados apontam para um possível futuro em que as diferenças entre os dois

terrenos se tornem mais acentuadas, sobrando para as «profissões em colapso» as competências mais facilmente automatizáveis e sem exposição aos efeitos transformativos, com marcantes impactos ao nível do emprego.

Podemos concluir que as competências que correm maior risco de desaparecimento a breve prazo estão associadas ao trabalho físico e manual, ou ao trabalho com máquinas.

Naturalmente, as profissões que assentem neste tipo de competências sofrerão também grandes alterações.

As diferenças, na situação atual, entre as «profissões em ascensão» e o «terreno das máquinas» são igualmente pequenas. A análise na perspetiva da profissão denuncia, sobretudo, diferenças vincadas nas competências de comunicação, colaboração e criatividade, com vantagem para as «profissões em ascensão» (36,5% vs. 29,7%). Estas capacidades ajudarão os trabalhadores neste terreno a usufruírem mais dos efeitos transformativos da inteligência artificial, quando comparados com os que estão no «terreno das máquinas». As competências em que as profissões no «terreno das máquinas» dominam são, na verdade, de menor importância para

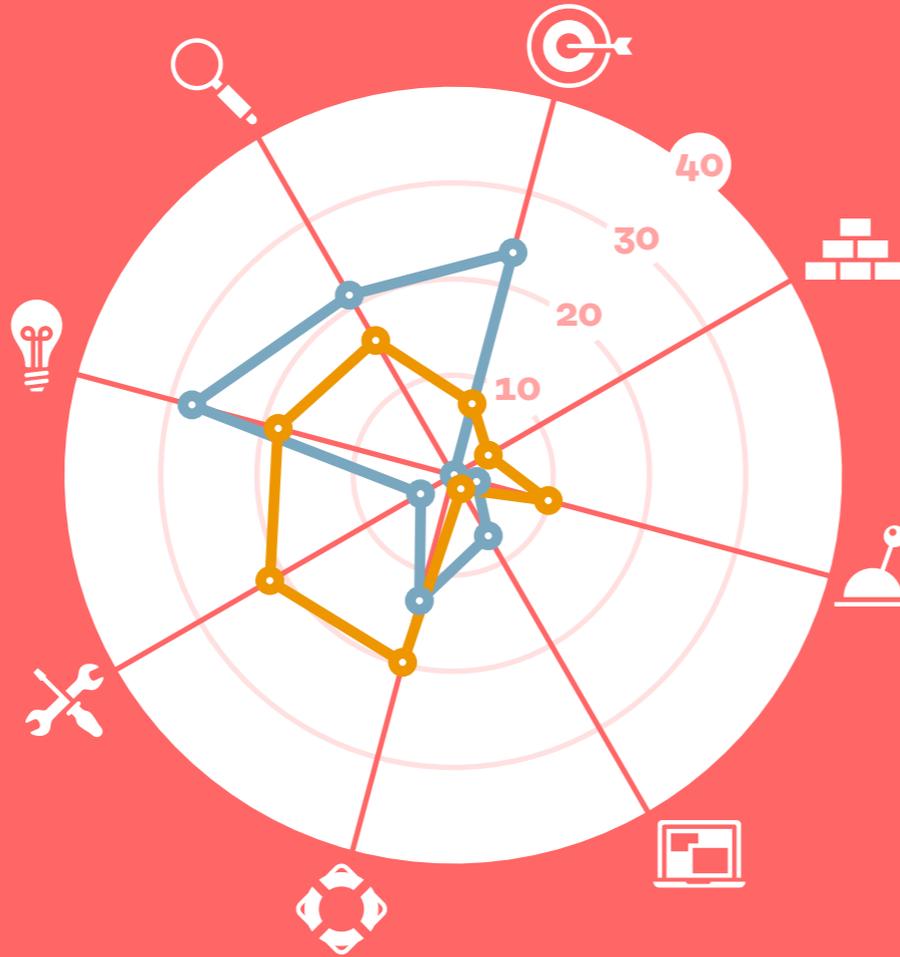


Terreno das máquinas

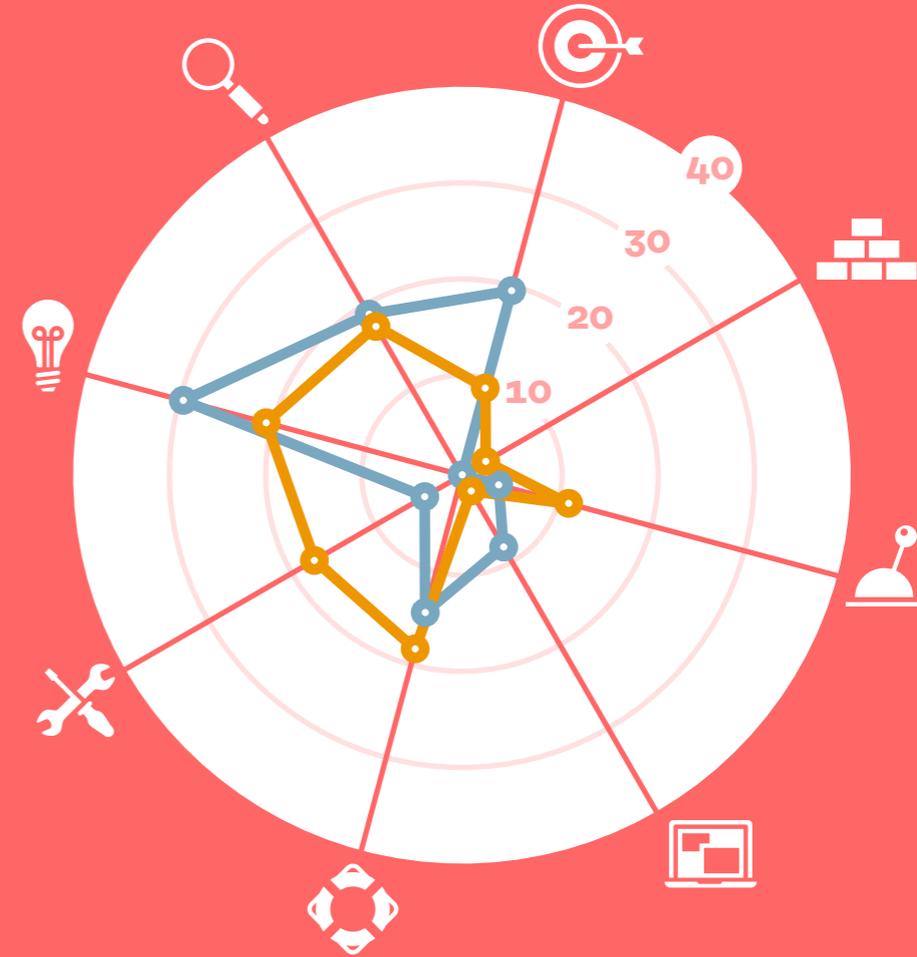


Terreno dos humanos

a) Emprego
(com ponderador)



b) Profissões
(sem ponderador)



F8. Composição de competências das profissões no «terreno das máquinas» e no «terreno dos humanos» (com e sem ponderador «emprego»)

 Comunicação, colaboração e criatividade

 Competências em informação

 Prestar assistência e cuidados

 Competências de gestão

 Trabalhar com computadores

 Manusear e movimentar

 Trabalhos de construção

 Trabalhar com máquinas e equipamento especializado



ambos os terrenos. Nomeadamente, em média, as profissões no «terreno das máquinas» requerem mais habilidade no manuseamento e movimento (4,4% vs. 1,0%) e no uso de máquinas e equipamentos (3,9% vs. 1,3%), assim como na assistência e cuidados (14,6% vs. 10,7%), do que as «profissões em ascensão». As duas primeiras famílias de competências serão precisamente aquelas em que o «terreno das máquinas» fica mais exposto à automação. Para quem está empregado neste terreno, portanto,

o investimento deve incidir sobretudo no aumento de capacidades de comunicação e informação que lhes permitam extrair mais benefícios da IA, uma vez que se antevê que neste terreno o emprego humano continue a representar uma fatia relativamente pequena do mercado de trabalho.

