

indústria4.0

MAPEAMENTO DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA



Projeto Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

TÍTULO

ESTUDO DE BENCHMARKING
MAPEAMENTO DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA
– INDÚSTRIA 4.0

PROPRIEDADE E EDIÇÃO

AIDA CCI – CÂMARA DE COMÉRCIO E INDÚSTRIA DO DISTRITO DE AVEIRO
R. da Boavista - Zona Ind. de Taboeira - Alagoas
3800 - 115 Aveiro

indústria4.0

MAPEAMENTO DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA

INTRODUÇÃO.....04

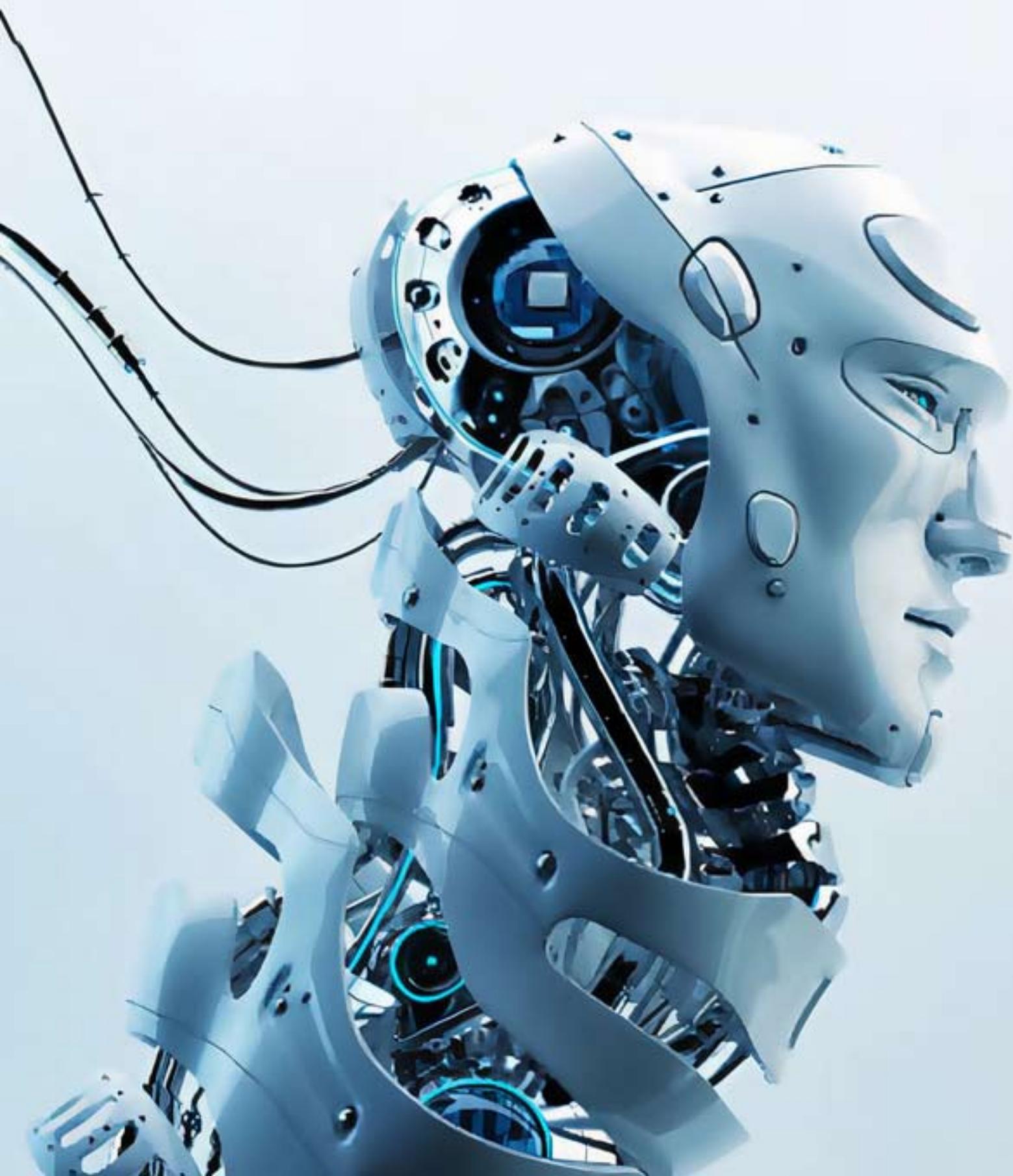
01 INDÚSTRIA 4.0.....08

02 PROGRAMAS NACIONAIS.....16

03 COMPARAÇÃO DOS PROGRAMAS NACIONAIS.....56

04 CONCLUSÕES.....65

REFERÊNCIAS.....68



introdução



O conceito de Indústria 4.0 foi mencionado pela primeira vez em 2011 na Alemanha como uma proposta para o desenvolvimento de um novo conceito de política económica alemã baseado em estratégias de alta tecnologia. O conceito lançou a quarta revolução tecnológica baseada nos conceitos e tecnologias que incluem sistemas ciberfísicos, a Internet das coisas (IoT) e a Internet de serviços, baseado na comunicação perpétua via Internet que permite uma interacção contínua e troca de informações não só entre humanos e máquinas, mas também entre as próprias máquinas. Esta nova interacção comunicacional influencia o estabelecimento da gestão do conhecimento 4.0.

No âmbito da actividade denominada “*Mapeamento da indústria transformadora – Indústria 4.0*” que visa proporcionar às PME o acesso a um conjunto de *guidelines*, tanto genéricas como específicas, disponibilizando ferramentas que possibilite a estas avançar para estádios mais evoluídos de transformação digital e de melhoria da sua eficiência organizacional, a AIDA CCI procedeu à realização de um conjunto de actividades com o intuito de fomentar e potenciar o incremento da produtividade e competitividade das empresas, nomeadamente:

- A realização de uma análise a 50 PME do distrito de Aveiro com o intuito de elaborar um diagnóstico assistido ao estado de maturidade das mesmas no âmbito da temática da indústria 4.0;
- A realização de 3 *focus group* com lógicas sectoriais, relativos aos sectores agroalimentar, metalomecânica e automóvel, com o intuito

de partilhar conhecimento e experiências entre empresários/agentes relativamente à implementação e ou adopção de práticas/procedimentos no domínio da Indústria 4.0;

- A apresentação de recomendações de acordo com a estratégia das empresas, reflectidas num Plano de Acção onde se estabeleçam as principais orientações de natureza prática.

Por conseguinte, procurou-se possibilitar às empresas da indústria, de forma mais ampla e abrangente, que pudessem ter acesso a um conjunto de *guidelines*, genéricas e específicas, de natureza pragmática e baseadas em exercícios de benchmarking.

No entanto, é de crescente importância que os diversos actores (indústria/academia/centros tecnológicos/estado) aumentem a capacidade de cooperação entre si, de modo a apoiarem a digitalização das diversas fileiras que competem a nível internacional.

Nesse sentido, o actual documento tem por intuito elaborar um Estudo de Benchmarking a programas Europeus de apoio à Indústria 4.0, permitindo proceder a uma análise de factores que potenciam a realização deste tipo de iniciativas e programas.

Para tal, procedeu-se a um levantamento bibliográfico extensivo dos Programas de Digitalização Nacionais de 4 países (Alemanha, Espanha, França e Portugal), bem como de toda a informação relevante interligada com a questão. A listagem seguinte contempla as fontes exploradas que reflectem a informação presente no actual documento.

DOCUMENTOS GERAIS

1. International Digital Economy and Society Index 2018 (Foley, Sutton, Wiseman, Green, & Moore, 2018);
2. Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe (Digital Transformation Monitor, 2017e);
3. National Initiatives for Digitising Industry across the EU (European Commission, 2017);
4. Shaping the digital transformation in Europe (McKinsey, 2020);
5. Digitising European Industry (European Commission);
6. Digital Transformation Scoreboard 2018: EU business go digital: Opportunities, outcomes and uptake (European Commission, 2018);
7. Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 (European Commission, 2020c);

ALEMANHA

1. Germany: Industrie 4.0 (Digital Transformation Monitor, 2017a);
2. Digitising European Industries Member States Profile: Germany (Mattauch, 2017);
3. “Moldando a Indústria 4.0: Abrindo o caminho. Em rede. Prático” (Bundesministerium für Wirtschaft, 2017);

ESPANHA

1. Spain: Industria Conectada 4.0 (Digital Transformation Monitor, 2017b);
2. Analysis of National Initiatives for Digitising Industry. Spain: Industria Conectada 4.0 (Lazaro, 2017b);

3. La Transformación Digital de la Industria Española (Ministerio de Industria, Energía Y Turismo, Gobierno de España, 2015);
4. Estrategia Nacional IC 4.0 (Gobierno de España, 2020);

FRANÇA

1. France: Industrie du Futur (Digital Transformation Monitor, 2017c);
2. Analysis of National Initiatives on Digitising European Industry. France: Alliance Industrie du Futur (Larosse, 2017);

PORTUGAL

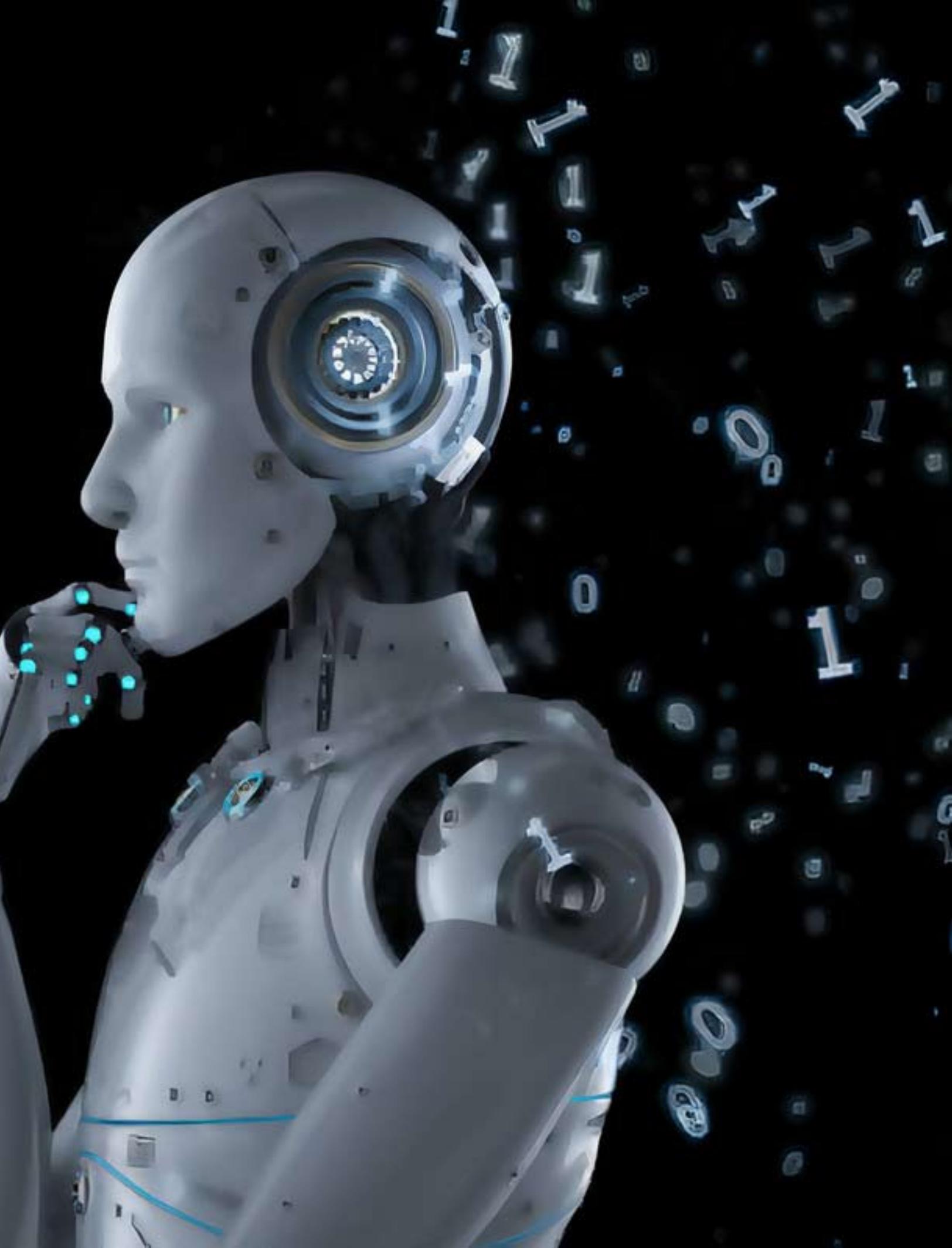
1. Analysis of National Initiatives for Digitising Industry. Portugal: Portugal Indústria 4.0 (Lazaro, 2017a);
2. Country: Portugal “Indústria 4.0” (Digital Transformation Monitor, 2017d);
3. Digitalização e Indústria 4.0 (COTEC, 2019);
4. Indústria 4.0: Em Portugal o futuro já começou (Mendonça, 2015).

Assim sendo, o documento adopta uma estrutura simplificada, apresentando ao longo da sua extensão apenas os factores essenciais das iniciativas abordadas, procurando evitar um documento demasiado extenso e sobrepesar a sua leitura.

Por conseguinte, o documento aborda inicialmente uma apresentação sucinta do conceito Indústria 4.0, apresentado de seguida os programas nacionais da Indústria 4.0 da Alemanha, Espanha, França e Portugal, procedendo à sua comparação e terminando com a apresentação das principais conclusões obtidas.

01
indústria 4.0





01 indústria 4.0

O processo de fabricação/manufactura é um resultado da primeira e subsequentes revoluções industriais, contribuindo para o desenvolvimento da maquinaria, de máquinas movidas a água e vapor até à produção eléctrica e digitalmente automatizada. Esta evolução tornou o processo de fabricação/manufactura mais complexo, automático e sustentável permitindo em simultâneo que as pessoas pudessem operar as máquinas de uma forma mais simples, eficiente e consistente (Qin, Liu, & Grosvenor, 2016).

A Indústria 4.0, ou também conhecida por “Quarta Revolução Industrial”, é um conceito desenvolvido pelo economista alemão e director fundador do Fórum Económico Mundial Klaus Schwab, e representa a entrada definitiva das Tecnologias de Informação nos diversos níveis das fábricas, provocando alterações nos vários níveis do sistema de produção.

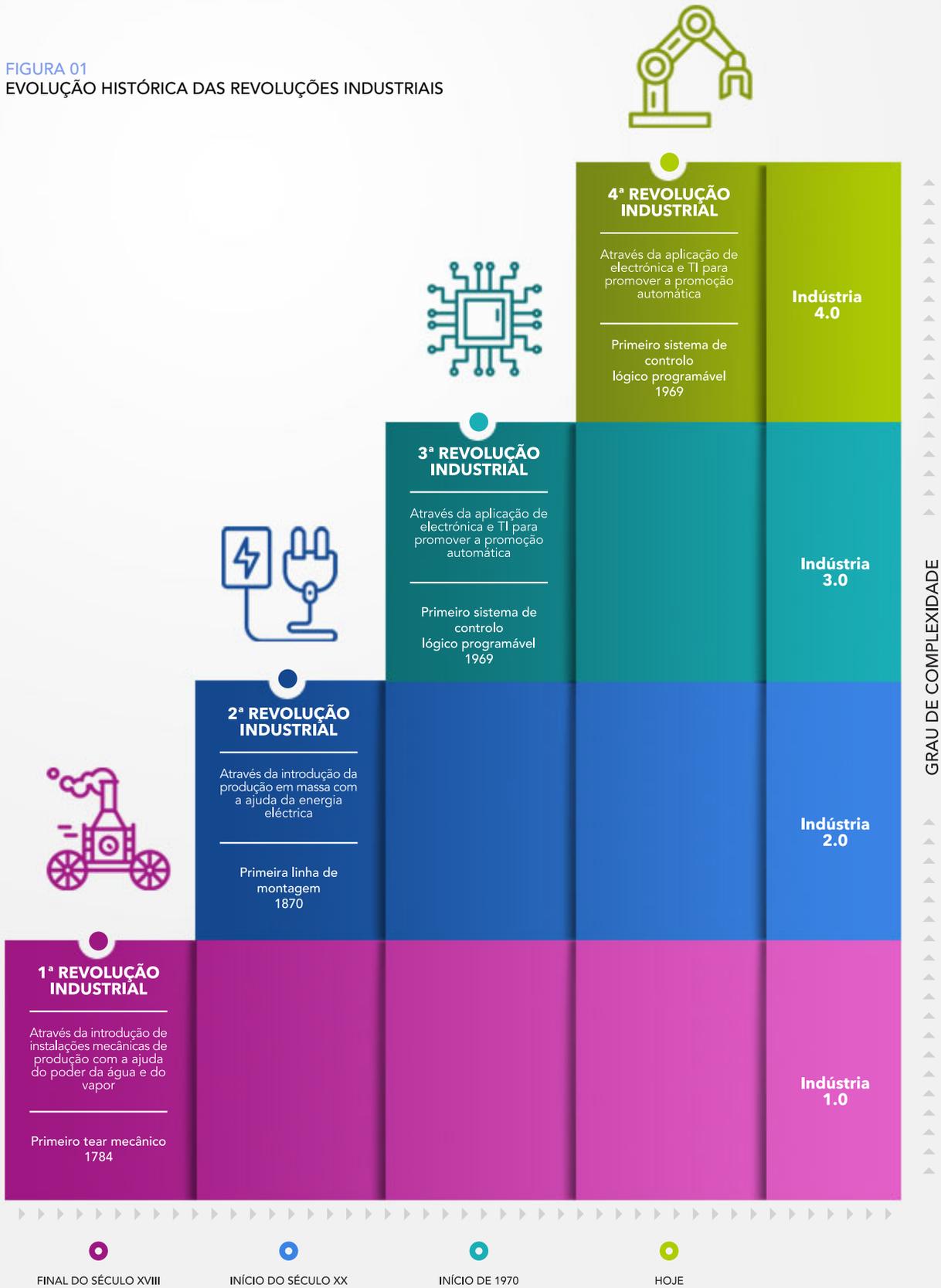
O termo Indústria 4.0 é utilizado como referência à quarta revolução industrial e define um novo nível

de organização e controlo sobre toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, permitindo dar resposta a clientes com requisitos cada vez mais individualizados (Rüßmann, Lorenz, Gerbert, & Waldner, 2015).