8. O caso dos modelos de linguagem

O rápido avanço da modelação de linguagem por modelos de inteligência artificial (*large language models*, LLM), dos quais o ChatGPT será, talvez, o exemplo mais conhecido, tem implicações profundas para múltiplas profissões e indústrias (Felten *et al.*, 2023). Profissões como operadores de *telemarketing* e professores do ensino superior estão entre as mais expostas às mudanças impulsionadas pela IA, de acordo com vários estudos publicados (por exemplo, Felten *et al.*, 2021), com os serviços jurídicos e as atividades financeiras a enfrentarem impactos significativos ao nível da indústria. Estas evidências sublinham as potenciais disrupções económicas que a IA pode trazer, as quais obrigam a abordar as repercussões para os trabalhadores expostos.

No que concerne aos impactos ao nível dos trabalhadores, estes modelos trazem uma importante novidade em relação às anteriores revoluções tecnológicas, que historicamente tenderam a favorecer os trabalhadores mais qualificados. Dell'Acqua *et al.* (2023) mostram que, em profissões altamente qualificadas, como a consultoria estratégica, a utilização de LLM aproxima as capacidades dos

trabalhadores menos experientes e menos produtivos das capacidades dos colegas mais destacados. É razoável considerar que este tipo de impactos não será exclusivo da consultoria. Aliás, Elondou *et al.* (2024) mostram que os impactos nos EUA se estendem a todos os níveis de rendimentos do trabalho, com os empregos mais bem remunerados a enfrentarem uma maior exposição.

Para a análise da exposição da força de trabalho portuguesa aos LLM, usámos a medida de exposição a LLM proposta por Felten *et al.* (2023). Esta medida é uma adaptação da medida de exposição à IA de Felten *et al.* (2021), a que recorremos nas secções anteriores, baseando-se nas expectativas reportadas por painéis de especialistas em relação aos desenvolvimentos e impactos futuros dos LLM.

A nossa análise mostra que

47% dos trabalhadores em Portugal continental se encontram em profissões altamente expostas ao uso de LLM (ou seja, com níveis de exposição acima da média).

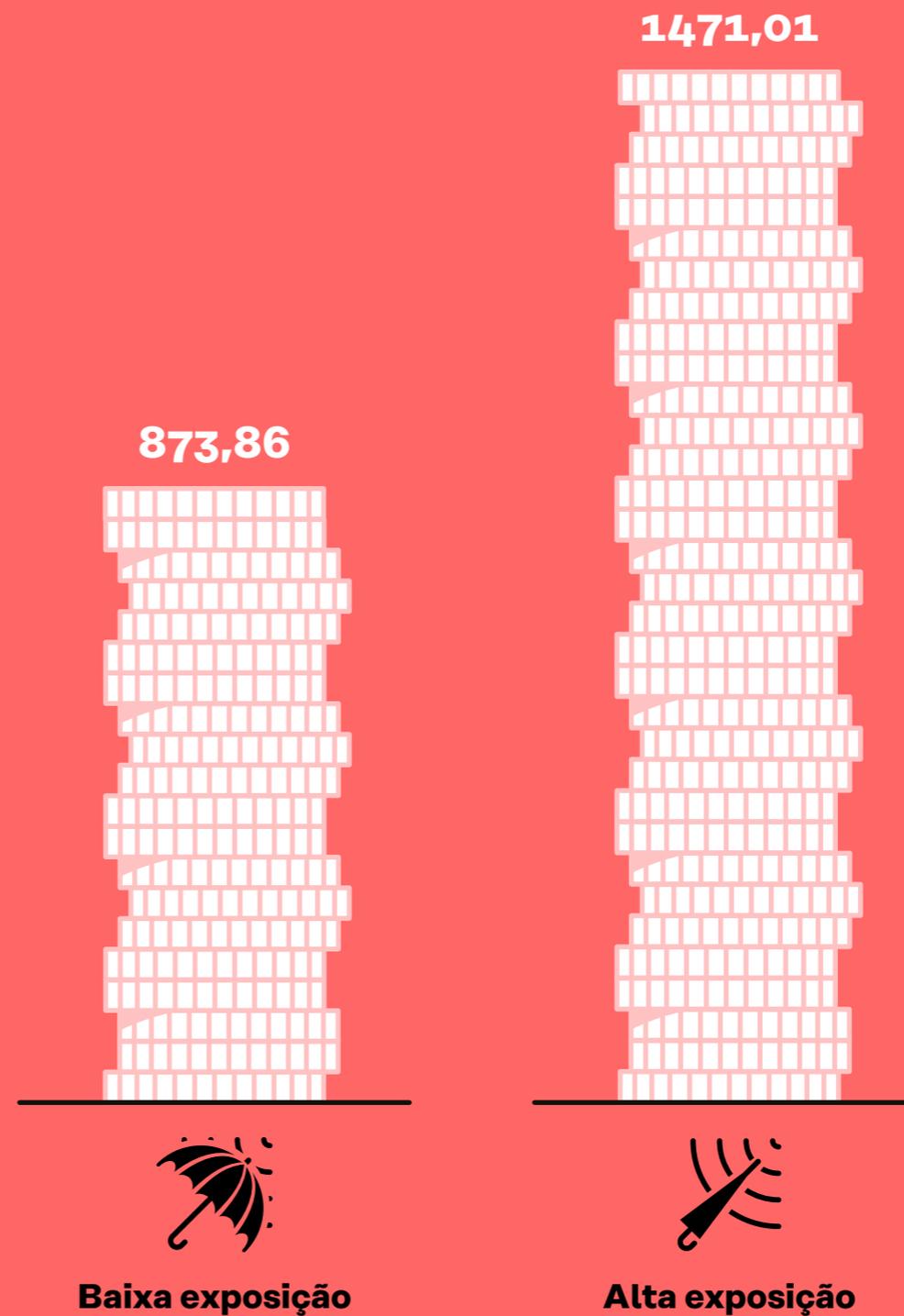
Este é um valor superior à proporção de trabalhadores altamente expostos à inteligência artificial em geral, obtida pela soma dos trabalhadores em «profissões em ascensão» e no «terreno das máquinas» (cerca de 35%, figura 1). À semelhança dos resultados nos EUA, os rendimentos do trabalho são substancialmente mais elevados nas profissões altamente expostas aos LLM (figura 9). Também neste grupo de trabalhadores, os níveis de qualificações e habilitações são significativamente superiores, como mostra a figura 10.