Como tal, um dos objectivos centrais da Indústria 4.0 é permitir dar resposta às necessidades individuais dos clientes, o que afecta áreas operacionais como gestão de encomendas, investigação e desenvolvimento, ordens de fabricação ou entregas, podendo inclusive, afectar a própria utilização e reciclagem dos produtos (Neugebauer, Hippmann, Leis, & Landherr, 2016).

O paradigma da Indústria 4.0 promove a ligação entre o físico, como sensores, dispositivos e ativos corporativos, simultaneamente entre si e à Internet (Sipsas, Alexopoulos, Xanthakis, & Chryssolouris, 236-241). O processo de produção é dividido em pequenas unidades orientadas para a criação de valor, que compartilham informações das várias

FIGURA 01
EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS



etapas consecutivas do processo, permitindo contribuir para o aumento da flexibilidade e auxiliar na sua coordenação através da redução da complexidade (Brettel, Friederichsen, & Keller, 2014).

O desenvolvimento da indústria 4.0 tem por objetivo converter as “máquinas regulares” em equipamentos auto-conscientes e de auto-aprendizagem com o intuito de melhorar o desempenho e a sua gestão, bem como simplificar a manutenção das respectivas interações com o seu redor (Lee, Kao, & Yang, 2014).

Em suma, a Indústria 4.0 visa a construção de uma plataforma de manufatura inteligente e aberta para aplicativos de informações em rede industrial (Bahrin, Othman, Nor, & Azli, 2016). A monitorização de dados em tempo real, a identificação do estado e localização de produtos, bem como o registo e gestão das instruções que controlam o processo produtivo, são algumas das principais características que culminaram no surgimento do conceito da Indústria 4.0 (Almada-Lobo, 2015).

A conectividade dentro das fábricas encontra-se em estado de aceleração. De uma forma simplificada, tem-se tornado necessário permitir que as máquinas, os equipamentos e outros ativos consigam transmitir informação através de uma infra-estrutura de comunicação e estabelecer um ponto central para o processamento de informações.

A utilização e integração de várias tecnologias permite interligar as fábricas, internamente e externamente, permitindo assegurar que a qualidade e a eficiência estejam integradas ao processo de manufatura e que sejam aplicadas de modo proactivo e sistemático.

Os sistemas permitem a interligação de várias fábricas, locais e informações de produção dos fornecedores em tempo real e integram-se facilmente com equipamentos, controladores e softwares, resultando num processo de total visibilidade, controlo e optimização da produção e dos processos por toda a empresa.

A Indústria 4.0 é proporcionada através de um conjunto de novas tecnologias, nomeadamente: “Big Data” e “Advanced Data Analytics”; Robotização; Nanotecnologias e Fotónica; Simulação 3D de produtos, materiais ou processos ao longo da cadeia de produção; Sistemas digitais de integração horizontal (entre empresas) e vertical (interempresa); Internet das coisas (IOT); Cybersegurança; Cloud; Manufatura Aditiva e Impressoras 3D; Sistemas Cyber-Físicos (Cyber-physical systems - CPS); Inteligência Artificial e Máquinas Cognitivas; Interfaces inteligentes com os utilizadores através da Psicométrica.

Desta forma, torna-se possível utilizar a informação recolhida para o planeamento e controlo da produção em tempo real, possibilitando detectar ou prever acontecimentos não previstos, resultando na geração de respostas automáticas ou acções de optimização, com base nos dados analisados.

Por outro lado, de acordo com o relatório “Digital Factories 2020”, desenvolvido pela PricewaterhouseCoopers (PwC, 2017), a indústria 4.0 compreende um conjunto de conceitos chave, nomeadamente:

1. Simulador da fábrica – o simulador digital da fábrica permite auxiliar no planeamento, projecto e construção do edifício e da infra-estrutura da fábrica. Pode ser utilizado para apoiar na simulação e teste do edifício, possibilitando testar potenciais configurações diferentes;

2. Simulador digital de produção – a simulação digital de um ou mais ativos de produção é utilizado para o design, inicialização virtual e operação contínua. O foco é simular as operações de um ativo de forma a definir e optimizar os parâmetros-chave e permitir conceitos como manutenção preditiva ou realidade aumentada;

3. Simulador de produtos – o simulador de produtos permite criar uma representação digital do produto, vinculando a Engenharia e a gestão do ciclo de vida do produto às operações da fábrica. Pode

FIGURA 02
9 TECNOLOGIAS CHAVE DA INDÚSTRIA 4.0



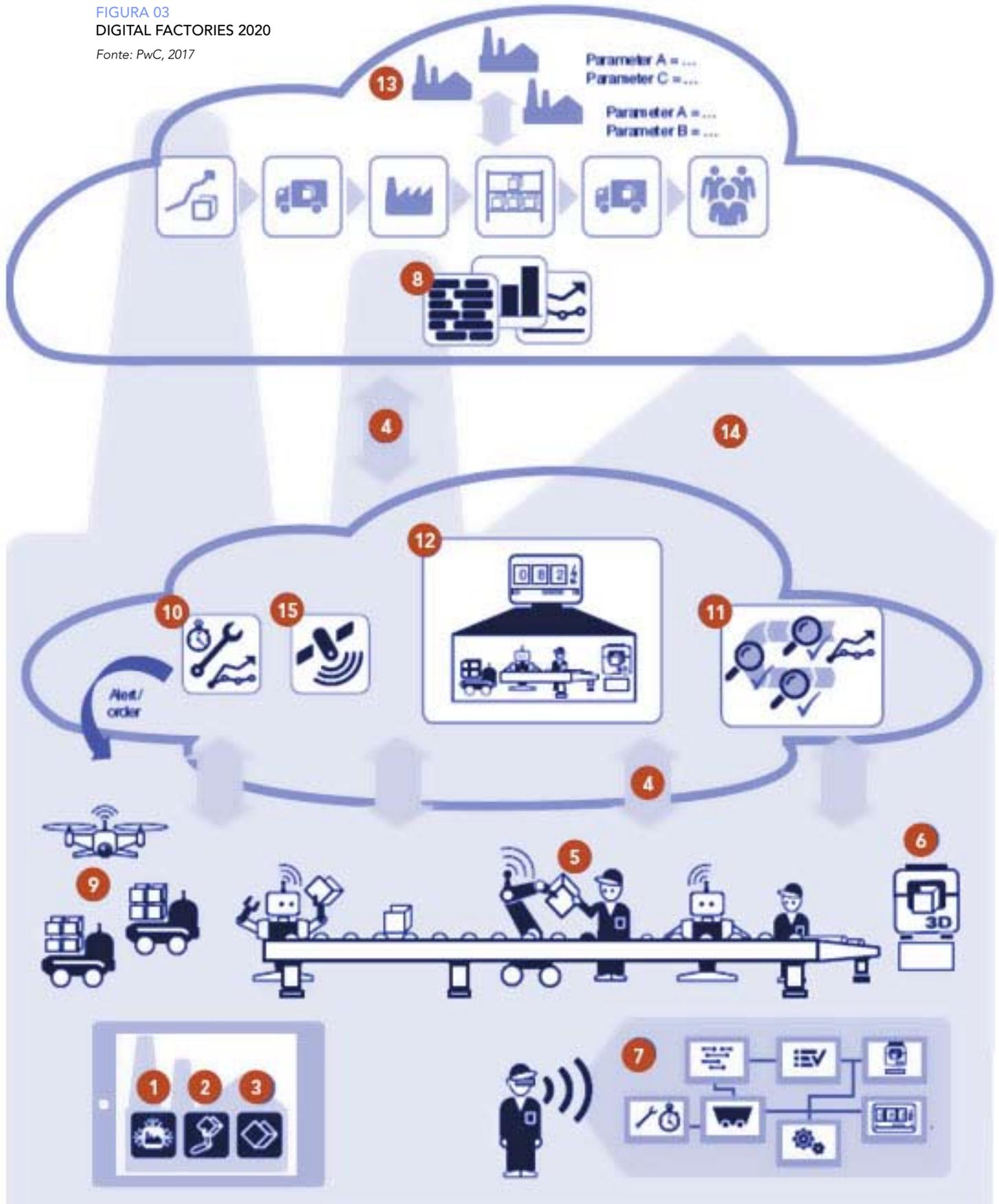
ser utilizado como parte do processo de I&D de forma a estimular o desenvolvimento do produto, tornando possível simular e testar o produto numa fase inicial do processo;

4. Fábrica interligada – o conceito de fábrica interligada refere-se à interligação de objectos da fábrica, como equipamentos, máquinas, veículos de transporte ou produtos através de uma camada de conectividade de forma a possibilitar o controlo e fomentar a optimização;

5. Equipamentos de produção modular – refere-se à utilização de ativos de produção modulares e flexíveis em vez de linhas de produção tradicionais. Ativos de produção modulares, como robôs, acessórios, etc., são integrados de forma flexível no fluxo de produção, conforme exigido pelo processo de produção actual;

6. Métodos flexíveis de produção – contempla a utilização de processos de produção flexíveis, como é exemplo a manufatura aditiva. Estes pro-

FIGURA 03
 DIGITAL FACTORIES 2020
 Fonte: PwC, 2017



cessos de produção suportam um elevado leque de variantes, permitindo aumentar a flexibilidade da produção;

7. Visualização/automação de processos – refere-se à visualização e automação de processos da fábrica, como por exemplo através da utilização de aplicativos móveis em combinação com soluções de realidade virtual e aumentada (através de tablets ou óculos digitais). Inclui novas interfaces de utilizador inovadoras e uma melhor cooperação entre trabalhadores e máquinas e equipamentos;

8. Planeamento integrado – diz respeito aos sistemas de planeamento e programação integrados dentro da fábrica, incluindo desde o nível das máquinas (por exemplo, através do *Manufacturing Execution Systems* - MES), até aos sistemas de *Enterprise Resource Planning* (ERP), estendendo a ligação a fornecedores e clientes. O planeamento integrado permite uma reacção imediata às mudanças na disponibilidade ou procura de recursos;

9. Logística autónoma – Refere-se a sistemas fabris com a capacidade de operar e realizar as actividades logísticas sem qualquer intervenção humana. Estes sistemas possuem a capacidade de detectar e processar informações sobre o ambiente digital ou físico em tempo real, possibilitando a realização das tarefas necessárias enquanto navegam com segurança através dos ambientes internos e externos. São exemplos destas soluções os veículos automaticamente guiados ou os drones;

10. Manutenção preditiva/ preventiva – o conceito refere-se à monitorização remota das condições e dinâmicas das máquinas e equipamentos com a ajuda de dados provenientes de sensores e análise de big data com o intuito de prever cenários de manutenção e reparação. Contribui para fomentar

um aumento da disponibilidade de recursos e optimização de trabalhos de manutenção;

11. Big data driven process / cibernética - as análises de big data podem ajudar a detectar padrões na produção ou dados de qualidade, disponibilizando insights que contribuem para a optimização dos processos ou da qualidade do produto;

12. Optimização de recursos activados por dados – é referente à optimização do consumo de energia e recursos através da análise e controlo de dados inteligentes, como por exemplo a gestão de energia ou ar pressurizado em instalações, com base na procura real ou do seu fornecimento;

13. Transferência de parametrizações de produção – o conceito refere-se à transferência totalmente automática de parâmetros de produção para outras fábricas. Por exemplo, através da implementação de um conceito de fábrica líder onde as padronizações optimizadas podem ser recolhidas e reproduzidas em outras fábricas;

14. Fábrica digital totalmente autónoma – a fábrica opera de forma independente com base em algoritmos de auto-aprendizagem. As pessoas são necessárias apenas para o desenvolvimento do projecto e configuração inicial, bem como para a monitorização contínua e resolução de excepções;

15. Track and trace – A localização de produtos e matérias-primas dentro da fábrica é rastreada por meio de sensores e integrada numa plataforma de dados que se encontra conectada a sistemas internos (como MES ou ERP). Isto permite disponibilizar o progresso da produção e os actuais níveis de inventários com total transparência, permitindo em simultâneo localizar fisicamente peças ou produtos específicos.



02

programas nacionais

programas nacionais

Atualmente, as novas tecnologias avançadas e inovadoras estão a fomentar a chamada “quarta revolução industrial”, propiciando um potencial transformador para as indústrias Europeias e permitindo um crescimento da economia europeia. Em vez de criar novas indústrias, a maior oportunidade digital para a Europa reside na transformação da indústria e das empresas existentes (Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship, 2016).

Em resposta aos desafios, a maioria dos governos europeus estabeleceu como prioridade adoptar políticas da indústria 4.0 numa escala elevada com o intuito de aumentar a produtividade e competitividade, bem como melhorar as competências em alta tecnologia da sua força de trabalho. O presente documento explora os componentes essenciais das políticas nacionais da Indústria 4.0 da Alemanha, Espanha, França e Portugal, com o intuito de identificar as diferenças entre o desenvolvimento, abordagem de financiamento e estratégia de implementação de cada política nacional, procurando identificar boas práticas comuns.

Portugal	Indústria 4.0	
Espanha	Industria Conectada 4.0	
França	Alliance Industry du Future	
Bélgica	Made Different - Factories of the future	
Holanda	Smart Industry	
Luxemburgo	D4I - Digital for Industry Luxembourg	
Itália	Piano Industria 4.0	
Alemanha	Plattform Industrie 4.0	
Dinamarca	MADE - Manufacturing Academy of Denmark	
Áustria	Industrie 4.0 Österreich	
Hungria	IPAR 4.0 - National Technology Platform	
República Checa	Průmysl Industry 4.0	
Polónia	Platforma Przemysłu Przyszłości	
Lituânia	Pramonė 4.0	
Suécia	Smart Industry - a strategy for new industrialisation for Sweden	



2.1

O Programa Alemão

PLATFORM INDUSTRIE 4.0

► Na Alemanha, o termo “*Industrie 4.0*” é uma expressão essencial da estratégia nacional de digitalização da economia e da produção alemã. Durante o ano de 2013, foi estabelecido uma iniciativa conjunta, a “**Plattform Industrie 4.0**”, como resultado de um esforço conjunto de três associações industriais alemãs: a BITKOM (indústria digital), a VDMA (indústria manufactura) e ZVEI (indústria eléctrica e electrotécnica).

Inicialmente, a plataforma procurou dar continuidade e coordenar as actividades de trabalho do conselho de pesquisa do *Federal Ministry of Education and Research – BMBF* para o governo alemão, considerando a plataforma como um instrumento importante na protecção e expansão do futuro da Alemanha como local e centro de manufactura.

O trabalho desenvolvido na “**Plattform Industrie 4.0**” foi influenciado em simultâneo, quer pelos esforços da ZVEI e mais 40 organizações da indústria, no âmbito dos projectos do “*National Roadmap Embedded Systems*”, apresentado em 2009 na cimeira nacional de Tecnologias de Informação, quer pelo trabalho realizado pela Academia Alemã de Ciência e Engenharia (acatech) e sua agenda de pesquisa estratégica “*Sistemas Ciberfísicos*”. Este projecto, financiado pelo *Federal Ministry of Education and Research*, contou com parceiros como a BMW, Siemens AG, Festo, SAP, fortiss, Intel Germany, Bitkom, VDMA, ZVEI, e permitiu descrever a importância social e económica dos sistemas ciberfísicos, analisar o estado da ciência e da engenharia num cenário de comparação internacional e priorizou objectivos de pesquisa, iniciativas e projectos-chave necessários para explorar o potencial da *Cyber Physical System (CPS)*.

A base tecnológica no qual o programa “**Industrie 4.0**” foi desenvolvido são os sistemas integrados inteligentes e as redes digitais. A visão inicialmente estabelecida previa que, com a ajuda destes sistemas, seria possível obter um processo de produção auto-organizado, com as pessoas, máquinas, fábricas, logística e produtos a comunicarem e coope-



rarem directamente e as máquinas a aprenderem a agir e poderem ser utilizadas de uma forma cada vez mais autónoma. Estas redes permitiriam englobar todas as fases do ciclo de vida do produto, englobando desde o desenvolvimento da ideia inicial, até à utilização final do produto e respectiva reciclagem, após a sua utilidade terminar. Consequentemente, seria possível otimizar redes inteiras de valor e não apenas uma etapa da produção.

Por conseguinte, entre 2015-2017 a “**Industrie 4.0**” evoluiu de uma proposta de projecto para uma plataforma nacional que trabalharia as perspectivas económicas centrais e a política de localização, de forma a reforçar a Alemanha como um local de produção. A fim de garantir a qualidade científica do trabalho da plataforma, foi convocado um “*Conselho Consultivo Científico Indústria 4.0*”, ficando a sua liderança a cargo da acatech. Adicionalmente, a plataforma foi expandida em três áreas:

- Foi criado o conselho de padronização Indústria 4.0 por parceiros da plataforma, fundando a associação LNI4.0 com centros de teste associados;
- A plataforma também teve um papel de liderança na partilha internacional ao nível da Indústria

4.0, com inúmeras cooperações internacionais a serem expandidas e estabelecidas;

- Novas empresas aderiram à plataforma, sendo igualmente aceites empresas alemãs e empresas não alemãs.