Na figura 11, expomos as composições de competências consoante o seu grau de exposição aos LLM. A composição das competências das profissões altamente expostas aos LLM é semelhante à das competências das «profissões em ascensão». Talvez a diferença mais relevante seja que nas profissões altamente expostas aos LLM a importância das competências em assistência e cuidados é ligeiramente maior. Em contraste, a composição das competências associadas às profissões com baixa exposição aos LLM é semelhante à das competências das «profissões em colapso».

Destaca-se, assim, que
a modelação de linguagem por IA tem um lado favorável ao trabalho humano, sugerindo complementaridade em vez de substituição.

Espera-se que os trabalhadores em profissões associadas ao elevado uso de LLM beneficiem dos ganhos de produtividade proporcionados pela IA, permanecendo seguros face aos efeitos destrutivos da automação. Pode, certamente, haver certos empregos que sejam negativamente impactados por esta aplicação específica da IA, mas alguns estudos recentes sugerem que o efeito dominante é o de complementaridade e de aumento de produtividade (Elondou *et al.*, 2024; Noy e Zang, 2023).

F9. Rendimento mensal médio por categoria de exposição aos LLM (€)



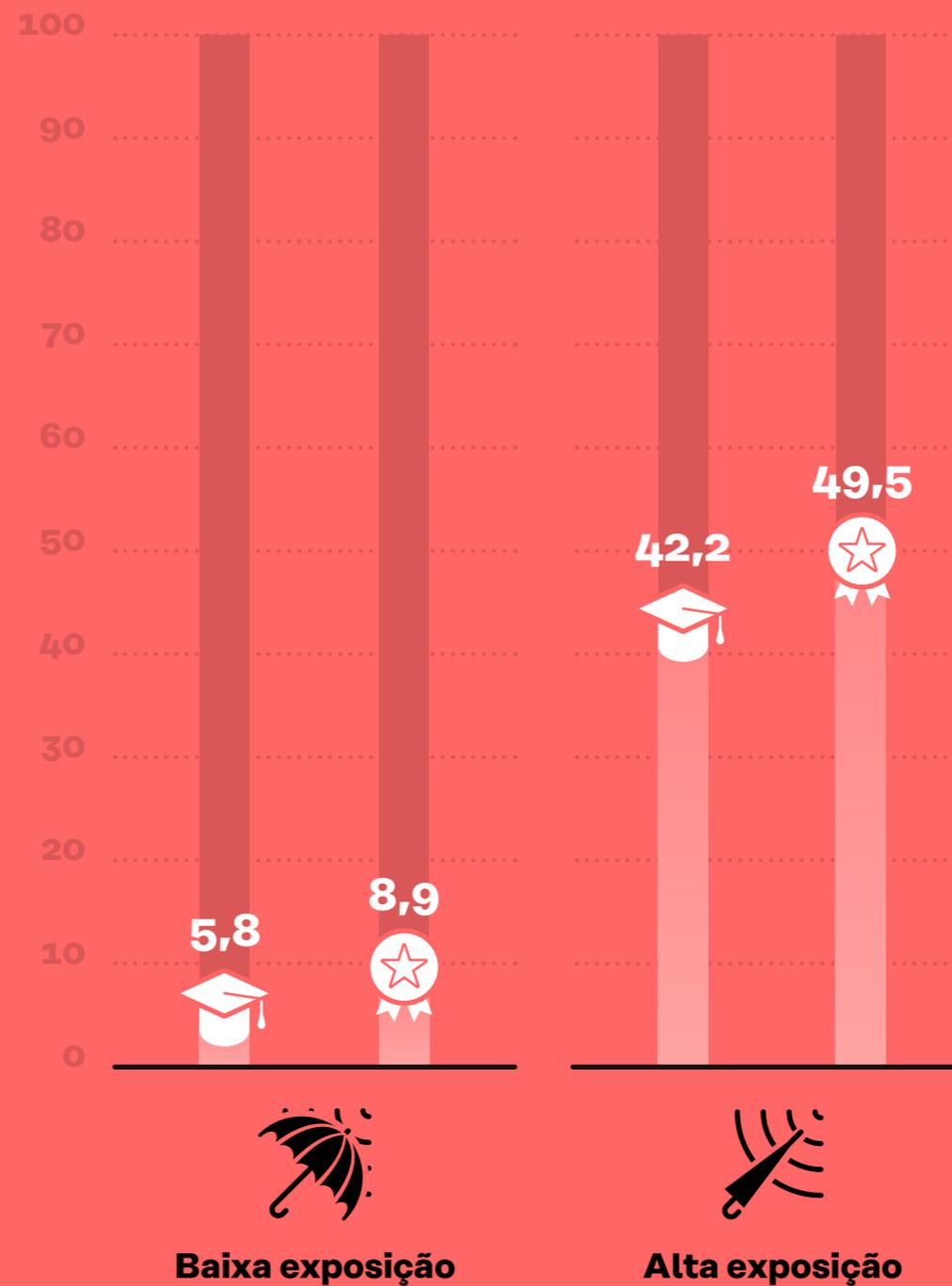


Trabalhadores
com ensino
superior



Trabalhadores
altamente
qualificados

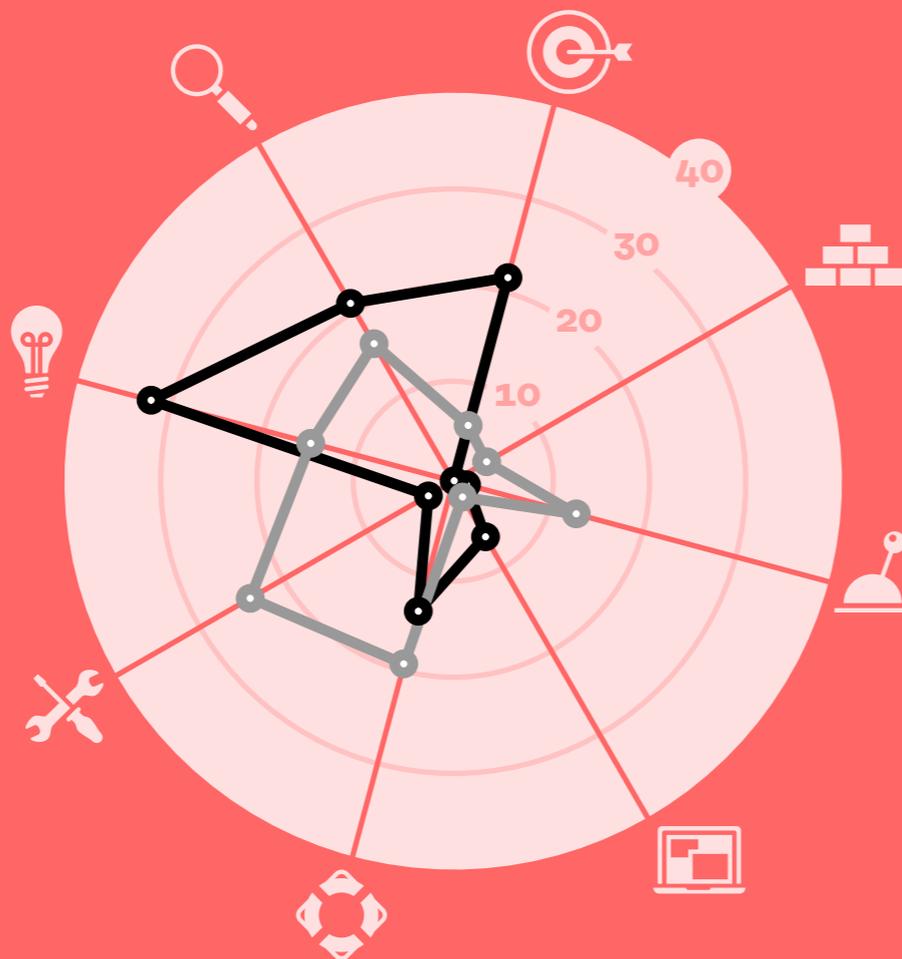
F10. Proporção de trabalhadores com ensino superior e altamente qualificados por categoria de exposição aos LLM (%)



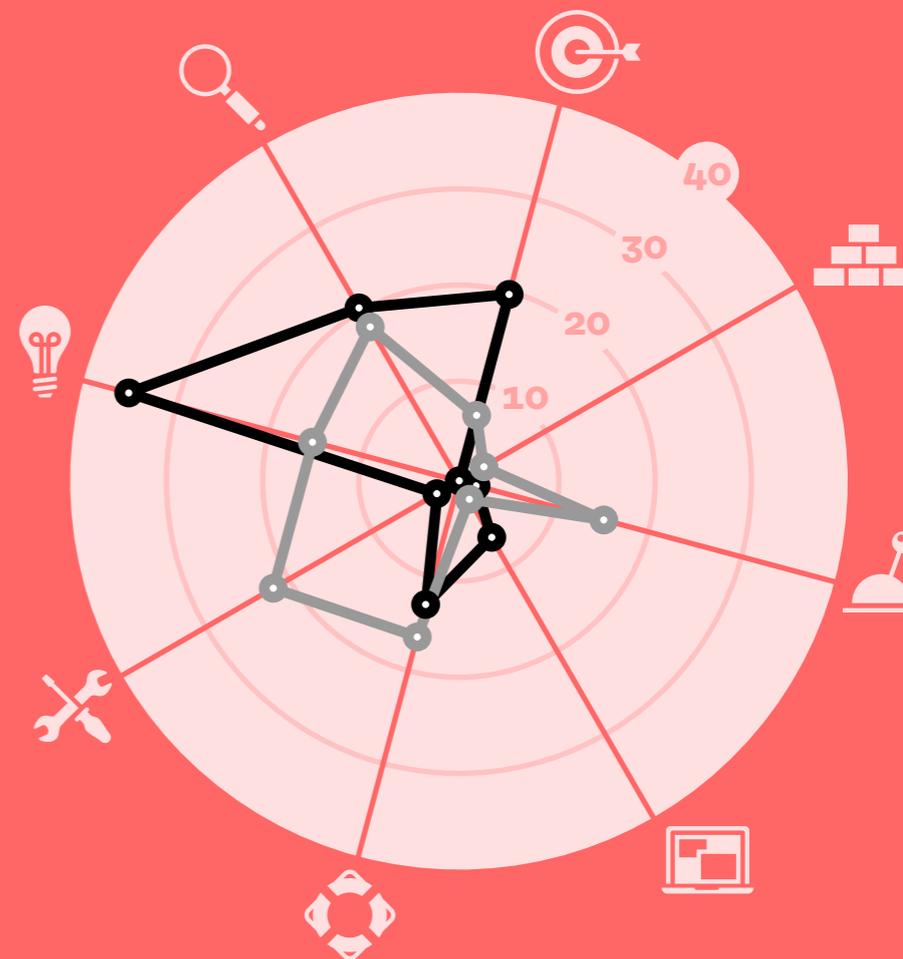
 Alta exposição

 Baixa exposição

a) Emprego
(com ponderador)



b) Profissões
(sem ponderador)



F11. Composição de competências por categoria de exposição aos LLM (com e sem ponderador «emprego»)

 Comunicação, colaboração e criatividade

 Competências em informação

 Prestar assistência e cuidados

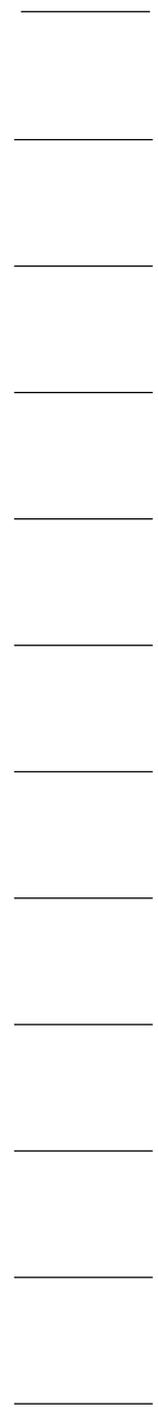
 Competências de gestão

 Trabalhar com computadores

 Manusear e movimentar

 Trabalhos de construção

 Trabalhar com máquinas e equipamento especializado



9. Conclusões

Este trabalho procurou esclarecer a sociedade portuguesa sobre o impacto transformador ou destruidor da digitalização, da inteligência artificial e da automação no mercado de trabalho português. O nosso estudo ilustra os efeitos variados destes avanços tecnológicos em diferentes classes de profissões — que enquadrámos no conceito «terrenos de digitalização» —, destacando tanto os desafios quanto as oportunidades que se avizinham. A classificação das profissões de acordo com a exposição à digitalização — na categoria de «profissões em ascensão», «terreno das máquinas», «terreno dos humanos» ou «profissões em colapso» — permite compreender qual é o respetivo potencial de crescimento ou de obsolescência.

A nossa análise do mercado de trabalho português indica uma concentração substancial da força de trabalho no «terreno dos humanos», caracterizado por uma menor probabilidade de sofrer o impacto de futuras tendências de digitalização.

Quase um quarto da força de trabalho encontra-se no terreno das «profissões em ascensão», posicionada para desfrutar dos efeitos transformativos da IA, e potencialmente protegida dos efeitos destrutivos da automação,

podendo desempenhar um papel crucial no impulsionamento do crescimento económico e da inovação nos próximos anos. A estes, podemos ainda acrescentar os trabalhadores no «terreno das máquinas» (13% do emprego), que, estando expostos à automação, poderão também usufruir de ganhos de produtividade com o uso da IA. Contudo, para que estes efeitos se concretizem, é necessário que a adoção da IA, nas suas várias vertentes, se faça a um ritmo acelerado. Existe, assim, espaço para a criação de incentivos à adoção de IA por parte das empresas. Tais incentivos devem ir além dos tradicionais incentivos económicos (subsídios, benefícios fiscais), ponderando-se também a concessão de apoios à aquisição de competências de utilização destas tecnologias por parte dos trabalhadores. É previsível que, com o forte aumento do nível de escolaridade médio da força de trabalho

portuguesa que se tem verificado nas últimas décadas, haja cada vez mais trabalhadores em posição de ocupar o terreno das «profissões em ascensão». Com a ressalva de que a emigração de jovens qualificados pode dificultar este processo, os resultados do estudo fundamentam a urgência desses investimentos, de modo que as empresas possam aproveitar o influxo de trabalhadores qualificados. Ao tirarem partido desses investimentos, as próprias empresas poderão contribuir para contrariar a tendência para a fuga de talento que se tem verificado em anos recentes.