Em simultâneo com a iniciativa **“Plattform Industrie 4.0”**, a transformação digital da indústria foi promovida por meio de uma série de medidas e iniciativas adicionais do governo, das quais se pode destacar os seguintes aspectos:

- As principais iniciativas focaram a transferência da tecnologia da Indústria 4.0 para as PME, como por exemplo através do desenvolvimento de *Guidelines* de aplicações e boas práticas, o desenvolvimento de laboratórios de teste ou a estimulação e fomento da adopção da Indústria 4.0 nas PMEs, através do desenvolvimento, pelo Ministério de Assuntos Económicos e Energia, de uma série de centros de competências;
- O desenvolvimento do projecto IUNO, um projecto chave nacional para a Segurança de TI na Indústria 4.0. O projecto identifica ameaças e riscos para a fábrica inteligente, desenvolve medidas de protecção e implementa-as em quatro cenários de aplicação. O seu objectivo é desenvolver métodos e soluções gerais para enfrentar os desafios da segurança da TI no campo da aplicação industrial. As soluções de segurança de TI testadas e transferíveis são então combinadas numa caixa de ferramentas que podem ser utilizadas como um “modelo” para aplicativos seguros da indústria 4.0;
- O conceito Indústria 4.0 foi desenvolvido para além dos aspectos técnicos e de negócios iniciais, sendo estendidos aos aspectos sociais, legais e éticos. Foram desenvolvidos projectos sobre as condições de trabalho como uma “Estratégia de Saúde e Segurança Ocupacional 4.0” e propostos regulamentos sobre a protecção de dados dos funcionários. Em 2017, o *Federal Ministry of Education and Research* anunciou a fundação do futuro “*Internet Institute for the Networked Society*”, que tem a missão de analisar aprofundadamente os processos de transformação digital e as respectivas alterações que estas provocam na sociedade.

Adicionalmente, foram ainda desenvolvidas algumas iniciativas significativas na área da Indústria 4.0 pelo *Deutsche Länder*, por membros da Indústria ou por organizações de pesquisa, nomeadamente:

- **Bayern Innovativ GmbH** é a organização da inovação, tecnologia e transferência de conhecimento da região da Baviera. A organização oferece apoio aos participantes da indústria e da ciência em todas as etapas da cadeia de valor, prestando serviços personalizados para impulsionar a dinâmica da inovação. Operando nas interfaces de várias indústrias e tecnologias, tem por objectivo construir e desenvolver um ecossistema de redes dinâmicas para acelerar o processo de inovação;
- O **Cluster BICCnet** tem como missão garantir o crescimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na Baviera. É realizado pelo Ministério de Assuntos Económicos do Estado da Baviera e desde 2016 está integrado no *Center Digitization.Bavaria (ZD.B)*;
- **Allianz Industrie 4.0** é uma rede iniciada e apoiada pelo Ministério de Assuntos Económicos de Baden-Württemberg. Em conjunto com as entidades parceiras, a iniciativa agrupa as competências de produção e tecnologia da informação e comunicação e acompanha as PME industriais na direcção da indústria 4.0, oferecendo vários mecanismos de financiamento regional;
- **Baden-Württemberg** elaborou um “*Roadmap Economy 4.0*” com investimentos de 16 milhões de euros (por exemplo, em quatro “*Digital Hubs*”);

- **O governo estadual de Northrhine-Westfalia** financiou vários projectos, como uma infraestrutura de educação e formação vocacional “*Lernfabrik 4.0 mit Lernfilialen*” (“Learning Factory”), que faz parte da rede de tecnologia e cluster de excelência “its OWL”;
- **No estado alemão da Saxónia**, o governo estadual elaborou uma estratégia de digitalização “*Digital Saxony*”. O governo procurou que o estado, um forte produtor de chips (“*Silicon Saxony*”), se desenvolvesse numa das regiões líderes em tecnologia, economia e cultura da Europa. A estratégia concentrou-se na implementação da *Internet of Things*, Indústria 4.0, Mobilidade 4.0 e Redes Móveis do Futuro (5G);
- **A Fundação Alemã de Pesquisa** (“*Deutsche Forschungsgemeinschaft*”) orientou os seus programas em tópicos relacionados com a Indústria 4.0. Um exemplo é o programa “*Soft Material Robotic Systems*”, desenvolvido pela Leibniz Universität Hannover, uma iniciativa que visa estabelecer novos impulsos na robótica com foco em características como indulgência e adaptabilidade. Outro exemplo foi o programa de pesquisa “*Modelagem e desenho de processos de negócios e comunicação na fábrica*” realizado pela Universidade Técnica de Dresden e a Universidade de Hannover;
- **A Fraunhofer Society** também iniciou projectos estratégicos, como a “*E3 production*”. Esta pesquisa estratégica tem enfoque em como planejar, implementar e monitorizar melhor o fluxo de materiais, energia e informações em fábricas neutras em emissões E³ (produção ergonómica, energeticamente eficiente e eficiente em recursos) por meio de soluções integradas que utilizam sinergias em processos de produção futuros. Adicionalmente, sete Institutos *Fraunhofer* agruparam forças para criar um “*Fraunhofer Group for Production*” e realizar investigação colaborativa orientada

para a produção, tendo por objectivo recolher e reunir o conhecimento e a experiência de cada instituto com o intuito de desenvolver soluções holísticas e personalizadas para clientes que correspondam aos desafios do futuro.

ESTRATÉGIA NACIONAL PARA “DIGITIZING EUROPEAN INDUSTRIES”

A estratégia nacional alemã para a digitalização da indústria foi desenvolvida através da “*Plattform Industrie 4.0*”. Esta tem por objectivo desenvolver recomendações conjuntas para todos os *stakeholders* interessados que servem como base para o desenvolvimento de uma estrutura estável de confiança. A plataforma:

- Inicia e estabelece alianças nacionais e internacionais e redes em fase pré-competitiva;
- Identifica tendências e desenvolvimentos no sector de manufactura e combina-os para produzir uma imagem geral comum para se entender a Indústria 4.0;
- Identifica onde é necessário intervir ao nível de standards e normas;
- Expressa recomendações para comités nacionais e internacionais trabalharem.

A plataforma não realiza operacionalmente actividades no mercado (como centros de demonstração, projectos de pesquisa ou projectos liderados por empresas), mas participa proactivamente no seu início e apoio.

MEDIDAS NACIONAIS ESPECÍFICAS

Ao nível nacional, a Alemanha desenvolveu medidas específicas com o intuito de fomentar a Indústria 4.0 a dois níveis: na promoção da inovação e no acesso ao financiamento.

FIGURA 05
ESTRUTURA DO PROGRAMA ALEMÃO
“PLATTFORM INDUSTRIE 4.0”



Fonte: Digital Transformation Monitor

Promoção da Inovação

O governo alemão desenvolveu um conjunto de medidas nacionais específicas que visaram promover a inovação. Entre estas, é possível identificar e destacar um conjunto de iniciativas, nomeadamente:

- Incentivos fiscais;
- Vouchers de inovação;
- Transferência tecnológica em regiões de fraca infra-estrutura;
- Apoio para protecção intelectual e exploração económica;
- Medidas de *Public Procurement*.

Incentivos Fiscais

O compêndio da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico de regimes de incentivos fiscais não inclui a Alemanha¹. No entanto, em 2017 o *Federal Ministry of Education and Research – BMBF* anunciava que a Alemanha pretendia aumentar o gasto interno bruto em I&D (GERD) de 3,0% para 3,5%, significando uma injeção de 3,7 mil milhões de euros adicionais. Neste montante, estariam incentivos fiscais para I&D de base tecnológica.

Vouchers de Inovação

Em 2017, a BMWi lançou o programa de financiamento “Go Digital” que pretendia apoiar as PME e pequenas oficinas com menos de 100 funcionários, promovendo o desenvolvimento da sua digitalização em três áreas essenciais: segurança de TI, marketing digital e processos de negócios digitalizados. As empresas financiadas poderiam obter serviços de consultoria fornecidos por consultores autorizados.

1. Federal ministry for economic affairs and energy, “Future of the German Mittelstand programme,” https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Mittelstand/aktionsprogramm-zukunft-mittelstand.pdf?__blob=publicationFile&v=12

O programa BMWi “Go Innovativ” permitiu o financiamento de serviços de gestão e consultoria para a preparação e execução de desenvolvimento de produtos e processos de inovação. De igual forma, os serviços só poderiam ser fornecidos por consultores autorizados.

Adicionalmente, o *Federal Ministry of Education and Research* procurou com o seu programa “KMU-innovativ” simplificar a aplicação e aprovação de bolsas para PME inovadoras em áreas tecnológicas específicas de elevada importância para o desenvolvimento e futuro da Alemanha.

Transferência Tecnológica em regiões com fracas Infra-estruturas

Com o intuito de compensar a ausência de investigação e pesquisa industrial em regiões com fragilidade estrutural, o BMWi desenvolveu o programa “InnoKom”. Procurando auxiliar a transferência de tecnologia das instalações de investigação sem fins lucrativos, o modelo foi expandido para as regiões estruturalmente fracas de toda a Alemanha. Este programa tornou elegível o financiamento de instalações de Entidades não empresariais do Sistema de I&I sem fins lucrativos que dispusessem de pessoal e equipamento adequados para proceder à realização de investigação científica complexa, sendo igualmente financiadas medidas de investimento com o intuito de manter as infra-estruturas científicas e técnicas.

Adicionalmente, o *Federal Ministry of Education and Research* desenvolveu o programa “WIR!” que permitiu criar um novo impulso em regiões com dificuldades no desenvolvimento de estruturas. Lançado em 2017, o programa procurou o desenvolvimento de alianças regionais com uma base alargada de parceiros, que em conjunto procederam à identificação de temáticas de inovação. Através de uma abordagem estratégica, o seu objectivo passou pela transferência dos potenciais de inovação existentes em cada região com o fim de serem desenvolvidos no futuro.

Apoio para protecção intelectual e exploração económica

O programa desenvolvido pela BMWi “WIPANO” permite apoiar as PME’s na protecção e na utilização da propriedade intelectual com fins de exploração económica. O programa aborda ideias e invenções inovadoras de PME’s que resultam de investigação com financiamento público. Adicionalmente, a transferência dos resultados da investigação em normas e padrões foi igualmente financiada.

Medidas de *Public Procurement*

Nos últimos anos foram introduzidas novas políticas com o intuito de promover objectivos secundários nas compras públicas, deixando de ser focados apenas os objectivos económicos, e introduzindo critérios adicionais nas mesmas, como a inovação e a sustentabilidade ambiental.

Adicionalmente, procedeu-se a uma reforma alargada da legislação sobre contratação pública, modernizando os contratos públicos e aumentando o nível de digitalização. O quadro jurídico reformado permitiu que as autoridades adjudicantes pudessem fazer uso dos contratos públicos para apoiar os “novos” objectivos estratégicos. Consequentemente, a reforma concedeu às autoridades contratantes e às empresas uma maior flexibilidade na definição do procedimento de contratação.

Podem ser identificados alguns exemplos dos efeitos destas alterações na área da indústria 4.0 e digitalização da indústria, como por exemplo: uma fábrica Indústria 4.0 com unidade de robótica móvel encomendada pela Hochschule Karlsruhe; serviços educacionais Indústria 4.0/trabalho 4.0 encomendados pela Fraunhofer Gesellschaft; ou até vários pedidos de desenvolvimento de software pela Forschungszentrum Jülich.

FACILITAR O ACESSO A FINANCIAMENTO

O governo alemão desenvolveu um conjunto de medidas nacionais específicas que visaram facilitar o acesso a financiamento. Entre estas, é possível identificar e destacar um conjunto de iniciativas, nomeadamente:

- Medidas com enfoque em Capital de Risco;
- Medidas com enfoque em Crowdfunding;
- Promoção de investimento.

Capital de Risco

No total, a BMWi disponibilizou cerca de dois mil milhões de euros para fortalecer o mercado de capital de risco em inovações disruptivas². Podem ser identificadas algumas medidas de oferta de financiamento, nomeadamente:

- **Investimentos em fundos de capital de risco ERP**, permitiu ao KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) voltar, em 2015, ao mercado de capital de risco como investidor chave, disponibilizando um orçamento de 400 milhões de euros para investir em fundos de capital de risco, na Alemanha e na Europa, que procurem investir em empresas de tecnologia jovens e orientadas para o crescimento;
- **O Fundo de Fundos ERP/FEI** aumentou de mil milhões para 1,7 mil milhões de euros em 2015, ajudando a dar resposta às necessidades futuras ao nível de acesso a capital de risco por empresas de alto crescimento. Este aumento incluiu o financiamento do European Angels Fund (EAF);
- **O “INVEST venture capital grant”** fornece incentivos para business angels investirem em

2. Ministry for Economic Affairs and Energy, “Future of the German Mittelstand” Action Programme,” https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/aktionsprogramm-zukunftmitteltand.pdf?__blob=publicationFile&v=6, 2016.

empresas jovens e inovadoras, sendo que, a isenção da subvenção de impostos sobre rendimentos, introduzida em 2015, tornou este instrumento ainda mais atraente;

- **O Fundo Europeu de Investimento (EIF) em conjunto com a BMWi** anunciou, em 2016, um novo instrumento para fomentar o aumento da angariação de capital de risco na Alemanha. Este mecanismo de crescimento concentra-se no apoio de capital de risco para empresas em fase de arranque e de crescimento inicial dentro do território alemão, disponibilizando financiamentos até 20 milhões de euros;
- O EIF e a BMWi lançaram um fundo de capital de risco, “*coparion*” destinado a empresas em fase de arranque e crescimento inicial, que conta actualmente com um montante de 275 milhões de euros;
- Mantendo a estrutura de parceria público-privada, com o Ministério da Economia, o KfW e empresas industriais, foi lançado em 2016 o terceiro “*High-Tech Start-Up Fund*”, procurando disponibilizar cerca de 300 milhões de euros de capital para start-ups tecnológicas.

Crowdfunding

O parlamento alemão aprovou, em 2015, uma nova lei de financiamento colectivo, a “*Kleinanlegerschutzgesetz*”. O mercado de crowdfunding tem vindo a desenvolver-se de forma positiva, apresentando um volume de 249 milhões de euros em 2015, tornando-se o 10^a maior mercado Europeu de crowdfunding em termos de comparação per capita³. Já em 2017⁴ este valor aumentou para os 595 milhões de euros.

3. (University of Cambridge, 2016)

4. (P2P Market Data, 2019)

Promoção de Investimento

A agência “*Germany Trade & Invest*”(GTAI) é a agência federal de desenvolvimento económico da Alemanha, procurando promover o país como um polo de negócios e tecnologia e apoiar as empresas sediadas no país através de informações do mercado global.

Para tal, a agência encontra-se apoiada não só por uma rede de peritos estrangeiros, mas também através de uma cooperação próxima com a “*German Chamber Network*”, possibilitando apoiar as necessidades de comércio internacional da Alemanha disponibilizando um extenso leque de informações de mercado.

Consequentemente, o GTAI disponibiliza no seu site institucional um conjunto de informação sobre os projectos estratégicos de digitalização do país e sobre soluções tecnológicas e realiza, em conjunto com os seus parceiros, *workshops* de demonstração de tecnologias no exterior.

OBJECTIVOS GERAIS E ESTRATÉGICOS DO “INDUSTRIE 4.0”

O programa “*Plattform Industrie 4.0*” apresentou, na sua génese, um conjunto de 3 objectivos gerais, nomeadamente:

- **Fornecer recomendações:** Com base no conhecimento obtido através de investigação e experiência prática, os grupos de trabalho da plataforma identificam onde é necessária intervenção e realizam recomendações dirigidas às empresas, políticos e academias para a implementação da Indústria 4.0 de forma prática e em condições adequadas. O objectivo é tornar mais acessível para as empresas integrarem as novas abordagens da Indústria 4.0 e os respectivos desenvolvimentos tecnológicos, nas suas práticas de negócios;

- **Informar e orientar as empresas, em particular as PME:** O intuito é reforçar e fomentar as empresas a integrarem a Indústria 4.0. Através da disponibilização de centenas de casos demonstrativos da utilização da Indústria 4.0 na Alemanha e o fornecimento de informações sobre competências regionais e centros de teste, as empresas podem obter informações directas e endereços de contacto sobre os diferentes tópicos e são encorajadas a adoptar as tecnologias. Uma biblioteca online e o mapa online são disponibilizados como guia e base de dados de conhecimento para as soluções “Industrie 4.0”;
- **Promover redes e cooperação internacionais:** A “Plattform Industrie 4.0” mantém cooperação com iniciativas da China, Japão, França, Itália, EUA, República Checa, Austrália e procura constantemente expandir o ecossistema, procurando de igual modo participar em eventos nacionais e internacionais e em eventos de rede multilateral.

Relativamente aos objectivos técnicos, numa fase inicial foi definido o objectivo de “Indústria 4.0 por Design” o que significa que todos os desenvolvimentos são executados de acordo com uma arquitectura de referência, permitindo uma elevada flexibilidade e competitividade no sector de produção alemão. Para tal, seria necessário:

- Construir e fornecer sistemas cibernéticos-físicos e integrá-los nas instalações existentes;
- Garantir que os dados e informações relevantes da máquina são fornecidos em tempo real, a fim de analisar os processos de criação de valor óptimo;
- Manter a complexidade das soluções técnicas gerenciáveis (segurança e privacidade) para padronizar a arquitectura, bem como a semântica.

Posteriormente, foram adicionados novos objectivos técnicos expressos através da definição de dez cenários de utilização da Indústria 4.0, funcionando como uma base para identificar as necessidades de investigação:

- **Produção controlada por pedido:** interconexão autónoma e automatizada de recursos de

produção além dos limites da fábrica para optimização do portfólio de acordo com a procura do cliente e do mercado;

- **Adaptable Factory (“Plug & Produce”):** configurações de manufactura adaptáveis dentro de uma fábrica permitindo alterar de forma rápida as capacidades e recursos de produção;
- **Logística Adaptativa Auto-organizável:** Aumento da flexibilidade e o tempo de reacção dos sistemas industriais e logísticos em ambientes de produção cada vez mais voláteis e adaptáveis;
- **Value-Based Services:** A rede de informação integrada permite criar valor quando as informações apropriadas sobre o produto e/ou processo são fornecidas por meio de plataformas de TI;
- **Transparência e Adaptabilidade dos Produtos entregues:** Recolha automática de dados baseados na utilização dos produtos entregues para a optimização dos processos de negócio, para o desenvolvimento de novos modelos de negócio e para a adaptação dinâmica das características do produto;
- **Suporte do Operador na Produção:** Interação humano-tecnologia-humano para auxiliar os trabalhadores como participantes no processo de fabricação;
- **Desenvolvimento de Produto Inteligente para Produção Inteligente:** Os produtos virtuais permitem novos tipos de trabalho em equipa, em processos de engenharia e automação de actividades de engenharia;
- **Engenharia completa e dinâmica de fábricas (DDA):** este cenário de aplicação descreve um processo de engenharia inicial para configurar fábricas;
- **Economia Circular (KRW):** Este cenário de aplicação considera um produto (entregue) até à reciclagem dos seus componentes físicos (no entanto, de acordo com o conselho consultivo científico da *Plattform Industrie 4.0*, foi decidido não prosseguir com este cenário de aplicação);

INICIATIVA NACIONAL ALEMÃ PARA A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - "PLATTFORM INDUSTRIE 4.0"		
01	Alavanca da iniciativa	Iniciativa dirigida e apoiada publicamente que é implementada através do diálogo com as partes interessadas.
02	Modelo de Financiamento	Combinação de financiamento público com contribuições financeiras privadas e em espécie.
03	Público alvo	Fabricantes/produtores, PMEs e <i>policy-makers</i> .
04	Impacto e Área de enfoque	Inovação digital e mercado de TIC; transformação de modelos de negócios e entrega de produtos/serviços.
05	<i>Key Drivers</i>	Desenvolvimento de ideias por entidades de investigação, experiência na reestruturação dos processos produtivos e participação de sindicatos pró-activos.
06	Principais barreiras	Competição entre os principais participantes de TIC e envolvimento do primeiro nível (<i>shop-floor</i>) das fábricas.
07	Estratégia de Implementação	Agenda de Investigação abrangente e plataforma I4.0 como uma base de rede para a transformação digital.
08	Resultados alcançados	Redução da segregação da indústria, transposição da agenda de investigação para a prática, desenvolvimento de uma arquitectura/framework de referência e lançamento de uma plataforma com 150 membros.
09	Orçamento	EUR 200 milhões de euros da BMBF e BMWi complementados por contribuições financeiras e em espécie da indústria.
10	Factores únicos	A transformação rápida da agenda de investigação para a prática convencional e para a plataforma constituem a maior e mais diversa rede I4.0 globalmente.
11	Valor acrescentado para <i>policy-makers</i>	Constitui-se como uma iniciativa estratégica para consolidar a liderança tecnológica em engenharia mecânica e para ajudar os formuladores de políticas a impulsionar a I4.0 em todos os níveis.
12	Impacto esperado	Fornecer uma estrutura consistente e de confiança para o desenvolvimento da posição competitiva da Alemanha no sector industrial através de recomendações e acções.

Fonte: Digital Transformation Monitor

— **Manufatura Aditiva (ADM).**

Os cenários foram analisados sistematicamente em relação não só aos campos tecnológicos disponíveis, mas também a serem desenvolvidos, resultando na identificação de cinco áreas prioritárias para a implementação futura dos cenários:

- Semântica e modelos para a indústria 4.0;
- Negociação e adjudicação de contratos em redes de valor automatizadas;
- Engenharia de sistemas para sistemas variáveis;
- Logística 4.0 - auto-organizada e adaptativa;
- Organização do trabalho, sistemas de assistência e sombra digital humana.

FACTORES CHAVE DO PROGRAMA "INDUSTRIE 4.0"

Através da análise do programa alemão para a digitalização da indústria, o "Plattform Industrie 4.0", torna-se possível compreender que se constitui como uma iniciativa complexa e extensa. No entanto, é possível destacar e apresentar um resumo do programa através de um conjunto de 12 factores chave da iniciativa, conforme o **apresentado no quadro acima.**

Adicionalmente, o “Digital Transformation Monitor” da Comissão Europeia (European Commission, 2020a) (European Commission, 2020b), que visa fo-

mentar a base de conhecimento sobre a situação e a evolução da transformação digital na Europa, apresenta uma análise SWOT simplificada da iniciativa.



Fonte: Digital Transformation Monitor

2.2

O Programa Espanhol
INDUSTRIA CONECTADA 4.0





► De acordo com informações do Banco Mundial (Banco Mundial, 2016), Espanha apresenta-se como uma das economias mais fortes da União Europeia, ocupando a quarta posição atrás da Alemanha, França e Itália. Com uma contribuição de pouco mais de 20% no produto interno bruto em 2019, a actividade industrial desempenha um papel fundamental na economia espanhola (The World Bank, 2020).

O desenvolvimento tecnológico, o aumento da hiper-conectividade e a globalização da economia, em conjunto com a recuperação da crise financeira, desenvolveram nos últimos anos oportunidades importantes, bem como desafios, para o domínio da indústria da manufactura. Actualmente, a indústria fornece cada vez mais um conjunto de bens e serviços integrados, deslocando-se do típico modelo de negócio de produção e venda de produto para uma entrega complementada com serviços, como manutenção e serviços pós-venda.

O programa “Connected Industry 4.0 (CI 4.0)”, lançado em 2015 pela Secretaria Geral da Indústria e PME, no âmbito do Ministério da Economia, Indústria e Competitividade, tem por objectivo digitalizar e aumentar a competitividade do sector industrial espanhol. Como tal, encontra-se alinhado e complementa duas iniciativas espanholas aprovadas em Conselho de Ministros em 2014:

- Agenda Digital;
- Agenda de Reforço do Sector Industrial em Espanha.

ESTRATÉGIA NACIONAL PARA “DIGITIZING EUROPEAN INDUSTRIES”

A iniciativa nacional “Industria conectada 4.0 (CI 4.0)” foi anunciada em 2015, tendo por intuito não só fomentar a digitalização e aumentar a competitividade do sector industrial espanhol, como pro-

piciar uma estratégia de apoio às empresas no seu processo de transformação digital.

Orientado pelo Secretário Geral da Indústria e PME, o programa “Indústria conectada 4.0 (CI 4.0)” foi o resultado de um processo extensivo, amplo e cuidadoso que reuniu representantes e organizações públicas, privadas, científicas e académicas, partidos políticos, sociedades civil e sindicatos.

A iniciativa é definida como uma iniciativa público-privada, mas impulsionada e financiada de forma mais preponderante pelo estado, sendo que se encontra previsto o aumento das responsabilidades da indústria em termos de fornecimento de conteúdo e suporte financeiro.

De forma a assegurar que o modelo espanhol conseguisse responder a mercados industriais cada vez mais competitivos e globalizados, foram alocados recursos significativos à iniciativa, sendo definidos um total de oito desafios e requisitos competitivos da indústria 4.0.

Apesar da cobertura de novas tecnologias (capacitadores de transformação digital), o programa “Indústria conectada 4.0” colocou enfoque no desenvolvimento de competências, bem como na partilha de conhecimento.

Dado o conhecimento insuficiente da digitalização entre as empresas, em particular das PMEs, as primeiras acções implementadas procuram dar enfoque à sensibilização, ao desenvolvimento do plano estratégico de transformação digital, à formação e coaching/mentoring sobre as oportunidades proporcionadas pela Indústria 4.0 em Espanha e aos benefícios e competências exigidas da digitalização.

Este desenvolvimento pró-activo procura fomentar e procura desencadear uma reacção em cadeia na percepção por parte dos vários agentes da necessidade das empresas de digitalizar processos, produtos e serviços, sendo que, numa segunda fase, deverão ser tratadas de forma sustentável por no-

vas infra-estruturas de inovação, como por exemplo por *Digital Innovation Hubs*.

Por conseguinte, o programa “Indústria conectada 4.0” foi estabelecido como uma nova entidade com o intuito de liderar e coordenar as diversas acções do governo. Visando estimular a colaboração entre as empresas e fomentar a transferência entre a tecnologia e a indústria, a iniciativa criou e disponibilizou plataformas e ambientes colaborativos multidisciplinares que objectivaram o desenvolvimento de novas ferramentas de colaboração e soluções específicas para o sector industrial.

Em suma, a iniciativa procurou estabelecer um modelo específico, em linha com a realidade industrial espanhola, em vez de imitar esquemas de outros países da UE, permitindo que a iniciativa provocasse interesse do sector privado, criando um novo ímpeto no seu desenvolvimento.

Adicionalmente, os enablers digitais desempenharam um papel fundamental no modelo da Indústria 4.0 de Espanha, onde através de convocatórias de projectos de investigação e projectos de consultoria, a iniciativa visou empresas industriais que procuravam implementar tecnologias digitais na sua carteira de produtos e serviços.

Ao nível da governança, foram ainda delineados grupos de trabalho com enfoque em 5 áreas essenciais:

- **Formação e Competências:** Analisa o efeito da digitalização no emprego e formação para gerações futuras. Mobiliza recursos para favorecer a adaptação das competências da força de trabalho para tais necessidades;
- **Digital Innovaton Hubs:** Promove o estabelecimento de DIH. Coordena e estabelece o mapa nacional de DIH. Define o papel das DIH na política nacional espanhola;
- **Indústria 4.0 - Enablers Digitais:** Estuda, analisa e promove o desenvolvimento de enablers digitais. Garante a sua aplicação na indústria;

- **Administração pública:** Promove, coordena e impulsiona várias iniciativas de indústria 4.0;
- **Standardização:** Promove a participação da indústria espanhola na “*International fora*” e desenvolve novas propostas para normas e regulações para a indústria 4.0.

MEDIDAS NACIONAIS ESPECÍFICAS

Relativamente à atractividade de regimes tributários favoráveis para modelos de negócios digitais, Espanha ocupa a 9ª posição (PwC, 2018) no ranking de locais mais atraentes para a criação de um negócio digital. O ranking está directamente relacionado com o regime de tributação e alguns instrumentos fiscais específicos relacionados ao “Patent Box” e incentivos fiscais a I&D.

Adicionalmente, o programa nacional “Industria Conectada 4.0” visa apoiar projectos que promovam a transformação digital de empresas industriais, complementando assim os esforços empresariais que visam a sua evolução para a economia digital, procurando fomentar a incorporação de conhecimentos, tecnologias e inovações para a digitalização de processos e a criação de produtos e serviços tecnologicamente avançados e de maior valor acrescentado nas empresas industriais.

O apoio é prestado a projectos de investigação industrial, projectos de desenvolvimento experimental, bem como projectos de inovação na organização e processos de pequenas e médias empresas. Desta forma, com o intuito de desenvolver diferenciais competitivos e criar as condições adequadas para favorecer a competitividade das empresas espanholas, construindo assim o modelo espanhol para a indústria do futuro, o programa apoia 4 tipologias de projectos:

- **Projectos de investigação industrial:** visando a aquisição de novos conhecimentos e técnicas que possam ser úteis na criação de novos produtos, processos ou serviços, ou contribuir para uma melhoria significativa em produtos, processos ou serviços existentes;

- **Projectos de desenvolvimento experimental:** visando a aquisição, configuração e utilização de conhecimentos, técnicas científicas, tecnológicas, comerciais ou outras existentes, com vista à elaboração de planos e estruturas ou desenhos de novos produtos, processos ou serviços, modificados ou melhorados;

- **Projectos de inovação na organização de PME:** visando a aplicação de um novo método organizacional às práticas empresariais, organização do local de trabalho ou relações externas com PMEs;

- **Projectos de inovação na área de processos de PME:** visando a aplicação de um método de produção ou fornecimento novo ou significativamente melhorado em PMEs.

Os projectos “Industria Conectada 4.0” entram no mercado num espaço temporal de 18 meses e são apoiados por fundos públicos entre 50% e 70% do orçamento do projecto, caso sejam PMEs, ou entre 25% e 50% no caso de serem grandes empresas. O programa fornece um empréstimo com 0% de juros para até 80% do orçamento para projectos de dimensão mínima de 150 mil euros.

Em simultâneo ao programa “Industria Conectada 4.0”, a iniciativa nacional conta igualmente com apoio de Capital de Risco, através de uma linha de crédito da Enisa⁵ para a iniciativa agenda digital (desenvolvimento de novos negócios digitais). Esta linha de crédito visa estimular a criação, crescimento e consolidação das empresas espanholas e estimular o mercado de capital de risco. A linha ENISA constitui um instrumento financeiro que se apresenta como um instrumento posicionado entre o empréstimo tradicional e o capital de risco e não exige garantias, taxa de juro associada ao resultado e opera com juros dedutíveis nos impostos.

5. Enisa é uma empresa estatal gerida pela Direcção-Geral da Indústria e PME, integrada no Ministério da Indústria, Comércio e Turismo do Governo Espanhol. Conta actualmente com mais de 1.100 milhões de euros investidos, tendo financiado mais de 6.300 empresas espanholas.

As condições do empréstimo são de longo prazo (4 a 9 anos), longo período de carência (1 a 7 anos) e pagamento de juros em duas tranches. Os créditos disponibilizados para investimentos na Agenda Digital variam entre 25 mil euros e um milhão e quinhentos mil euros.

Por outro lado, desde 2017 que a Red.es, uma entidade pública adstrita ao Ministério de Assuntos Económicos e Transformação Digital através da Secretaria de Estado de Digitalização e Inteligência Artificial, encontra-se a implementar o Programa de Empreendedorismo Tecnológico com o objectivo de apoiar as empresas através de serviços de incubação e aceleração, construindo um ambiente onde o networking é estimulado, o acesso a experts é disponibilizado, assim como é disponibilizada formação a empresários.

É atribuído a cada beneficiário uma ajuda que varia entre 4.000 e 15.000 euros, incluindo ajudas directas, como por exemplo, ajuda financeiras ou em espécie em despesas/gastos com gestão. Com esta iniciativa, o trabalho das organizações público-privadas é reforçado, oferecendo formação, aconselhamento e mentoria aos empresários.

OBJECTIVOS GERAIS E ESTRATÉGICOS DO “INDUSTRIA CONECTADA 4.0”

A estratégia da iniciativa “Industria Conectada 4.0” tem por objectivo introduzir a tecnologia digital na indústria espanhola de forma a melhorar a sua competitividade num mercado que se apresenta cada vez mais global. Esta transformação é obtida através do desenvolvimento de um modelo de indústria 4.0 onde a inovação é colaborativa, os meios de produção estão conectados, as cadeias logísticas são integradas e com canais digitais de distribuição e de atendimento ao cliente.

Assim sendo, a estratégia “Industria Conectada 4.0” tem como o objectivo:

1. Garantir o conhecimento generalizado das tecnologias da Indústria 4.0 e o desenvolvimento de competências adequadas da Indústria 4.0 em Espanha;

2. Fomentar ambientes e plataformas colaborativas digitalizadas, como *Digital Innovation Hubs*, Plataformas Industriais ou Clusters;
3. Aprimorar o desenvolvimento de facilitadores digitais;
4. Promover soluções da indústria 4.0 adaptadas às necessidades industriais, incluindo as das PME.

Atendendo que a digitalização representa uma oportunidade essencial na atracção de investimentos internacionais e na geração de emprego qualificado, a iniciativa procura alavancar um processo de transformação de longo alcance necessário para garantir que o país não fica para trás nesta nova revolução industrial. Por conseguinte, a “Industria Conectada 4.0” permitirá impulsionar a transformação digital da indústria espanhola, nomeadamente:

1. Aumentar o valor acrescentado da indústria e o emprego qualificado;
2. Desenvolver um modelo único e competitivo para a indústria e promover uma oferta local forte ao nível de soluções digitais para o sector de manufactura;
3. Promover e potencializar alavancas competitivas diferenciadas que favoreçam a indústria e impulsionem as exportações.

Conforme o mencionado previamente, a estratégia responde a quatro desafios principais que a indústria espanhola enfrentará no seu processo de transformação digital:

- Falta de conhecimento sobre a iniciativa I4.0;
- Definição das tecnologias a serem utilizadas e como utilizá-las;
- Disponibilidade de facilitadores digitais;
- A falta de recursos qualificados e experientes para realizar a transformação, especialmente em empresas menores.

Consequentemente, a iniciativa compreende quatro linhas principais de acção e oito áreas estratégicas de actuação focadas no fortalecimento da oferta de factores digitais para a Indústria 4.0 em Espanha.

Linhas de acção	Áreas estratégicas	Objectivos
1. Sensibilização e educação	1. Sensibilização e comunicação	Garantir o conhecimento da I4.0, dos seus factores, e dos seus benefícios.
	2. Formação académica e profissional	Garantir a existência das competências necessárias para a I4.0.
2. Encorajar a colaboração multidisciplinar	3. Ambientes colaborativos e plataformas	Acolher a colaboração através da promoção de ambientes e plataformas adaptadas à indústria e com enfoque em tecnologias 4.0.
3. Melhorar enablers digitais	4. Promover enablers digitais	Aumentar I&D&I em tecnologias 4.0.
	5. Apoiar negócios tecnológicos	Aumentar o desenvolvimento de negócios de fornecedores de tecnologia.
4. Apoiar a transformação digital da indústria e das áreas estratégicas das PMEs	6. Apoiar a adopção da I4.0 na indústria	Apoiar e melhorar a adopção da indústria 4.0 por empresas.
	7. Framework regulatória e standardização	Framework regulatória e standardização.
	8. Projectos I4.0	Financiar Indústria 4.0

Com a estratégia da “Indústria Conectada 4.0” a prever uma indústria de manufactura inteligente e conectada, onde dispositivos e sistemas trabalham em conjunto para produzir alterações nos processos, produtos e modelos de negócios, a sua visão encontra-se interligada ao desenvolvimento de enablers digitais que são a fonte dos desafios que a Indústria 4.0 apresenta, bem como as ferramentas para enfrentá-los.