A nossa análise revela que algumas das competências particularmente importantes para as «profissões em ascensão» se prendem com as capacidades de trabalhar em conjunto com outros, comunicar, resolver problemas, criar e partilhar conhecimento (família de competências de comunicação, colaboração e criatividade), bem como com capacidades para recolher, organizar e analisar informação para fazer estudos, avaliações e previsões que informem a tomada de decisões (família de competências de informação), e ainda com competências de gestão. Apesar da importância transversal das competências digitais «clássicas», elas não são especialmente essenciais para as «profissões em ascensão», à medida que

as ferramentas de IA se difundem e assumem formas de utilização mais intuitivas e menos técnicas. Assim, os programas de formação e qualificação dos trabalhadores devem ser desenhados com enfoque no desenvolvimento e aprofundamento de competências associadas ao trabalho interpessoal e colaborativo e à análise de informação diversa. Numa perspetiva de mais longo prazo, também os currículos do ensino escolar devem ser repensados, por forma a dotarem as próximas gerações com as aptidões necessárias num mundo em que a IA abranja todas as atividades, acompanhando a evolução das exigências do mercado de trabalho. É importante promover parcerias entre instituições educativas e indústrias, com vista a garantir que os programas de formação profissional estejam alinhados com as necessidades atuais e futuras do mercado.

Por outro lado,
quase 30% dos trabalhos (aqueles que se encontram no terreno das «profissões em colapso») poderão ficar seriamente ameaçados pela automação e com reduzidas possibilidades para alavancarem a IA.

Uma das profissões fortemente ameaçadas é, de facto, aquela onde há mais pessoas empregadas (trabalhadores relacionados com vendas), o que evidencia a dimensão do problema. Aliás, numa análise sob a perspetiva de exposição a tecnologias já existentes (e não necessariamente de desenvolvimentos tecnológicos previstos), não apresentada neste documento, verificamos que há cinco profissões de dimensão significativa classificadas neste terreno, requerendo soluções urgentes para a provável reestruturação ou desaparecimento dos respetivos empregos. Esta urgência prende-se também com o facto de os trabalhadores nas «profissões em colapso» serem, em média, aqueles que auferem rendimentos do trabalho mais baixos e que têm poucas qualificações, encontrando-se, portanto, numa posição mais vulnerável em caso de desemprego ou de emprego precário.

Assim, os decisores políticos deverão desde já acautelar um cenário de pressão adicional sobre o sistema de Segurança Social e considerar a implementação de políticas ativas, com objetivos como a requalificação dos trabalhadores e dos desempregados, bem como a reinserção de desempregados no mercado de trabalho. A nossa análise revela que os esforços de requalificação de alguns destes trabalhadores podem não ser especialmente exigentes, já que muitos exercem profissões com competências relacionadas com ajudar e cuidar de pessoas (família de competências de prestação de assistência e cuidados) e com competências de comunicação e colaboração. Estas competências são também exigidas no «terreno dos humanos», cujos empregos estão consideravelmente menos expostos aos efeitos destrutivos da digitalização, o que poderá facilitar a transição de trabalhadores das «profissões em colapso» para o «terreno dos humanos». É importante fazer notar que também os empregadores devem assumir um papel importante na requalificação das suas forças de trabalho, com programas internos de formação e aquisição de qualificações e competências.

A análise ao nível do distrito revelou uma variedade significativa de níveis de exposição à IA entre as regiões do país. Em particular, Lisboa, Coimbra, Porto e Vila Real são os distritos com maiores proporções de trabalhadores em «profissões em ascensão», enquanto alguns distritos do Norte (Viana do Castelo, Braga, Aveiro, Viseu) apresentam mais de 40% do emprego fortemente exposto aos efeitos destrutivos da digitalização. Por outro lado, os distritos do interior apresentam baixa exposição tanto aos efeitos transformativos quanto aos efeitos destrutivos da digitalização, o que se traduz em proporções consideráveis do emprego no «terreno dos humanos». Esta diversidade dos níveis de exposição sugere que as políticas a desenvolver tomem em consideração as especificidades das economias locais, nomeadamente no que toca à composição setorial e à composição da força de trabalho. Poderá também ser útil investir no estabelecimento de polos de tecnologia ou incubadoras em regiões vulneráveis, para estimular a criação de postos de trabalho em setores emergentes.

Numa perspetiva mais abrangente do mercado de trabalho (não desenvolvida neste trabalho), é importante realçar que, dada a ligação entre idade e escolha de profissão, os impactos podem ser sentidos de forma diferente pelos diversos grupos etários. A isto acresce a relação entre a educação e a escolha de profissão. Os níveis de educação muito diferentes entre gerações também se traduzem em impactos diferenciados. Finalmente, dado que algumas profissões são maioritariamente exercidas ou por homens ou por mulheres, também deve ser considerado o vetor género na tomada de decisão. De facto, as mulheres estão fortemente representadas no «terreno das máquinas», ocupando cerca de 59% dos postos de trabalho nesse terreno de digitalização (vs. cerca de 47% no total da população empregada). Nos restantes terrenos de digitalização, a distribuição entre géneros é semelhante à da população empregada.

Portugal ocupa uma posição intermédia no Índice de Economia e Sociedade Digital (IDES) (Comissão Europeia, 2022), refletindo um progresso significativo em áreas como a conectividade e os serviços públicos digitais, mas com desafios persistentes na adoção de tecnologias avançadas pelas empresas e no desenvolvimento de competências digitais pela força de trabalho. Este contexto reforça a encruzilhada que o país enfrenta: promover setores e profissões em ascensão para acelerar a produtividade, ou proteger empregos tradicionais mais expostos às mudanças tecnológicas. Contudo, as duas opções não são excludentes.

Os decisores políticos deverão procurar soluções que favoreçam a adoção das tecnologias por parte das empresas, enquanto criam mecanismos de proteção, requalificação e mobilidade profissional dos trabalhadores mais vulneráveis.

Embora este estudo não tenha explorado o impacto específico das plataformas digitais e da *gig economy*, é importante reconhecer que estas formas emergentes de trabalho flexível estão a ganhar relevância, particularmente nas «profissões em colapso» e no «terreno dos humanos». As plataformas digitais criam oportunidades de emprego em atividades que, embora frequentemente vulneráveis à automação, são complementadas por trabalho humano, como no setor dos serviços e distribuição. Por outro lado, a criação destas plataformas, a ter lugar em Portugal, pode promover os trabalhos nas «profissões em ascensão». Na *gig economy*, a flexibilidade e a natureza fragmentada dos empregos podem servir como uma via de transição para os trabalhadores em profissões altamente expostas aos efeitos destrutivos da digitalização, mas também levantam desafios em termos de precariedade e proteção social.

10. Recomendações de políticas públicas

Para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades criadas pela automação e pela inteligência artificial no mercado de trabalho português, são necessárias políticas direcionadas para a qualificação dos recursos humanos e a inovação empresarial. Estas políticas devem ser implementadas de forma estável e duradoura, mas com parâmetros flexíveis que permitam uma adaptação aos desenvolvimentos tecnológicos e à evolução das condições económicas, garantindo que o mercado de trabalho português se torna mais competitivo, enquanto protegem os trabalhadores. Avançamos aqui algumas propostas de carácter preliminar.

1. Inovação, empreendedorismo e tecnologias digitais como catalisadores regionais

Para maximizar os benefícios da digitalização, é importante fomentar uma cultura de inovação e empreendedorismo, particularmente em regiões e setores mais afetados pela mudança

tecnológica. Apoiar *start-ups* e pequenas empresas que utilizam tecnologias digitais pode criar oportunidades de emprego e impulsionar o crescimento económico, particularmente em regiões com alta exposição à automação e à IA. Este apoio pode incluir subsídios, incentivos fiscais e acesso a oportunidades de mentoria e *networking*, bem como parcerias entre o setor público e o setor privado.