- **Hibridização dos mundos físico e digital:** os enablers para a hibridização dos mundos físico e digital permite interligar os dois mundos, seja pela captura de informações do mundo físico, seja através da transformação da informação digital num elemento físico. É exemplo o que acontece com os sistemas de sensores ou impressoras 3D;
- **Comunicação e processamento de dados:** a conectividade através de infra-estruturas de comunicação é um elemento chave para a indústria de digitalização. São exemplos as tecnologias de conectividade e mobilidade, computação avançada, cloud ou cibersegurança;
- **Aplicativos de gestão:** permitem o processamento das informações das outras duas cate-

gorias e aplicam inteligência para explorá-las. São exemplos: as soluções de cadeias logísticas, soluções comerciais, soluções financeiras, soluções de RH, bem como Big Data e Analytics ou Plataformas colaborativas.

FACTORES CHAVE DO PROGRAMA “INDÚSTRIA CONECTADA 4.0”

Através da análise do programa espanhol para a digitalização da indústria, o “*Indústria Conectada 4.0*”, torna-se possível compreender que se constitui como uma iniciativa complexa e extensa. No entanto, é possível destacar e apresentar um resumo do programa através de um conjunto de 12 factores chave da iniciativa, conforme o apresentado de seguida.

Adicionalmente, o “*Digital Transformation Monitor*” da Comissão Europeia (European Commission, 2020a) (European Commission, 2020b), que visa fomentar a base de conhecimento sobre a situação e a evolução da transformação digital na Europa, apresenta uma análise SWOT simplificada da iniciativa.

INICIATIVA NACIONAL ESPANHOLA PARA A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - "INDÚSTRIA CONECTADA 4.0"

01	Alavanca da iniciativa	Financiado essencialmente por fundos públicos, com planos para aumentar a comparticipação privada através do envolvimento da indústria, com foco nas competências e direccionado "topdown", com incentivos "bottom-up".
02	Modelo de Financiamento	Parcerias público-privadas. Sistema baseado em empréstimos e ajuda directa para garantir a participação do sector privado com efeito de alavanca esperado de 1:2.
03	Público alvo	Empresas com actividade industrial, nomeadamente PME e microempresas.
04	Impacto e Área de enfoque	Foco em capacitadores digitais, particularmente intra e interempresariais, com áreas de impacto ao nível de emprego e competitividade.
05	Key Drivers	Modelo da Indústria Espanhola 4.0; Processos de sensibilização e divulgação como processos facilitadores.
06	Principais barreiras	Garantir o envolvimento de todas as partes interessadas de diferentes origens e sectores.
07	Estratégia de Implementação	Consulta de múltiplas partes interessadas, mas articulado através de um grupo de implementação central.
08	Resultados alcançados	Configuração do programa de inovação e investigação em 2016 e do programa piloto de apoio empresarial.
09	Orçamento	€ 97,5 milhões para concursos de projectos da indústria em 2016; programas relacionados providenciam €68 milhões adicionais (sobre a forma de empréstimos e ajuda directa) para empresas de TIC e € 10 milhões para clusters inovadores.
10	Factores únicos	Enfoque nas PMEs e microempresas e na transformação digital por meio de convites a projectos específicos, concedendo empréstimos a empresas industriais, e por meio de um programa de orientação para guiar a implementação do 4.0 em empresas industriais.
11	Valor acrescentado para <i>policy-makers</i>	Parceria público-privada com forte impulso do governo - apoiada por um processo de consulta de múltiplas partes interessadas - para desenvolver um modelo espanhol apoiado e um esquema de consultoria para PMEs.
12	Impacto esperado	Desenvolvimento de oferta local de soluções digitais e desenvolvimento de alavancas competitivas diferenciais para impulsionar a indústria e as exportações.



Fonte: Digital Transformation Monitor

2.3

O Programa Francês INDUSTRIE DU FUTUR

► O programa transversal “Industrie du Futur” (IdF) foi lançado em 2015 pelo então Ministro da Economia E. Macron, e tinha por intuito liderar a segunda fase da estratégia “La Nouvelle France Industrielle”. Uma das principais características desta abordagem mais focada e orientada para os resultados foi o estabelecimento da “Alliance Industrie du Futur” (AIF), a fim de assegurar a coordenação com as partes interessadas através de uma abordagem “bottom-up”.

A “Alliance Industrie du Futur” (AIF) foi lançada agrupando um conjunto extenso de agentes, como fabricantes, escolas de engenharia, institutos de investigação e técnicos, bem como organizações representativas de cada área. Os vários membros foram agrupados em 4 categorias: organizações profissionais, parceiros de tecnologia, parceiros académicos e instituições financeiras. Esta estrutura de governança é demonstrativa da missão que pretende estabelecer uma parceria alargada e organizar uma capacidade de coordenação na área.

Sendo organizada em 7 grupos de trabalho, a AIF recebeu três missões para prestar apoio ao programa “Industrie du Future”, nomeadamente

- Desenvolver o fornecimento de tecnologias do futuro e a normalização a nível internacional;
- Acompanhar e ajudar as empresas e ajudar a preparar os recursos humanos necessários para a indústria do futuro;
- Difundir e promover a Indústria do Futuro e a respectiva valorização dos resultados.

Assente na governação da AIF, o programa “Industrie du Futur” assenta em 5 pilares nomeadamente:

1. **Desenvolver tecnologias de ponta:** apoiando empresas que desenvolvem grandes projectos em Fabricação Aditiva; A Planta Virtual e a Internet das Coisas; e Realidade Aumentada.
Uma rede de plataformas regionais permitirá às empresas reunir e testar novas tecnologias



e treinar sua força de trabalho para usar essas novas ferramentas.

2. **Ajudar as empresas a adaptarem-se ao novo paradigma, por meio de apoio personalizado:** as plataformas regionais oferecem auditorias a PMEs industriais e empresas de nível médio, com o apoio da AIF; e através de apoio financeiro, em forma de incentivos fiscais e empréstimos.
3. **Formação de trabalhadores:** a capacitação da força de trabalho industrial e das próximas gerações nesses novos empregos, envolvendo sindicatos actantes no Conselho Nacional da Indústria (CNI), através da capacitação em duas dimensões: uma dimensão de futuro com o lançamento de programas de investigação interdisciplinares sobre a Indústria do Futuro e o papel do ser humano neste novo paradigma; e uma dimensão operacional com a formulação e implementação de formação inicial e contínua respondendo aos desafios da Indústria do Futuro.
4. **Promover a Indústria do Futuro:** através de projectos emblemáticos à escala nacional ou mesmo europeia; criação de uma bandeira conjunta da Indústria do Futuro para reunir todas as

empresas industriais que contribuem para esta ambição; organização de um grande evento internacional, com visibilidade global, sobre a Indústria do Futuro em Paris, nos moldes da Feira de Hanover.

- 5. Reforço da cooperação europeia e internacional:** Estabelecer parcerias estratégicas europeias e internacionais, em particular com a Alemanha (projectos-piloto conjuntos e projectos de desenvolvimento tecnológico, que serão apresentados no âmbito do plano europeu de investimento); cooperação em normas e padrões europeus e internacionais. A nível europeu, a Aliança para a Indústria do Futuro representa os interesses franceses nas iniciativas europeias; apoiar as empresas francesas que respondem aos convites à apresentação de projectos europeus «Horizonte 2020»; fortalecer a influência de França no campo das normas europeias, o que facilitará a implementação de tecnologias de ponta.

Relativamente ao financiamento, os investimentos que se destinam à digitalização da indústria encontram-se distribuídos por diversos instrumentos, entre eles:

- A despesa do orçamento público para I&D diminuiu de € 17,5 para € 14 mil milhões entre 2009 e 2016, mas a despesa fiscal aumentou desde a reforma do “Crédit Impôt Recherche” (CIR) em 2008, permitindo que as empresas beneficiassem de uma redução de impostos para uma grande variedade de investimentos relacionados com a investigação. O crédito tributário cobre até 30% das despesas de I&D. Além do CIR, outros incentivos fiscais para I&D foram desenvolvidos em França, como o crédito fiscal para a inovação em 2013 (Crédit Impôt Innovation);
- O Grand Plan d’Investissement forneceu novo financiamento num montante de € 10 mil milhões: € 6 mil milhões para subsídios e € 4 mil milhões para linhas de crédito;

- O banco público de investimento “Banque Publique d’Investissement” França desempenha cada vez mais um papel central na gestão dos auxílios à inovação, sendo dotado, em 2013, com um fundo de € 21 mil milhões;

ESTRATÉGIA NACIONAL PARA “DIGITIZING EUROPEAN INDUSTRIES”

As prioridades para fortalecer a “Industrie du Futur” eram, em 2017:

- Lançar em conjunto com as regiões, uma nova fase de acompanhamento das PME com novos objectivos, através do reforço da coordenação dos programas regionais;
- Desenvolver plataformas de ‘teste’ para permitir que as empresas possam testar produtos inovadores ou novas tecnologias de produção avançadas;
- Melhorar a integração de start-ups no programa “Industrie du Futur”;
- Aumentar os esforços em competências e formação, identificar as necessidades de formação e educação para o programa “Industrie du Futur”, e o lançamento de novas formas de formação em tecnologias para a indústria do futuro.

Os objectivos do AIF reflectem estas prioridades, bem como a continuidade das suas acções. A AIF desempenha um papel cada vez mais importante na implementação das políticas de transformação da indústria, através do seu papel central no alinhamento dos diferentes actores e canais de implementação, coordenando, em particular, os actores do lado do fornecimento de tecnologia, incluindo educação e formação vocacional. A abordagem em rede entre todos os actores desta cadeia de valor, da investigação e inovação à formação e normalização, representa um factor crítico de sucesso para a aceleração dos investimentos de modernização das empresas.

As três missões, Desenvolver, Acompanhar e Difundir, foram traduzidas num programa de trabalho com 6 eixos, geridos por 6 grupos de trabalho que são compostos e orientados por organizações membros.

Grupo de Trabalho 1: Desenvolvimento de tecnologias para o futuro

Este grupo apoia as acções de integração de tecnologias modernas de produção, em especial soluções no âmbito da realidade virtual e realidade aumentada e ligação de equipamentos. O grupo identificou sete temas-chave: digitalização da cadeia de valor, automatização/robotização, manufactura aditiva, monitorização e controlo, compostos e materiais novos, eficiência energética e pegada ambiental/integração de ecossistema.

Grupo de Trabalho 2: Implantação em empresas a nível regional

A mobilização de empresas para envolvimento na Indústria do Futuro é apoiada por diversos instrumentos e uma rede de correspondentes, nomeados embaixadores (líderes empresariais) nas várias regiões. Além disso, os “Chambres de Commerce et d’Industrie” (CCI) desempenham um papel activo nesta mobilização. Foi elaborada uma metodologia em três etapas para o acompanhamento das empresas, no seu investimento na Indústria do Futuro:

- O diagnóstico que identifica os projectos prioritários;
- O coaching de implementação;
- O apoio no financiamento.

A Promoção da Indústria do Futuro é realizada através da utilização de mais de 170 exemplos de estudos de caso (com uma ferramenta de mapeamento) e eventos de promoção regional (“Caravanes Industrie du Futur”).

Um outro instrumento importante para apoiar as trajectórias de acompanhamento é o “Referencial Tec-

nológico”, um quadro de referência desenvolvido pelos profissionais da AIF e partilhado com todos os actores da iniciativa “Industrie du Futur”, de forma a auxiliar as empresas a identificar as principais dimensões de sua transformação digital, abrangendo todas as tecnologias e disciplinas necessárias.

Grupo de Trabalho 3: Humanos e Indústria do Futuro

O grupo de trabalho estuda como atrair jovens com uma formação voltada para o futuro e como formar funcionários para novos empregos, desenvolvendo as especificações para novas competências profissionais e explorando o impacto de longo prazo do “Industrie du Futur”.

“Osons l’Industrie du Futur” é um projecto com um portal dedicado, que permite informar jovens e funcionários sobre as profissões, formações e necessidades de recrutamento da “Industrie du Futur”.

Grupo de Trabalho 4: Normalização a nível internacional

A AIF desenvolveu uma estratégia de normalização para apoiar a valorização da tecnologia nacional, fornecer e influenciar o estabelecimento de normas internacionais. Para aumentar a capacidade de liderança europeia, foi estabelecido em 2017 uma estreita colaboração com a Alemanha.

Adicionalmente, foi identificada a necessidade de rever os padrões em quatro domínios estratégicos: sistemas robóticos para colaboração, manufactura aditiva, digitalização e montagem multimaterial.

O grupo procedeu ainda à formulação de recomendações para induzir a convergência das diferentes arquitecturas de referência a nível internacional, de forma a sensibilizar as empresas para a partilha de soluções digitais e envolver as PME e para desenvolver um ecossistema de fornecedores que possam hospedar e proteger os dados utilizados para as soluções.

Grupo de Trabalho 5: Promoção do fornecimento de tecnologia existente

A AIF apoia as empresas francesas na mudança de tecnologia com informações sobre as tecnologias existentes, disponibilizando um repositório de fornecedores de tecnologia para fornecer informações a nível regional da oferta disponível nas áreas de digitalização, equipamento de produção e manutenção.

A AIF apoia os fornecedores de tecnologia franceses na exportação, fornecendo um rótulo comum de “Indústria Criativa” para se apresentar em feiras internacionais, sendo que, a nível nacional, são realizadas exposições de referência, como a “Convergence vers l’Industrie du Futur”.

Grupo de Trabalho 6: Casos-modelo da Indústria do Futuro

Este grupo é responsável por identificar empresas como “Vitrines Industrie du Futur”. Este rótulo é atribuído a empresas que desenvolveram um projecto concreto demonstrador da modernização da sua produção, muitas vezes através da digitalização, e que se apresentam como casos modelo da transformação da indústria.

MEDIDAS NACIONAIS ESPECÍFICAS

Ao nível nacional, a França desenvolveu várias medidas específicas com o intuito de fomentar a Indústria 4.0, podendo destacar-se: o “Grand Plan d’Investissement”; medidas de promoção de inovação; desenvolvimento de competências; medidas de standardização; e medidas no quadro regulamentar.

Grand Plan d’Investissement

O “Grande Plano de Investimento” de 57 mil milhões de euros foi apresentado em 2017, disponibi-

lizando a estrutura financeira necessária do governo para fomentar os esforços com vista à aceleração da transformação económica no período 2018-2020. O plano estabeleceu 4 principais prioridades de investimento:

- **Acelerar a transição ecológica:** € 20 mil milhões foram dedicados principalmente à transição energética (entre elas, a eficiência energética em edifícios). Soluções inteligentes exigirão tecnologias e aplicações digitais;
- **Construir uma sociedade de competências:** € 15 mil milhões foram investidos em pessoas (formação profissional). O programa, entre outros investimentos, procurou dar formação a 1 milhão de desempregados e a 1 milhão de jovens que abandonaram o ensino secundário. Adicionalmente, esta medida está interligada com a agenda de competências para a digitalização;
- **Ancoragem da competitividade na inovação:** € 13 mil milhões foram orçamentados para novas iniciativas, como a consolidação de universidades integradas de nível mundial (€ 3,5 mil milhões); apoiar novas prioridades de investigação, como inteligência artificial, exploração de grandes volumes de dados, nanotecnologias ou cibersegurança e acompanhamento de sectores em transformação (4,6 mil milhões de euros); modernização da agricultura, pescas e agro-alimentar (5 mil milhões de euros);
- **Construir o estado da era digital:** € 9 mil milhões foram alocados para a transformação digital dos serviços públicos, em particular € 4,9 mil milhões para a digitalização dos serviços de saúde e protecção social.

Este Plano de Investimento segue uma abordagem ampla e de longo prazo para os investimentos públicos como investimentos sociais. Adicionalmente, o “Plan d’Action pour l’investissement et la croissance de entreprises” de 2017 procurou também

promover a digitalização e inovação apontando no seu Plano de Acção o crescimento como 5ª temática prioritária e a educação inicial e continuada como a 6ª temática prioritária.

Promoção da Inovação

A política de inovação é partilhada pelo Ministério da Educação, Ensino Superior e Investigação e pelo Ministério da Economia, Indústria e Assuntos Digitais. Adicionalmente, o “Commissariat général à l’investissement” (CGI) desempenha um papel de liderança. O governo já implementou várias medidas que podem financiar directa ou indirectamente as acções de inovação e transformação do programa “Industrie du Futur”.

Um canal importante para o financiamento da inovação que contribui para a agenda da “Industrie du Futur” são os “Projets structurants des pôles de compétitivité”, permitindo o financiamento por intermédio de subsídios ou adiantamentos reembolsáveis de 25% a 40% dos custos do Projecto, em I&D colaborativo, formação e plataformas, por intermédio de calls dedicadas com objectivo de credenciar os polos de investigação pelas estratégias que visam reposicionar os respectivos clusters em mercados promissores, estruturando cadeias de valor industriais e facilitando o surgimento de novos.

A fonte de financiamento mais importante é o “Programa Industrie d’Avenir” (PIA) que gere em nome do governo diferentes tipos de apoio ao investimento para a inovação:

- Uma call dedicada para projectos sobre “Grands Défis du Numérique” foi lançada como terceira chamada temática para “Projets Industriels d’Avenir” (PIAVE) em 2017, financiando com 100 milhões de euros um conjunto de projectos de apoio à excelência em cinco domínios da tecnologia digital: realidade aumentada/realidade virtual/simulação e modelagem/imagens 3D; blockchain; inteligência artificial; big data; IoT e internet industrial;

- O BPI France foi a entidade responsável pela gestão do programa “Empréstimos para a Indústria do Futuro” do PIA (mil milhões de euros), concedendo empréstimos a empresas com menos de 2.000 funcionários, garantias de financiamento para o desenvolvimento de tecnologia de processos industriais ou para a criação de novas capacidades de produção, novos processos ou comercialização de novos produtos;

- O PIA também disponibilizou fundos para programas experimentais, como “3D Start SME” com o intuito de acelerar a adopção da manufactura aditiva nas PME.

O crédito fiscal para I&D (Credit Impôt Recherche) é considerado uma excelente oportunidade para a I&D empresarial. Acresce ainda a implementação, por parte do governo, de medidas fiscais específicas, como depreciação acelerada de novos investimentos para “Industrie du Futur” em 140% do valor ou reduzindo o período de depreciação para 2 anos em vez de 5, com o intuito de melhorar o fluxo de caixa.

Por fim, foi ainda anunciado o “Novo Fundo para a Indústria e a Inovação” com o intuito de financiar o co-investimento público na criação de projectos piloto e demonstradores, de capital intensivo, para inovações disruptivas.

Desenvolvimento de Competências

O “Grand Plan d’Investissement” reforça a importância do factor humano na transição industrial, envolvendo um investimento de € 15 mil milhões de 2018 a 2020. Neste programa, o estado assume um papel directivo e o desenvolvimento de competências é descentralizado por várias instituições.

As medidas abordam especialmente o problema das pessoas menos qualificadas, que ficam desempregadas ou que abandonaram prematuramente a escola, para alavancar o potencial humano para a transformação:

- O financiamento da formação de 1 milhão de desempregados (maiores de 25 anos), com estágios longos dão respostas às necessidades dessas mesmas pessoas, assim como dos respectivos recrutadores; também a formação de 1 milhão de pessoas que deixaram o ensino médio (secundário) sem diploma, tenta dar resposta ao problema que decorre do elevado número de desempregados com menos qualificações;
- O financiamento de projectos de experiências inovadoras na formação de professores e docentes, tem como objetivo encontrar soluções que potenciem o sucesso dos alunos, em particular aqueles alunos que apresentam dificuldades.

A educação da força de trabalho, para adaptar as competências às evoluções tecnológicas e aos desafios futuros, é o terceiro eixo da “Industrie du Futur”. O PIA permite o apoio ao desenvolvimento da oferta de formação e educação.

O “Grand école du numérique”(GEN) foi iniciado em 2016 com o intuito de reunir todas as estruturas existentes para a educação digital sob uma só alçada, favorecendo as ligações entre os cursos existentes. Mais de 400 cursos de formação vocacional para profissões digitais foram incluídos. Verificou-se a realização de formação de curta duração a cerca de 5 mil pessoas, com a finalidade destas se qualificarem para o mercado de trabalho.

“Osons l’Industrie du Futur” é uma plataforma que permite informar os jovens e respectivas famílias, assim como os colaboradores sobre as profissões, a formação e as necessidades de recrutamento da indústria do futuro.

Estandardização

A AIF publicou análises de contexto e recomendações sobre normas e padrões, em três domínios:

sistemas robóticos para uso colaborativo; manufactura aditiva; e digital. A iniciativa permite sustentar um alcance internacional activo, de forma a posicionar os interesses franceses. Em particular, a cooperação internacional em relação à “Industrie du Futur” recebeu um papel estratégico, discutindo normas:

- Com a Alemanha, através de um plano de acção conjunto entre a AIF e a Plattform Industrie 4.0, em 2016, sendo mais tarde ampliado para uma cooperação trilateral com a Itália Industria 4.0;
- Com o Japão, uma cooperação entre “Industrie du Futur” e IoT lançada em 2017 com o intuito de facilitar parcerias entre empresas;
- Com a China, numa cooperação formalizada em 2017.

Quadro Regulamentar

Em 2016 a “Loi pour une République Numérique”, traduzido como Lei para uma República Digital foi promulgada. Esta lei apresenta-se como uma estrutura para disposições e decretos sobre uma ampla gama de tópicos para o avanço da digitalização. Os pontos-chave desta lei objectivam:

- Dados abertos (acesso por padrão);
- Questões de educação e investigação (acesso gratuito a publicações científicas de pesquisa pública e acesso seguro a estatísticas públicas);
- Plataformas (portabilidade e transparência de dados);
- Protecção de utilizadores da Internet e acessibilidade às diferentes redes;
- Novas utilizações e disponibilização de estratégias territoriais pelos conselhos regionais.

FACTORES CHAVE DO PROGRAMA “INDUSTRIE DU FUTUR”

Através da análise do programa francês para a digitalização da indústria, o “*Industrie du Futur*”, torna-se possível compreender que se constitui como uma iniciativa complexa e extensa. No entanto, é possível destacar e apresentar um resumo do programa através de um conjunto de 12 factores chave da iniciativa, conforme o apresentado de seguida.

Adicionalmente, o “*Digital Transformation Monitor*” da Comissão Europeia (European Commission, 2020a) (European Commission, 2020b), que visa fomentar a base de conhecimento sobre a situação e a evolução da transformação digital na Europa, apresenta uma análise SWOT simplificada da iniciativa.

INICIATIVA NACIONAL FRANCÊS PARA A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - “INDUSTRIE DU FUTUR”		
01	Alavanca da iniciativa	Implementado principalmente pelo sector privado, por ex. por meio do IdF, mas iniciado e orientado pelo governo.
02	Modelo de Financiamento	Combina instrumentos de financiamento público, como empréstimos e incentivos fiscais, com investimentos privados em I&D e linhas de produção, sendo esperado um efeito de alavancagem privado 5 vezes superior.
03	Público alvo	Indústria francesa e produção base, em particular PMEs e mid-caps ⁶ .
04	Impacto e Área de enfoque	Apoiar o uso de tecnologias digitais, modernizando ferramentas de produção e transformando modelos de negócios.
05	Key Drivers	Envolvimento das partes interessadas da indústria e da tecnologia, bem como das autoridades regionais, na concepção e implementação.
06	Principais barreiras	Ausência de uma rede existente para a transformação digital da indústria e das empresas e uma discrepância entre as necessidades e qualificações da indústria.
07	Estratégia de Implementação	Diálogo operacional por meio da aliança das partes interessadas combinada com a implementação de projectos regionais.
08	Resultados alcançados	Empréstimos concedidos a mais de 800 empresas, apoiadas 3400 empresas com diagnóstico de modernização da produção, identificando mais de 300 especialistas, envolvendo 18 regiões.
09	Orçamento	Aproximadamente 10 mil milhões de euros de fontes públicas, incluindo financiamento do “Institute for the Future” de 2017 em diante, apoiado por financiamento privado.
10	Factores únicos	Estrutura dos instrumentos financeiros e calls de ampla cobertura; papel desempenhado pelas autoridades e plataformas a nível regional para garantir a implementação.
11	Valor acrescentado para <i>policy-makers</i>	A plataforma da IdF facilita a colaboração entre a indústria privada e parceiros tecnológicos, bem como uma implementação eficaz.
12	Impacto esperado	Maior cooperação, actividades de financiamento e de apoio promoverão a excelência em áreas de investigação fundamental, transferência de tecnologia e inovação industrial.

Fonte: *Digital Transformation Monitor*

6. De acordo com o Decreto-Lei n.º 81/2017, “Mid Cap” é definido como uma «empresa de média capitalização» uma empresa que, não sendo PME, empregue menos de 3.000 pessoas.

PONTOS FORTES

O apoio político permite reforçar o "IdF" e a respectiva plataforma.

Actores regionais e plataformas ajudam a implantar IdF ao nível local.



PONTOS FRACOS

Instrumentos de medição e indicadores ao nível das empresas pouco optimizados.



MATRIZ SWOT INDUSTRIE DU FUTUR

AMEAÇAS

Implementação desigual ao nível regional.

Discrepância entre as necessidades da indústria e qualificações existentes.



OPORTUNIDADES

Transferibilidade e escalabilidade do conjunto de ferramentas de financiamento público de ampla cobertura, oferecendo várias fontes de financiamento para as PME's.



Fonte: Digital Transformation Monitor

2.4

O Programa Português

INDÚSTRIA 4.0





► Inserida no âmbito da Estratégia Nacional de Digitalização da Economia, a iniciativa nacional Portugal i4.0 foi apresentada em 2017 com o intuito de desenvolver um conjunto inicial de medidas de valorização, promoção e investimento na digitalização da economia portuguesa.

De acordo com o Digital Economy & Society Index (European Commission, 2020c), um indicador composto da Comissão Europeia que resume indicadores relevantes do desempenho digital da Europa, Portugal encontra-se na 19ª posição, apresentado valores superiores à média da União Europeia a nível da conectividade, serviços públicos digitais e na integração de tecnologia digital. No entanto, o país demonstra valores a nível de capital humano e utilização de serviços da internet muito aquém do resto dos parceiros europeus.

A estratégia da indústria 4.0 foi desenvolvida tendo por base uma abordagem ascendente, reco-

lhendo informações de 88 empresas, provenientes de 4 áreas de negócio relevantes para a economia portuguesa (Retail de moda, Sector Automóvel, Turismo e Agro-alimentar), e 25 outras entidades, de natureza diversa como instituições académicas, institutos ou associações, através de entrevistas, workshops e audições.

Desta auscultação surgiu a proposta de um conjunto de medidas para acelerar a adopção da indústria 4.0 pelas empresas nacionais. Esta proposta foi posteriormente validada por um Comité Estratégico, formado por várias multinacionais com experiência em indústria 4.0, bem como outras entidades e empresas nacionais.

Consequentemente, em 2017 surge o Programa “Indústria 4.0”, uma iniciativa composta por um conjunto de 64 medidas de iniciativa pública e privada com 3 objectivos principais:

1. Acelerar os conceitos da Indústria 4.0 e a adopção de tecnologia pelas empresas portuguesas:
 - Fornecer à comunidade empresarial conhecimento e informações;
 - Promover um conjunto de ferramentas para a transformação de negócios;
 - Capacitar e reajustar a força de trabalho nacional;
2. Promover as empresas portuguesas como players internacionais da Indústria 4.0:
 - Capitalizar o ecossistema científico e tecnológico;
 - Criar um contexto favorável para o desenvolvimento de start-ups i4.0;
 - Promover soluções tecnológicas nacionais no exterior;
3. Tornar Portugal num local atraente para investir na Indústria 4.0:
 - Comunicar o país como um HUB de experiências e partilha de know-how para atrair recursos;
 - Criar condições favoráveis (legais e fiscais) para investimentos relacionados com a i4.0.

Por conseguinte, a iniciativa foi configurada para ser desenvolvida numa abordagem “bottom up”, com foco em sectores específicos. De forma a delinear a estratégia nacional para o sector, o Governo cooperou com multinacionais, como Altice-PT, Bosch, Deloitte, Google, Huawei, Microsoft, Siemens ou Volkswagen, e com entidades públicas, nomeadamente a Agência Nacional de Inovação, Compete, CIP, COTEC, GS1, IAPMEI, IPQ⁷ e Turismo de Portugal, totalizando uma cooperação que envolveu mais de 25 entidades.

⁷ CIP- Confederação Empresarial de Portugal; COTEC- Associação Empresarial para a Inovação; GS1- é uma organização sem fins lucrativos que desenvolve e mantém padrões globais para comunicação empresarial; IAPMEI- Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação; IPQ- Instituto Português da Qualidade.

As 64 medidas para a estratégia nacional foram organizadas em 6 vectores estratégicos:

1. **Qualificação do capital humano** (22 medidas), com o objectivo de adaptar os conteúdos formativos do sistema nacional de educação às novas tecnologias e promover a reciclagem e a formação dos profissionais;
2. **Ecossistemas de cooperação tecnológica** (24 medidas), com o objectivo de promover a cooperação para o desenvolvimento, e posterior implementação, de soluções e tecnologias inovadoras no âmbito da 4ª revolução industrial;
3. **Start-up i4.0** (4 medidas), com o objectivo de reconhecer o papel das start-ups na inovação tecnológica e desenvolver um conjunto de medidas direccionadas para a Indústria 4.0 em linha com a Estratégia Nacional de Empreendedorismo da Start-up Portugal;
4. **Financiamento e incentivo ao investimento** (4 medidas), com o objectivo de desenvolver um conjunto de mecanismos de financiamento de projectos de âmbito Sectorial 4.0 de forma a acelerar os investimentos e incentivar a adopção pelo tecido empresarial português;
5. **Internacionalização** (7 medidas), com o objectivo de promover a tecnologia portuguesa para o mercado externo, incentivando assim a internacionalização das empresas e atraindo investimentos para o país;
6. **Normas e regulamentação** (3 medidas), com o objectivo de assegurar a adaptação jurídica e a normalização técnica face aos desafios da nova revolução industrial, criando um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico e ao investimento.

Em suma, o Programa “Indústria 4.0” resulta de um esforço cooperativo de 113 entidades, 88 empresas e 25 outras entidades, em grupos de trabalho de 4 sectores: indústria agro-alimentar, (produção, pro-

cessamento, transporte e armazenamento); retalho (distribuição, comércio electrónico, têxteis, calçado, etc.); turismo; e do sector automóvel (moldes, plásticos, máquinas, robótica, electrónica, etc.). A constituição destes grupos com empresas que dominam e/ou se encontram a desenvolver soluções tecnológica com características 4.0, permite facilitar o diálogo entre as empresas, trabalhadores, associações, ciência e política, permitindo que todos os agentes económicos obtenham uma compreensão homogénea do potencial da indústria 4.0.

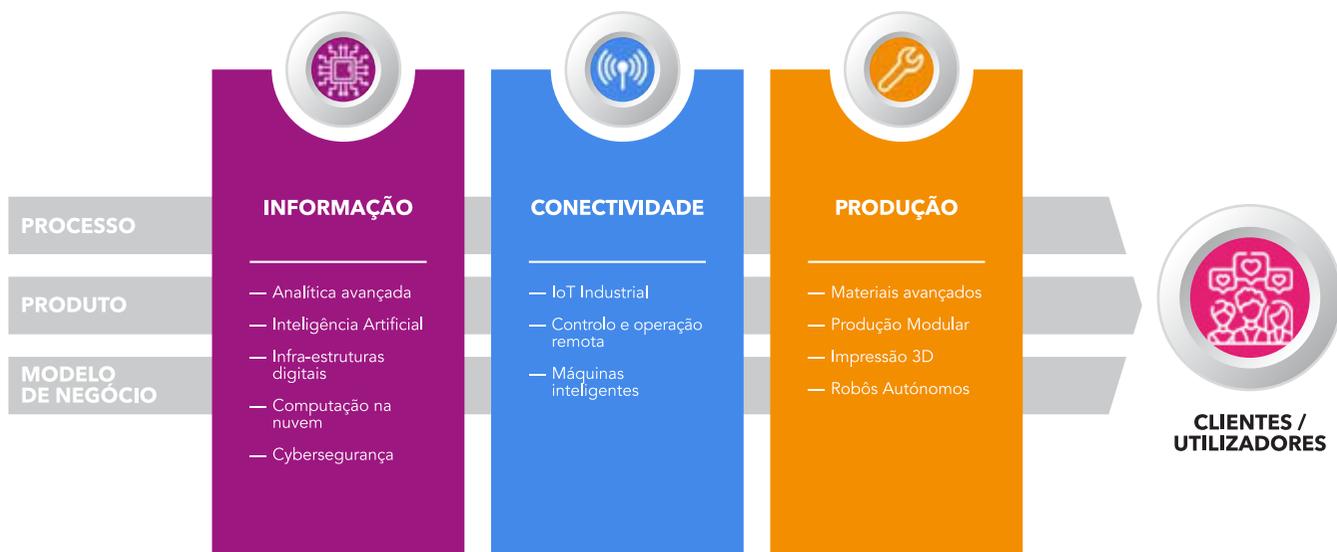
Procurando a promoção da sensibilização e adopção de tecnologias associadas ao conceito Indústria 4.0, o programa conta com um investimento ao longo de quatro anos (2016-2020) provenientes de 2 fontes: um investimento 100% apoiado por fundo comunitários, de um total de 414 milhões de euros,

e até 2,26 mil milhões de euros em incentivos através do Programa Portugal 2020.

Por fim, é de destacar que a iniciativa nacional considera um conjunto de enablers de transformação digital da Indústria 4.0, distribuídos sobre 3 pilares:

- **Informação:** Este pilar de enablers digital cobre domínios técnicos, como análise avançada, inteligência artificial, infra-estruturas digitais, computação em nuvem e cibersegurança;
- **Conectividade:** Este pilar considera enablers digitais, como sensores avançados, acesso remoto e operação do sistema e máquinas inteligentes;
- **Produção:** Este pilar considera enablers digitais, como materiais avançados, sistemas de manufactura modular, impressão 3D e robótica autónoma.

FIGURA 06
ENABLERS DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA INDÚSTRIA 4.



Fonte: (Lazaro, Analysis of National Initiatives for Digitising Industry - Portugal: Portugal Indústria 4.0, 2017a)

ESTRATÉGIA NACIONAL PARA “DIGITIZING EUROPEAN INDUSTRIES”

O desenvolvimento da plataforma nacional para a Indústria 4.0 desempenhou um papel essencial na implementação da estratégia nacional, permitindo que todas as empresas e entidades continuassem envolvidas na implementação da estratégia. Adicionalmente, de forma a garantir uma implementação efectiva das medidas previstas, foi celebrado um protocolo entre o Ministério da Economia e a COTEC Portugal, constituindo-se a COTEC como responsável pelo acompanhamento e actualização das medidas.