2. Requalificação focada nas «profissões em colapso»

Uma prioridade central deve ser a promoção da adaptabilidade da força de trabalho, através de programas de requalificação focados nos trabalhadores em profissões classificadas como «profissões em colapso». Estes programas de requalificação devem facilitar a transição para profissões mais resilientes, menos expostas aos riscos da automação, e que ofereçam melhores perspetivas de sustentabilidade no longo prazo. Além disso, é essencial incentivar iniciativas de aprendizagem ao longo da vida, dando ênfase à literacia digital, às competências interpessoais de comunicação, criatividade e resolução de problemas.

Acresce ainda a necessidade de requalificação dos gestores e empregadores, por forma a encorajar a adoção das tecnologias digitais e garantindo que as suas qualificações fiquem mais alinhadas com as competências dos trabalhadores cada vez mais qualificados, nomeadamente os jovens, assim tirando o máximo proveito do talento.

3. Reformulação dos currículos para a era digital

No âmbito educativo, é urgente rever os currículos escolares e académicos para incorporar a literacia digital, o domínio de ferramentas de inteligência artificial e competências relacionadas com análise e comunicação. Este alinhamento deve ser apoiado por colaborações estreitas entre as instituições de ensino e a indústria, de modo a garantir que a formação oferecida corresponde às necessidades reais do mercado de trabalho, presente e futuro.

4. Estratégias regionais diferenciadas para mitigar os efeitos negativos

No que diz respeito às disparidades regionais, é necessário adotar estratégias específicas para responder às diferentes exposições à automação e à inteligência artificial em várias regiões do país. Em distritos mais vulneráveis, como Braga, Aveiro e Viana do Castelo, onde a automação destrutiva pode ter impactos graves, devem ser promovidas iniciativas para a diversificação económica e a criação de polos tecnológicos. Já em regiões como Lisboa, Porto e Coimbra, onde há uma maior concentração de «profissões em ascensão», é importante fomentar a inovação e o investimento em competências avançadas.

5. Proteção social reforçada e envolvimento dos empregadores

Outro eixo prioritário é o reforço dos mecanismos de proteção social. É crucial que sejam desenhadas políticas públicas para amparar trabalhadores em profissões vulneráveis, proporcionando não apenas apoio financeiro temporário, mas também oportunidades de requalificação e mobilidade no mercado de trabalho. Este esforço

requer também o envolvimento direto dos empregadores, que devem criar programas internos de formação e atualização de competências.

6. Incentivos para a adoção responsável da IA e da automação

A adoção de tecnologias emergentes deve ser estimulada com incentivos financeiros e apoio técnico às empresas (especialmente as de pequena e média dimensão), para que estas integrem ferramentas de inteligência artificial nos seus processos produtivos. Esses incentivos podem incluir subsídios, benefícios fiscais e suporte técnico especializado. Contudo, o foco deve ir além da adoção de tecnologias, promovendo também a aquisição de competências por parte dos trabalhadores, com vista a maximizar os benefícios da IA.

7. Monitorização e uso ético de tecnologias emergentes

Por fim, as tecnologias emergentes, como os modelos de linguagem de grande escala, representam uma oportunidade significativa de complementaridade com o trabalho humano, particularmente em profissões cognitivas. É fundamental monitorizar o impacto dessas tecnologias no mercado de trabalho e promover o seu uso de forma ética e socialmente responsável, garantindo que os trabalhadores também beneficiam significativamente dos ganhos de produtividade associados.

11. Referências

ACEMOGLU, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation, and work. In *The economics of Artificial Intelligence: An agenda* (pp. 197-236). University of Chicago Press.

ACEMOGLU, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labour. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.

ACEMOGLU, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P. (2022). Artificial intelligence and jobs: Evidence from online vacancies. *Journal of Labor Economics*, 40(S1), S293-S340.

ALEKSEEVA, L., Azar, J., Gine, M., Samila, S., & Taska, B. (2021). The demand for AI skills in the labour market. *Labour Economics*, 71, 102002.

ALVARELHÃO, A., Resende, J., & Carneiro, A. (2024). Employment and wage dynamics in the electricity sector: Evidence from Portugal 2002-2020. *Energy Economics*, 130, 107310.

ARNTZ, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* 189.

ARNTZ, Melanie, Terry Gregory, and Ulrich Zierahn. Revisiting the risk of automation. *Economics Letters* 159 (2017): 157-160.

AUTOR, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.

BOAVIDA, N., & Candeias, M. (2021). Recent automation trends in Portugal: Implications on industrial productivity and employment in automotive sector. *Societies*, 11(3), 101.

BOWLES, J. (2014). The computerisation of European jobs. *Bruegel, Brussels*.

CETTE, G., Devillard, A., & Spiezia, V. (2021). The contribution of robots to productivity growth in 30 OECD countries over 1975-2019. *Economics Letters*, 200, 109762.

COMISSÃO Europeia (2022). Índice de Digitalidade da Economia e da Sociedade (IDES) de 2022 — Portugal.

DAMIOLI, G., Van Roy, V., Vertesy, D., & Vivarelli, M. (2023). AI technologies and employment: Micro evidence from the supply side. *Applied Economics Letters*, 30(6), 816-821.

DELL'ACQUA, F., McFowland, E., Mollick, E. R., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K., Rajendran, S., Kraymer, L., Candelon, F., & Lakhani, K. R. (2023). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper*, 24-013.

DENGLER, K., & Matthes, B. (2018). The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 304-316.

DUARTE, J. B., Brinca, P., Gouveia-de-Oliveira, J, & Ferreira, A. M. (2019). O futuro do trabalho em Portugal: O imperativo da requalificação. *Nova School of Business and Economics and Confederação Empresarial de Portugal*.

ELOUNDOU, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2024). GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs. *Science*, 384(6702), 1306-1308.

FELTEN, E., Raj, M., & Seamans, R. (2021). Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses. *Strategic Management Journal*, 42(12), 2195-2217.

FELTEN, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2023). How will language modelers like ChatGPT affect occupations and industries? *Available at SSRN 4375268*.

FILIPPI, E., Banno, M., & Trento, S. (2023). Automation technologies and their impact on employment: A review, synthesis and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122448.

FOSSEN F., & Sorgner A. (2019). Mapping the future of occupations: Transformative and destructive effects of new digital technologies on jobs. *Foresight and STI Governance*, 13(2), 10-18.

FOSSEN, F. M., & Sorgner, A. (2022). New digital technologies and heterogeneous wage and employment dynamics in the United States: Evidence from individual-level data. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121381.

FOSTER-MCGREGOR, N., Nomaler, Ö., & Verspagen, B. (2021). Job automation risk, economic structure and trade: A European perspective. *Research Policy*, 50(7), 104269.

FREY, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114(2), 254-280.

GRACE, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., & Evans, O. (2018). When will AI exceed human performance? Evidence from AI experts. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 62, 729-754.

GRIGOLI, F., Koczan, Z., & Topalova, P. (2020). Automation and labour force participation in advanced economies: Macro and micro evidence. *European Economic Review*, 126, 103443.

HITOMI, K. (1994). Automation — its concept and a short history. *Technovation*, 14(2), 121-128.