A maioria das medidas que integram a Estratégia para a Indústria 4.0 visam a formação de recursos humanos, com enfoque na formação desde a primeira infância e na formação ao longo da vida. Das 64 medidas propostas, é possível destacar 10 medidas como as medidas mais emblemáticas da estratégia:

1. Financiamento: A mobilização de Fundos Estruturais e de Investimento Europeus até 2,26 mil milhões de euros de incentivos, ao longo do Portugal 2020, durante 4 anos, para a sensibilização, adopção e massificação de tecnologias associadas ao conceito Indústria 4.0. O intuito passa por investir em recursos relevantes para a transformação digital da economia, por meio de financiamentos, com base em critérios de elegibilidade específicos.

Destacam-se ainda 2 iniciativas realizadas: o **instrumento denominado de Indústria Vale 4.0**, que visa apoiar a transformação digital por meio da adopção de tecnologias que possibilitam mudanças disruptivas nos modelos de negócios das PME's; e o lançamento de uma linha de crédito para apoiar as exportações das PME's por meio da PME Investimentos.

2. Programa de competências digitais: Visou promover o lançamento da iniciativa com o intuito de capacitar, até 2020, mais de 20 mil pessoas

em tecnologias de informação e comunicação em relação aos actuais níveis de formação, procurando dar resposta à carência de técnicos especializados nesta área e permitir o apoio à reconversão profissional;

3. Cursos Técnicos Indústria 4.0: Revisão do portfólio de cursos técnicos profissionais de acordo com a procura de novas competências por parte das empresas, no âmbito da digitalização da economia;

4. Fábricas de aprendizagem: A promoção e apoio à criação de infra-estruturas físicas com equipamentos tecnológicos que recriem ambientes de negócio Indústria 4.0, com vista à qualificação do capital humano, promovendo e dando continuidade a iniciativas em curso;

5. Missões internacionais: A promoção de missões com comissões nacionais, lideradas por representantes do Governo, com vista à partilha de produtos e serviços de âmbito Indústria 4.0 desenvolvidos em Portugal;

6. Adira Industry 4.0: A ADIRA, uma PME nacional, possui vários projectos visando o desenvolvimento de soluções i4.0. O projecto ADIRA I4.0, desenvolvido com o apoio do Portugal 2020, visou desenvolver soluções i4.0 aplicadas aos produtos e processos ADIRA, abordando temas como sensorização, telemetria, manutenção preditiva, digitalização de processos de produção, monitorização da qualidade e produção online;

7. Calçado 2020: A medida da Associação Portuguesa da Indústria de Calçado, Componentes, Peles e Substitutos, é um plano estratégico do cluster português do calçado que visa implementar o cluster do calçado para a economia digital assente em múltiplas iniciativas;

8. Bosch Digital: Em Portugal, a Bosch tem 3 fábricas principais com investimentos em i4.0: a **“Bosch Car Multimedia”**, com um investimento

de € 54,7 milhões; a fábrica **“Bosch Thermo-technology”**, para o desenvolvimento de soluções para smart homes e digitalização de equipamentos Bosch, envolvendo um investimento de € 19 milhões; e a **“fábrica da Bosch em Ovar”**, com um investimento de 2,9 milhões de euros;

9. 4AC Indústria 4.0 - Aceleradora, Incubadora, Prototipagem. Várias multinacionais como Mitsubishi (Daimler), Siemens e Volkswagen Autoeuropa fazem parte da nova aceleradora, incubadora e espaço de produção e prototipagem para a Indústria 4.0;

10. Consórcio PSA Mangualde: Com um investimento estimado de 12 milhões de euros, a iniciativa foi desenvolvida pela PSA de Mangualde em consórcio com 3 universidades e 5 parceiros tecnológicos, assente em sistemas robóticos inteligentes, sistemas avançados de inspecção e rastreabilidade, sistemas de accionamento autónomo, fábrica digital e fábrica futura.

À semelhança das melhores práticas europeias, o desenvolvimento das iniciativas é suportado por uma plataforma, a “Plataforma Portugal i4.0” gerida pela COTEC, que funciona como um centro de desenvolvimento contínuo e de incentivo à cooperação entre as diferentes entidades envolvidas, garantindo assim a continuidade dos esforços desenvolvidos e a concretização dos objectivos propostos.

O âmbito da plataforma assenta em três tipos de objectivos, que sustentam o papel da plataforma como fórum privilegiado de discussão e de planeamento de medidas para os novos desafios da digitalização da economia portuguesa.

A criação da plataforma inclui a definição de um conjunto de estruturas que irão compor o modelo de governança, sendo constituído pelas principais organizações do ecossistema da quarta revolução industrial portuguesa.

Objectivos	
Externo Promoção e disseminação de tendências e iniciativas relacionadas com a 4ª revolução industrial e das actividades da plataforma.	Promoção dos conceitos e oportunidades da Indústria 4.0, colocando a transformação digital na agenda da sociedade e dos agentes económicos.
	Estabelecer um repositório de conhecimento relevante e partilhar informação com todos os stakeholders.
	Promover a cooperação entre todos os stakeholders envolvidos e garantir que os diferentes grupos de trabalho, medidas e iniciativas se encontram alinhadas.
	Conectar o programa Portugal I4.0 com iniciativas e plataformas europeias semelhantes.
	Monitorizar e avaliar a eficiência das medidas propostas.
Interno Intrínseco ao funcionamento da plataforma.	Promover internamente o programa português I4.0.
	Gestão Operacional da plataforma, garantido o correcto funcionamento do modelo de governança.
Orientado para o Futuro Garantir a continuidade da estratégia da I4.0.	Criação de novos grupos de trabalho alinhados com os objectivos do programa.
	Desenvolvimento de novas medidas alinhadas com os objectivos do programa.

Estrutura de Governança	Principais Responsabilidades
Gestão – COTEC Portugal	Promoção do conhecimento e divulgação do programa "Portugal I4.0";
	Mobilização e articulação operacional do programa;
	Criação e gestão da plataforma digital, acompanhamento das medidas definidas e monitorização dos resultados;
	Armazenamento e partilha do repositório de conhecimento.
Conselho Governamental Ministério da Economia Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior Ministério das Infraestruturas e Planeamento Ministério da Educação Ministério do Trabalho	Definição de políticas públicas;
	Patrocínio institucional e articulação com órgãos públicos;
	Validação das medidas relacionadas com políticas públicas.
	(Composto pelas 113 entidades)
Comunidade de Peritos	Participação nos grupos de trabalho;
	Desenvolvimento e implementação das medidas;
	Assessoria técnica.
Grupos de Trabalho e outras organizações	Discussão e debate de vários tópicos relevantes para o desenvolvimento da I4.0 em Portugal;
	Desenvolvimento e desdobramento das medidas da I4.0.

MEDIDAS NACIONAIS ESPECÍFICAS

Para além das 64 medidas delineadas no programa, a iniciativa nacional Portugal i4.0 vem também agrupar medidas específicas que contemplam o desenvolvimento e aplicação de instrumentos específicos de investimento e financiamento. Estas são de particular interesse para o desenvolvimento e aumento do ritmo de modernização industrial e para a transição da indústria tradicional para a indústria 4.0.

As políticas de finanças públicas para as empresas estão focadas no desenvolvimento de um conjunto de mecanismos de financiamento para projectos i4.0, com o objectivo de potenciar a aceleração do investimento e compromisso do tecido empresarial nacional. Nesse sentido, foi definido um conjunto

de medidas que visaram concretizar o financiamento e apoiar o investimento, tendo por objectivo a implementação de instrumentos de financiamento de apoio aos planos de digitalização e modernização da economia nacional, assim como o desenvolvimento de condições para fomentar o investimento em soluções tecnológicas e de negócios na área da Indústria 4.0.

De forma a concretizar estes objectivos, a iniciativa nacional considera 4 medidas apoiadas por fundos estruturais do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização:

- 1. Avisos específicos i4.0:** a criação de anúncios específicos para a Indústria 4.0, com a mobilização de incentivos até € 2,26 mil milhões, no âmbito do Portugal 2020, nos seguintes instrumentos: Voucher i4.0 para Micro, Pequenas e Médias Empresas; Qualificação de PME; Inovação Produtiva; e Programas de Mobiliza-

ção “Investigação e Desenvolvimento Tecnológico”;

2. **Apoio à Exportação i4.0:** criação de uma linha de crédito de apoio às exportações de PMEs, através do Ministério da Economia;
3. **Reforço do papel dos Centros de Tecnologia.** Garantir aos Centros de Interface Tecnológica (CIT) condições para trabalhar mais e melhor com as empresas, visando, de igual modo, o aumento da capacidade de I&D e inovação nas PME, melhorando a sua ligação ao sistema de inovação através das TIC;
4. **Acelerador de incentivos à digitalização do turismo:** Desenvolvimento de um acelerador para incentivos competitivos à digitalização da indústria do turismo.

FACTORES CHAVE DO PROGRAMA “INDÚSTRIA 4.0”

Através da análise do programa português para a digitalização da indústria, o “Indústria 4.0”, torna-se possível compreender que este se constitui como uma iniciativa complexa e extensa. No entanto, é possível destacar e apresentar um resumo do programa através de um conjunto de 12 factores chave da iniciativa, conforme o apresentado de seguida.

Adicionalmente, o “*Digital Transformation Monitor*” da Comissão Europeia (European Commission, 2020a) (European Commission, 2020b), que visa fomentar a base de conhecimento sobre a situação e a evolução da transformação digital na Europa, apresenta uma análise SWOT simplificada da iniciativa.

INICIATIVA NACIONAL PORTUGUESA PARA A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - “INDÚSTRIA 4.0”		
01	Alavanca da iniciativa	Desenho e implementação ascendente (bottom-up); Foco forte na qualificação do capital humano, com menor enfoque em novas tecnologias; Financiado de igual forma pelo público e privado.
02	Modelo de Financiamento	Não envolve um esquema de financiamento específico disponível, sendo utilizada uma combinação de instrumentos de financiamento (empréstimos, auxílios fiscais, investimento privado).
03	Público alvo	PMEs
04	Impacto e Área de enfoque	A Indústria 4.0 apoia o desenvolvimento de competências, novos métodos e aplicações digitais em sectores estratégicos da economia portuguesa.
05	Key Drivers	Modelo de governança funcional, com uma entidade privada a gerir a ferramenta de implantação. Identificação realista das necessidades da indústria.
06	Principais barreiras	Ausência de métodos para garantir o investimento privado; receio social de que uma transformação digital em massa possa levar ao desemprego.
07	Estratégia de Implementação	Implementado por actores privados por meio de uma plataforma online; Revisão e ajustes constantes das medidas.
08	Resultados alcançados	Impactos em mais de 50.000 empresas e formação de mais de 200.000 trabalhadores em competências digitais.
09	Orçamento	4,5 mil milhões de euros ao longo de 4 anos.
10	Factores únicos	Implementação privada, medidas adaptadas às necessidades da indústria, com actualizações regulares. Plataforma online, sem escritório físico. Envolvimento de empresas multinacionais na concepção e implementação das várias medidas.
11	Valor acrescentado para <i>policy-makers</i>	A plataforma Indústria 4.0 facilita a implementação e cooperação entre actores relevantes. A abordagem ascendente e flexibilidade podem ser um modelo para replicação.
12	Impacto esperado	Posicionar Portugal como um player internacional importante, fornecendo as ferramentas para actualizar a indústria portuguesa, formar mão de obra e atrair investimentos.

Fonte: *Digital Transformation Monitor*

PONTOS FORTES

Adaptado às necessidades da indústria portuguesa devido à sua abordagem ascendente (*bottom-up*).

Plataforma online e modelo de governança permitem aumentar a flexibilidade e adaptabilidade.



PONTOS FRACOS

Falta de mecanismos para garantir o financiamento privado.



MATRIZ SWOT INDÚSTRIA 4.0

AMEAÇAS

Rejeição social de medidas motivadas por receios do aumento do desemprego.



OPORTUNIDADES

Transferibilidade e escalabilidade da metodologia para outros sectores e países.



03

comparação dos programas nacionais



De forma a possibilitar uma resposta aos desafios inerentes da evolução tecnológica, a maioria dos governos da União Europeia delinearam como prioridade uma estratégia para a adopção de políticas da Indústria 4.0. Estas políticas visaram aumentar a produtividade e competitividade nacional, permitindo melhorar a tecnologia de ponta e fomentar a sua adopção, assim como reforçar as competências da força de trabalho.

No entanto, uma análise aos vários programas delineados permite constatar, que apesar da existência de pontos idênticos nas várias estratégias, existem algumas diferenças entre as iniciativas, em áreas chaves.

Através da análise de cada programa, pontos fortes, fraquezas, medidas, objectivos, e outras características de relevo, torna-se possível identificar um conjunto de informações relevantes para o desenvolvimento de novas iniciativas no âmbito da Indústria 4.0.

As iniciativas nacionais de digitalização na Europa concentram-se no apoio ao desenvolvimento de novas tecnologias e no apoio à implantação e utilização de tecnologias existentes na indústria, apresentando 3 grandes dimensões: Financiamento, que pode variar entre financiamento público, financiamento privado, ou uma combinação das duas; Enfoque, podendo variar entre um enfoque nas tecnologias e infra-estruturas ou Skills; e Abordagem, sendo que a iniciativa pode ser desenvolvida numa abordagem "top-down" ou "bottom-up".

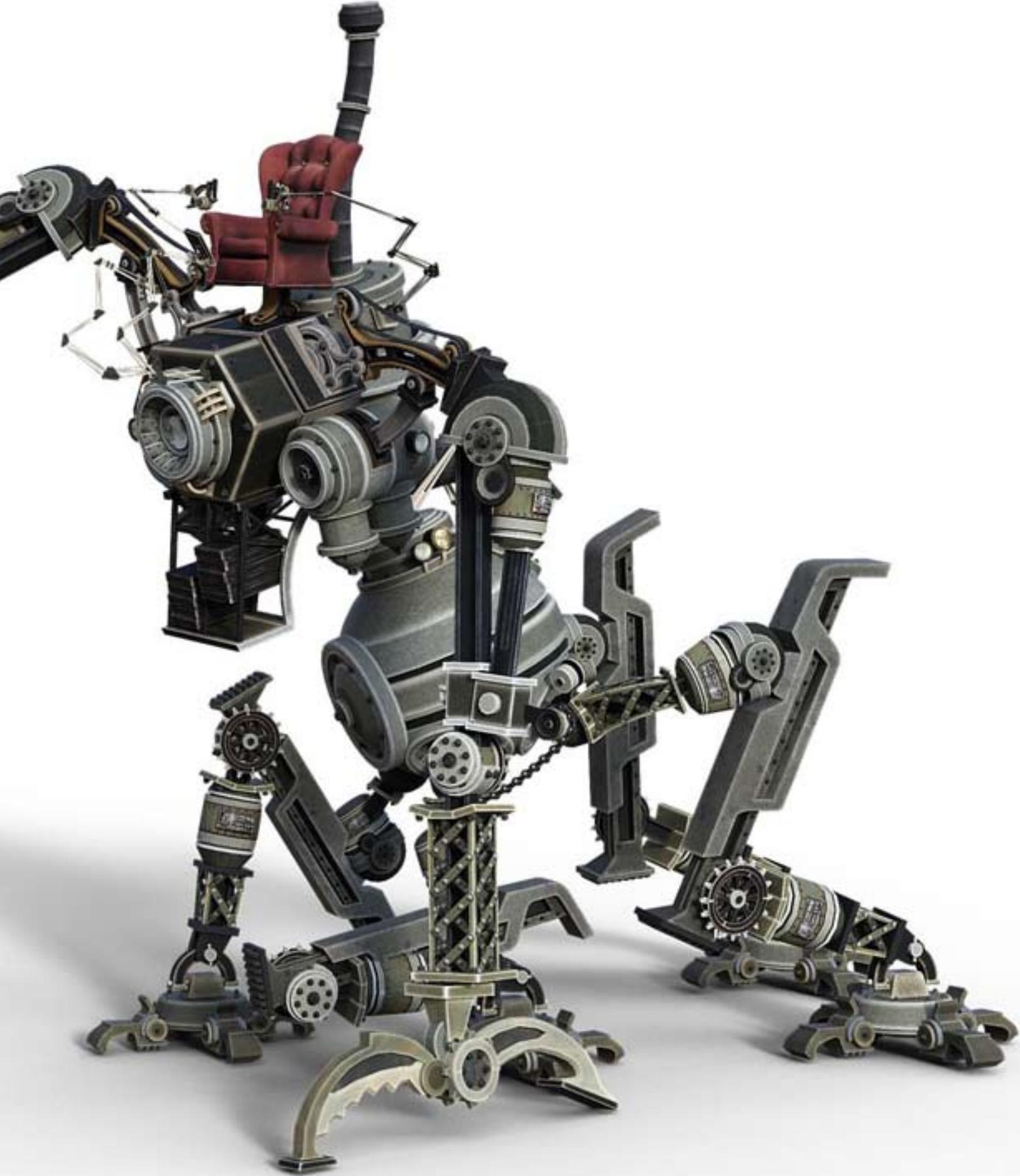
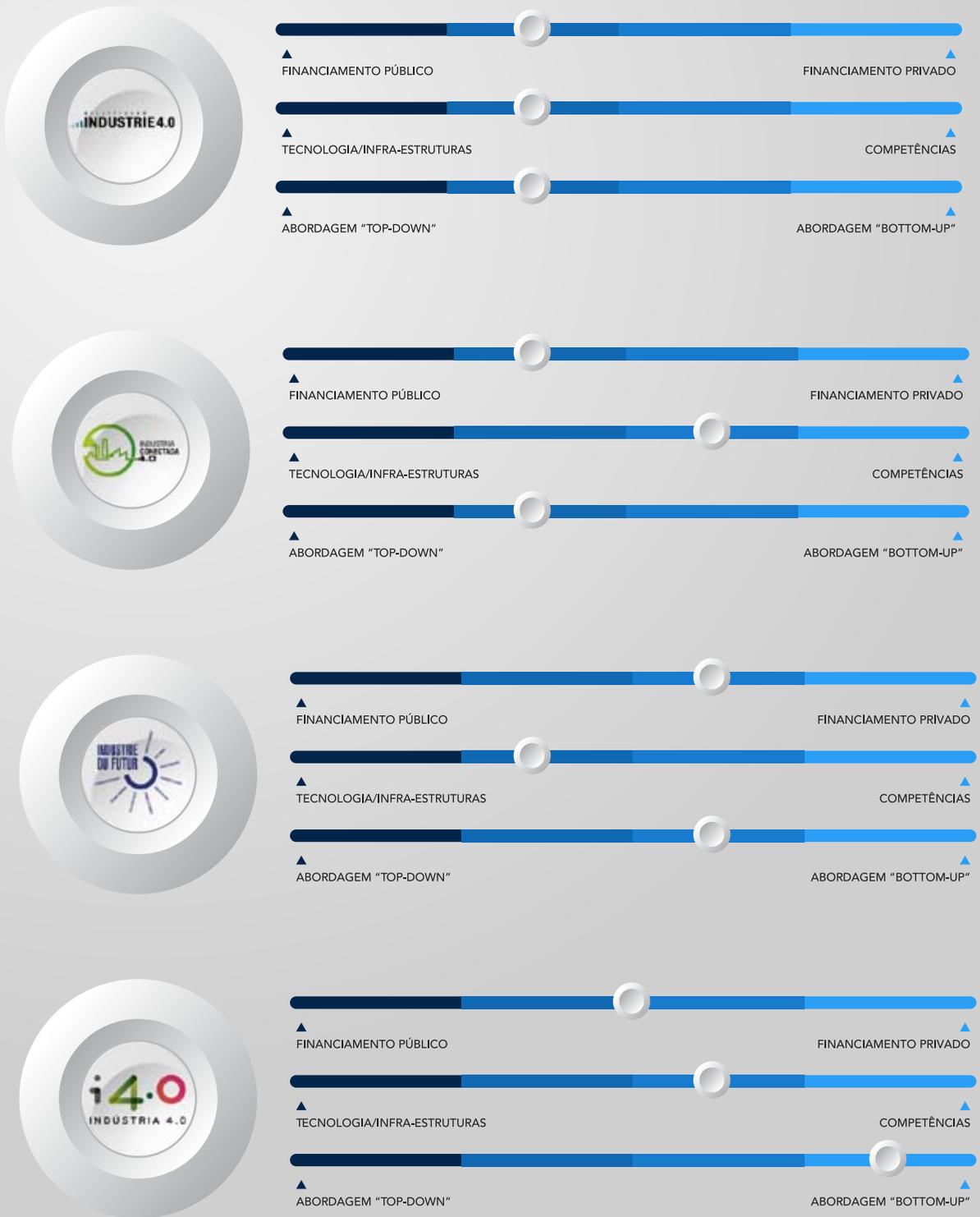