JOSTEN, Cecily, & Grace Lordan. 2020. Robots at work: Automatable and non-automatable jobs. In *Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics*, 1-24. Cham: Springer International Publishing.

MANYIKA, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. & Dewhurst, M. (2017). *A Future That Works: Automation, employment and productivity*. Chicago: McKinsey Global Institute.

MONIZ, A. B., Candeias, M., & Boavida, N. (2022). Changes in productivity and labour relations: Artificial intelligence in the automotive sector in Portugal. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 22(2), 222-244.

NOY, S., & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187-192.

SCHMIDPETER, B., & Winter-Ebmer, R. (2021). Automation, unemployment, and the role of labour market training. *European Economic Review*, 137, 103808.

TSCHANG, F. T., & Almirall, E. (2021). Artificial intelligence as augmenting automation: Implications for employment. *Academy of Management Perspectives*, 35(4), 642-659.

YANG, C. H. (2022). How artificial intelligence technology affects productivity and employment: Firm-level evidence from Taiwan. *Research Policy*, 51(6), 104536.

12. Anexo

T2. Exposição das dez maiores profissões à digitalização

	Profissão (e código CPP)	Emprego	Quota de emprego	Exposição à automação	Exposição à IA	Terreno de digitalização
1	524 Outros trabalhadores relacionados com vendas	169 065	5,3	,82	,51	 colapso
2	911 Trabalhadores de limpeza em casas particulares, hotéis e escritórios	121 605	3,8	,63	,02	 humanos
3	411 Empregado de escritório em geral	118 995	3,7	,97	,93	 máquinas
4	962 Outras profissões elementares	114 053	3,5	,82	,18	 colapso
5	522 Vendedores em lojas	99 536	3,1	,46	,58	 humanos
6	711 Trabalhadores qualificados da construção das estruturas básicas e similares	97 166	3,0	,65	,2	 humanos
7	432 Empregados de aprovisionamento, armazém, de serviços de apoio à produção e transportes	91 884	2,9	,9	,67	 máquinas
8	532 Trabalhadores de cuidados pessoais nos serviços de saúde	82 062	2,6	,48	,34	 humanos
9	513 Empregados de mesa e bar	81 633	2,5	,83	,28	 colapso
10	422 Pessoal de receção e de informação a clientes	79 789	2,5	,74	,86	 máquinas

T3. Lista de profissões, número de trabalhadores e classificação nos terrenos de digitalização

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
911 Trabalhadores de limpeza em casas particulares, hotéis e escritórios	121 605	
522 Vendedores em lojas	99 536	
711 Trabalhadores qualificados da construção das estruturas básicas e similares	97 166	
532 Trabalhadores de cuidados pessoais nos serviços de saúde	82 062	
833 Motoristas de veículos pesados e de autocarros	75822	
311 Técnicos das ciências físicas e de engenharia	51 962	
541 Pessoal dos serviços de proteção e segurança	50 821	
932 Trabalhadores não qualificados da indústria transformadora	50 371	
753 Trabalhadores da confeção de vestuário, curtidores de peles, sapateiros e similares	46 787	
741 Instaladores e reparadores de equipamento elétrico	37 469	
222 Profissionais de enfermagem	34 961	
931 Trabalhadores não qualificados da indústria extrativa e construção	33 166	
723 Mecânicos e reparadores, de máquinas e de veículos	32 556	
312 Encarregados das indústrias extrativa, transformadora e construção	28 996	
531 Auxiliares de educadores de infância e de professores	28 666	
832 Motoristas de automóveis ligeiros, de carrinhas e condutores de motociclos	25 180	
712 Trabalhadores qualificados em acabamentos da construção e similares	21 558	



humanos

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
912 Trabalhadores de limpeza de veículos, janelas, roupa e de outra limpeza manual	20 754	
933 Trabalhadores não qualificados de apoio, aos transportes e armazenagem	20 753	
321 Técnicos da medicina e farmácia	18 556	
141 Diretores e gerentes, de hotelaria e restauração	18 368	
611 Agricultores e trabalhadores qualificados de culturas agrícolas de mercado	16 493	
325 Outros profissionais de nível intermédio da saúde	16 107	
313 Técnicos de operação e controlo de processos industriais	15 674	
516 Outros trabalhadores dos serviços pessoais	14674	
731 Trabalhadores qualificados do fabrico de instrumentos de precisão, joalheiros, artesãos e similares	13 239	
514 Cabeleireiros, esteticistas e similares	11 571	
961 Trabalhadores da recuperação de resíduos	10 863	
754 Trabalhadores de outros ofícios	8645	
343 Técnicos de nível intermédio das atividades culturais, artísticas e culinárias	8005	
342 Técnicos de atividade física e de desporto	6069	
511 Assistentes de viagem, cobradores e guias intérpretes	5134	
742 Instaladores e reparadores, de equipamentos eletrónicos e de telecomunicações	4344	
314 Técnicos e profissões afins das ciências da vida, de nível intermédio	4170	
315 Técnicos operacionais e controladores, dos transportes marítimo e aéreo	3348	
265 Artistas criativos e das artes do espetáculo	3231	



humanos

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
831 Maquinistas de locomotivas e similares	2755	
225 Veterinário	2641	
131 Diretores de produção na agricultura, produção animal, floresta e pesca	1963	 humanos
324 Técnico e assistente de veterinários	1472	
322 Auxiliares de enfermagem e parteiras	1107	
224 Profissional paramédico	24	
143 Diretores e gerentes de outros serviços	62 094	
251 Analistas e programadores, de software, Web e de aplicações	55 009	
334 Administrativos e secretários especializados	53 821	
112 Diretor geral e gestor executivo, de empresas	47 257	
214 Especialistas em engenharia (exceto eletrotecnologia)	39 988	
241 Especialistas em finanças e contabilidade	33 277	 ascensão
331 Técnicos de nível intermédio da área financeira e matemática	31 299	
121 Diretores de serviços de negócios e de administração	31 209	
332 Agentes de compras, de vendas e corretores comerciais	30 078	
242 Especialistas em organização administrativa	29 618	
226 Outros profissionais de saúde	29 552	
142 Diretores e gerentes, do comércio a retalho e por grosso	29 393	
351 Técnicos operadores das tecnologias de informação e comunicação e de apoio aos utilizadores	25 447	

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
243 Especialistas em vendas, marketing e relações públicas	23384	
263 Especialistas em ciências sociais e religiosas	20106	
134 Diretores de serviços especializados	20021	
132 Diretores das indústrias transformadoras, extrativas, da construção, transportes e distribuição	18551	
216 Arquitetos, urbanistas, agrimensores e designers	18237	
234 Professores dos ensinos básico (1.º ciclo) e educadores de infância	17606	
122 Diretores de vendas, marketing e de desenvolvimento de negócios	16699	
215 Engenheiros de eletrotecnologia	12908	
221 Médicos	12496	
333 Agentes de negócios	10076	
252 Especialistas em base de dados e redes	10070	
233 Professor dos ensinos básico (2.º e 3.º ciclos) e secundário	8506	
235 Outros especialistas do ensino	6535	
213 Especialistas em ciências da vida	5539	
264 Autores, jornalistas e linguistas	5218	
261 Especialistas em assuntos jurídicos	4545	
341 Técnicos de nível intermédio dos serviços jurídicos, sociais e religiosos	4187	
231 Professor dos ensinos universitário e superior	3262	
232 Professor dos ensinos tecnológico, artístico e profissional	3168	



ascensão

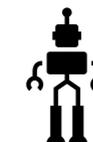
Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
133 Diretores dos serviços das tecnologias da informação e comunicação (TIC)	1747	
211 Físicos, químicos e especialistas relacionados	1668	
262 Bibliotecários, arquivistas e curadores de museus e similares	731	 ascensão
212 Matemáticos, atuários, estaticistas e demógrafos	638	
111 Representantes do poder legislativo e de órgãos executivos, dirigentes superiores da Administração Pública e de organizações especializadas	300	
223 Especialista em medicina tradicional e alternativa	285	
524 Outros trabalhadores relacionados com vendas	169 065	
962 Outras profissões elementares	114 053	
513 Empregados de mesa e bar	81 633	
815 Operadores de máquinas para o fabrico de produtos têxteis, de pele com pelo e couro	66 393	
721 Trabalhadores de chapas metálicas, preparadores e montadores de estruturas metálicas, moldadores de metal, soldadores e trabalhadores similares	47 634	 colapso
751 Trabalhadores qualificados da transformação de alimentos	43 841	
941 Assistentes na preparação de refeições	41 831	
512 Cozinheiro	41 831	
523 Operadores de caixa e venda de bilhetes	40 143	
821 Trabalhadores da montagem	37 082	
722 Forjadores, serralheiros mecânicos e similares	35 426	
921 Trabalhadores não qualificados da agricultura, produção animal, pesca e floresta	32 737	

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
818 Outros operadores de instalações fixas e máquinas	25 819	
834 Operadores de equipamentos móveis	21 803	
752 Trabalhadores do tratamento da madeira e cortiça, marceneiros e similares	20 936	
814 Operadores de máquinas para o fabrico de produtos de borracha, plástico e papel	20 711	
713 Pintores, limpadores de fachadas e similares	16 002	
613 Agricultor e trabalhador qualificado da agricultura e produção animal combinadas, orientados para o mercado	11 196	
816 Operadores de máquinas do fabrico de produtos alimentares e similares	10 080	
515 Governante doméstico e encarregados de limpeza e de trabalhos domésticos	9654	
732 Trabalhadores da impressão	7772	
811 Operadores de instalações, da extração mineira e de processamento de minerais	7021	
812 Operadores de instalações de transformação e acabamento, de metais	5187	
622 Trabalhadores qualificados da aquicultura e das pescas; caçador (inclui com armadilha)	4448	
813 Operadores de instalações e máquinas, do fabrico de produtos químicos e fotográficos	4342	
621 Trabalhadores qualificados da floresta e similares	3720	
612 Produtores e trabalhadores qualificados na criação animal	3674	
817 Operadores de instalações para o fabrico de papel, para o trabalho da madeira e cortiça	3041	
835 Tripulação de convés de navios e similares	1256	



colapso

Profissões	Número de trabalhadores	Terrenos de digitalização
411 Empregado de escritório em geral	118 995	
432 Empregados de aprovisionamento, armazém, de serviços de apoio à produção e transportes	91 884	
422 Pessoal de receção e de informação a clientes	79 789	
441 Outro pessoal de apoio de tipo administrativo	51 295	
431 Operadores de dados, de contabilidade, estatística e serviços financeiros	25 704	
412 Técnico de secretariado	14 485	
421 Caixas, penhoristas e similares	12 856	
352 Técnicos das telecomunicações e da radiodifusão	8591	
413 Operadores de processamento de texto e dados	5621	
521 Vendedores ambulantes e em mercados	4768	
952 Vendedor ambulante (exceto de alimentos)	2500	



máquinas

Pablo Casas-Aljama

Economista no Joint Research Centre (JRC) da Comissão Europeia, onde trabalha na equipa de Análise e Modelação de Dados Territoriais (Territorial Data Analysis and Modelling – TEDAM). As suas áreas de interesse incluem economia do trabalho, política fiscal, economia regional, inovação tecnológica, e economia ecológica. É mestre e doutor em Economia pela Universidade Internacional da Andaluzia (UNIA). Antes de integrar o JRC, foi assistente de investigação e professor substituto na Universidade de Huelva, bem como professor auxiliar convidado no Instituto Superior Técnico e investigador pós-doutoral no Centro de Estudos de Gestão do IST (CEGIST).

Hugo Castro Silva

Professor auxiliar no Instituto Superior Técnico (IST) e investigador no Centro de Estudos de Gestão do IST (CEGIST). Apesar de ser engenheiro de formação e de coração, o seu trabalho de investigação tem assentado sobretudo na economia do trabalho, focando em particular a relação entre a inovação tecnológica,

o capital humano e o emprego. Os seus interesses de investigação estendem-se também ao estudo do empreendedorismo, sobretudo numa perspetiva de escolha ocupacional. Tem artigos científicos publicados nas revistas *Research Policy*, *Small Business Economics* e *International Entrepreneurship and Management Journal*. Atualmente, é vogal da Comissão Executiva do CEGIST.

António Sérgio Ribeiro

Professor auxiliar no Instituto Superior Técnico (IST), onde é atualmente coordenador da Licenciatura e do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, além de investigador no Centro de Estudos de Gestão (CEGIST). De 2020 a 2022, foi diretor do serviço de Estatísticas do Mercado de Trabalho do Instituto Nacional de Estatística (INE). O seu principal foco de investigação incide sobre economia do trabalho, inovação e empreendedorismo, e economia do desporto. O seu trabalho encontra-se publicado em *Journal of International Business Studies*, *Tourism Management Perspectives*, *Regional Studies* e *The Service Industries Journal*, entre outros periódicos.

Rui Baptista

Professor catedrático do Instituto Superior Técnico (IST), onde foi presidente do Departamento de Engenharia e Gestão e do Centro de Estudos de Gestão do IST (CEGIST). Foi também professor catedrático na Brunel Business School, Reino Unido, e investigador no Max Planck Institute, Alemanha. Doutorada pela London Business School, tem uma extensa carreira de investigação sobre inovação tecnológica, empreendedorismo e os seus impactos na indústria, no emprego e no desenvolvimento, sendo editor da revista científica *Small Business Economics* e editor associado do *Journal of Small Business Management*. É coordenador do estudo «Digitalização no Mercado de Trabalho em Portugal: Potenciais efeitos transformativos e destrutivos», promovido pela Fundação Francisco Manuel dos Santos, para a qual coordenou também o estudo «Dinâmicas Empresariais e Desigualdade».

Policy Papers da Fundação

Os *Policy Papers* da Fundação são documentos de leitura rápida com recomendações e linhas de atuação para os decisores e para os responsáveis pelas políticas públicas nacionais.

Coordenador da Equipa de Estudos — Carlos Jalali
Diretor de publicações — António Araújo
Título — Automação e Inteligência Artificial no Mercado de Trabalho Português: Desafios e Oportunidades
Autores — Pablo Casas, Hugo Castro Silva, António Sérgio Ribeiro e Rui Baptista (Coordenação)
Revisão de texto — GoodSpell
Design e infografias — Guidesign

As análises, opiniões e conclusões expressas nesta edição são da exclusiva responsabilidade dos autores e não vinculam a Fundação Francisco Manuel dos Santos. A autorização para reprodução total ou parcial dos conteúdos desta obra deve ser solicitada aos autores e ao editor.