FIGURA 07T
 GRANDES DIMENSÕES DAS INICIATIVAS NACIONAL ANALISADAS



Fonte: European Commission, 2018

As diferenças identificadas entre as dimensões de cada programa são resultantes das especificidades de cada economia. Este factor sugere que as iniciativas no âmbito da Indústria 4.0 devem ser delineadas consoante as necessidades do tecido industrial em questão.

No entanto, a abordagem “bottom-up” adoptada por Portugal foi considerada como um exemplo de boas práticas no relatório “Digital Transformation Scoreboard 2018” da Comissão Europeia (European Commission, 2018):

“Portugal’s Indústria 4.0 adopted a bottom-up approach in the design and implementation of its flagship Industry 4.0 initiative. Designing the strategy relied on the comprehensive engagement of industry, academia and education stakeholders in order to determine the needs and potential of domestic industry. Meanwhile, the management of the platform and the monitoring of its 62 public and private measures is led by the private association COTEC. Furthermore, a strategic committee made up of multinational companies and relevant stakeholders guides and advises the government board on the development of the strategy’s content.”

“O Indústria 4.0 de Portugal adoptou uma abordagem “bottom-up” na concepção e implementação da sua iniciativa representativa. O desenho da estratégia contou com o envolvimento abrangente das partes interessadas da indústria, da academia e da educação para determinar as necessidades e o potencial da indústria nacional. Entretanto, a gestão da plataforma e o acompanhamento das suas 62 medidas públicas e privadas é pela associação privada COTEC. Além disso, um comité estratégico composto por empresas multinacionais e partes interessadas relevantes orienta e

aconselha o conselho governamental no desenvolvimento do conteúdo da estratégia.”

Adicionalmente, é possível verificar que, de forma a possibilitar enfrentar os desafios encarados pela indústria na adopção das inovações digitais, as iniciativas nacionais adoptam várias medidas para apoiar as PME's na sua transformação digital e construir plataformas digitais em áreas de importância nacional e europeia. Estas, permitiram não só unir os esforços com o objectivo de actualizar e aumentar a capacidade de inovação digital através do estímulo das inovações digitais em todos os sectores, bem como, aumentar as parcerias para liderança em cadeias de valor de tecnologias digitais e plataformas de apoio.

Por outro lado, a colaboração entre diferentes actores é uma força motriz presente nas várias políticas nacionais I4.0. A participação de diversos agentes é uma força definidora das políticas nacionais I4.0. No entanto, apenas em França é verificada uma participação activa por parte da indústria, o que culminou na criação de iniciativas adicionais, dando um impulso suplementar ao programa. De igual modo, a participação das autoridades regionais na adopção de estratégias I4.0 permite obter um maior alinhamento de políticas entre o nível nacional e regional, como se pode verificar no programa francês.

Na análise dos programas nacionais é perceptível a ausência de barreiras específicas para a implementação das políticas de I4.0, verificando-se um conjunto de diferentes aspectos quando comparando cada país. Por um lado, a falta de recursos e o envolvimento das PME's têm desafiado a implementação das iniciativas.

Por outro lado, a gestão de interesses e competências diferentes e o envolvimento de um grupo alargado de *stakeholders*, bem como a falta de infra-

FIGURA 09
MELHORIA DA CAPACIDADE DE INOVAÇÃO DIGITAL

		ALEMANHA	ESPAÑA	FRANÇA	PORTUGAL
INOVAÇÃO DIGITAL PARA TODOS	Plataforma de testes (Test-beds)				
	Infra-estruturas de I&D				
	DIH (Digital Innovation Hubs)				
	Clusters				
PROGRAMAS DE I&D&I	Tecnologias básicas de investigação				
	Investigação Industrial/ Aplicada				
	Piloto & Demonstradores				
	Padronização				
	Cooperação Internacional				
	PPPs I&D				
	Nível Regional				

Fonte: (European Commission, 2017)

estruturas de I&I, podem constituir barreiras para a implementação das iniciativas nacionais.

Adicionalmente, verificam-se barreiras para as próprias empresas, como dificuldade em coordenar acções em diferentes unidades organizacionais,

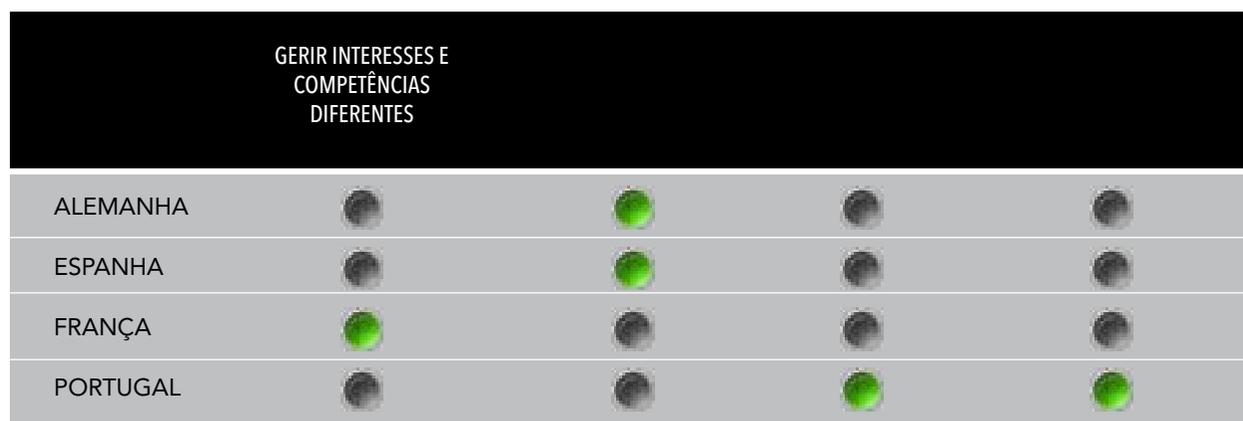
receio para implementar transformações radicais, ausência do talento necessário, preocupações com a cibersegurança ou até a ausência de um negócio que justifique os respectivos investimentos na arquitetura de TI subjacente (McKinsey, 2016).

FIGURA 10
FACTORES IMPULSIONADORES DAS POLÍTICAS 4.0



Fonte: Digital Transformation Monitor

FIGURA 11
BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DAS INICIATIVAS NACIONAIS



Fonte: Digital Transformation Monitor

FIGURA 12
VISÃO GERAL DAS POLÍTICAS I 4.0

PAÍS	PROGRAMA	ENFOQUE	OBJECTIVOS
ALEMANHA	Plattform Industrie 4.0	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Enfoque na inovação tecnológica assente nos principais pilares, como integração horizontal em redes de valor, engenharia ponta-a-ponta, ou integração vertical, incluindo aspectos de segurança e ponderação de novas formas de trabalho e educação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Impulsionar a manufactura digital, aumentando a digitalização e a ligação de cadeias de valor e modelos de negócios; ▶ Apoiar a investigação, a inovação e de parceiros da indústria para a padronização.
ESPAÑA	Industria Conectada 4.0	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aumentar o valor acrescentado industrial e o emprego qualificado no sector; ▶ Desenvolver a oferta local de soluções digitais; ▶ Desenvolver alavancas competitivas diferenciadas para favorecer a indústria espanhola e impulsionar as exportações. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Melhoria da indústria para fomentar a sustentabilidade económica; ▶ Eficiência na manufactura para a sustentabilidade ambiental; ▶ Emprego de qualidade para a sustentabilidade social.
FRANÇA	Alliance pour l'Industrie du Futur	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diagnóstico de PME e incentivos à modernização; ▶ Desenvolvimento da oferta nacional; ▶ Demonstrar projectos piloto; ▶ Desenvolvimento de técnicas de fabricação avançadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Modernizar a base produtiva francesa e as ferramentas de produção; ▶ Apoiar a utilização e integração de tecnologias digitais para transformar empresas e modelos de negócio; ▶ Criar novas fontes de crescimento e emprego.
PORTUGAL	Portugal Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Apoiar o desenvolvimento de competências e de novos métodos e aplicações digitais em sectores estratégicos da economia portuguesa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acelerar a adopção da indústria 4.0 pelas empresas nacionais.

Fonte: Digital Transformation Monitor

	PÚBLICO ALVO	MODELO DE FINANCIAMENTO	ORÇAMENTO
ra gitali- dutos, los de rede e a	<ul style="list-style-type: none"> Fabricantes/ produtores, PMEs e <i>policy-makers</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Combinação de financiamento público com contribuições financeiras privadas e em espécie. 	<ul style="list-style-type: none"> EUR 200 milhões de euros da BMBF e BMWI complementados por contribuições financeiras e em espécie da indústria.
ra ade a para ental; para a	<ul style="list-style-type: none"> Empresas com actividade industrial, nomeadamente PME e microempresas. 	<ul style="list-style-type: none"> Parcerias público-privadas. Sistema baseado em empréstimos e ajuda directa para garantir a participação do sector privado com efeito de alavanca esperado de 1:2. 	<ul style="list-style-type: none"> € 97,5 milhões, em 2016, para concursos dirigidos a projectos da indústria; programas relacionados providenciam €68 milhões adicionais (sobre a forma de empréstimos e ajuda directa) para empresas de TIC e € 10 milhões para clusters inovadores.
utiva s de g- itais as e esci-	<ul style="list-style-type: none"> Indústria francesa e produção base, em particular PMEs e mid-caps. 	<ul style="list-style-type: none"> Combinar instrumentos de financiamento público, como empréstimos e incentivos fiscais, com investimentos privados em I&D e linhas de produção, sendo esperado um efeito de alavancagem privado de 5 vezes. 	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente 10 mil milhões de euros de fontes públicas, incluindo financiamento do Institute for the Future de 2017 em diante, apoiado por financiamento privado.
esas	<ul style="list-style-type: none"> PMEs. 	<ul style="list-style-type: none"> Não envolve nenhum esquema específico de financiamento, sendo utilizada uma combinação de instrumentos de financiamento (empréstimos, auxílios fiscais, investimento privado). 	<ul style="list-style-type: none"> 4,5 mil milhões de euros ao longo de 4 anos.



04

conclusões



Através da análise das iniciativas nacionais da Indústria 4.0 torna-se possível detectar algumas semelhanças entre alguns factores essenciais no desenvolvimento de iniciativas e programas no âmbito da Indústria 4.0.

O programa francês “Industrie du Futur” integrou as lições aprendidas no programa antecessor, adoptando uma estrutura de rede da plataforma e envolvendo as partes interessadas da indústria, sindicatos, tecnologia e investigação. Adicionalmente, o envolvimento na implementação do projecto de partes interessadas digitais permitiu colmatar uma lacuna na obtenção de soluções digitais.

Na Alemanha, a extensão da rede e as normas e padrões comuns dos membros da rede objectivaram o fomento de cooperação. Adicionalmente, é perceptível compreender a necessidade de serem disponibilizados instrumentos de financiamento direccionados, bem como bases de teste para envolver as PME's de forma mais eficaz.

Nas iniciativas examinadas é igualmente perceptível a necessidade de serem estabelecidos os objectivos pretendidos de forma clara, fazendo-se estes acompanhar de metas mensuráveis apoiadas por indicadores qualitativos e quantitativos, bem como mecanismos de monitorização e avaliação.

Por outro lado, conforme o verificado na iniciativa nacional portuguesa, apesar do financiamento público constituir-se como essencial, o co-financiamento privado das políticas I4.0 também desempenha um papel importante, tornando-se fulcral prever medidas para garantir o financiamento privado, quer seja de forma voluntária ou obrigatória.

Ao nível das abordagens direccionadas à indústria, em vez de se aplicar uma abordagem “top-down”, deve-se dar voz aos diferentes *stakeholders* interessados de forma a garantir um envolvimento mais activo das partes interessadas da indústria, conforme o demonstrado no programa português com uma abordagem “bottom-up”.

Ao nível dos instrumentos de financiamento, é essencial desenvolver instrumentos mais inovadores e próximos do mercado, sendo que o envolvimento das PME's de forma bem-sucedida requer uma abordagem mais personalizada, ou seja, por intermédio do fornecimento de instrumentos de financiamento específicos.

Dado o enorme potencial das políticas da Indústria 4.0, é essencial que Portugal e o tecido industrial aproveite o seu know-how combinado para explorar na totalidade os benefícios das tecnologias avançadas.

Embora o financiamento da UE na temática da Indústria 4.0 seja fornecido através de vários programas de investigação, parece ser indispensável uma melhor coordenação dos esforços políticos nacionais, permitindo uma partilha eficaz de conhecimentos e melhores práticas entre os diferentes agentes envolvidos.

Um primeiro passo nesta direcção seria a criação de um fórum para garantir que as lições importantes, referentes às políticas da I4.0, são devi-

damente identificadas, recolhidas e disseminadas no país.

Posteriormente, o desenvolvimento de uma listagem on-line das políticas disponíveis da Indústria 4.0 e de transformação digital permitiria ajudar a garantir que os beneficiários visados estivessem cientes de todo o conjunto de medidas e instrumentos de financiamento disponíveis, nacionais e europeias.

Adicionalmente, conforme o realizado no Grupo de Trabalho Francês, a identificação de casos modelo e atribuição de um selo (como é desenvolvido em França, “Vitrine da indústria do Futuro”) permitiria potenciar a disseminação de conhecimento com exemplos práticos.

Por outro lado, torna-se importante, em Portugal, proceder ao **alinhamento de iniciativas nacionais**, procurando realizar investimentos que impulsionem a inovação digital e apoiem a digitalização das PME e que potenciem o desenvolvimento de plataformas de dados industriais abertas e arquitecturas de referência para padronização.

De forma a fomentar e potenciar os efeitos do **programa estratégico nacional português**, é necessário proceder à implementação de medidas adicionais que permitam fomentar a aceleração da estratégia nacional.

Portugal necessita de **envolver de forma mais proactiva os agentes da indústria**, como associações e empresas industriais, tal como se verifica em França onde o envolvimento de diversos agentes da indústria culminou na criação de iniciativas adicionais para a digitalização, permitindo impulsionar o programa nacional.

Adicionalmente, é necessária a **criação de grupos de trabalho** que reúnam actores empresariais, de investigação científica e técnica, sindicatos e entidades sociais, permitindo contribuir de igual modo para a aceleração das iniciativas.

Atendendo que a transformação digital é um factor central, constituindo um elemento-chave das políticas industriais nacionais, ao nível **da inovação industrial**, Portugal carece de medidas que permitam potenciar a criação e desenvolvimento de programas de I&D&I, tornando-se necessário procurar desenvolver medidas com vista ao: desenvolvimento da investigação industrial e investigação aplicada; à cooperação internacional na investigação; ao desenvolvimento de parcerias público-privadas em investigação e desenvolvimento; e ao desenvolvimento de medidas de inovação realizadas a nível regional, permitindo tirar partido de sinergias provenientes das infraestruturas e agentes científicos e tecnológicos regionais.

Adicionalmente, Portugal deverá procurar manter a abordagem ascendente iniciada no programa, apostando em iniciativas em sectores industriais de importância estratégica na economia nacional ao nível de valor e capital humano, tal como o sector automóvel, agro-alimentar ou metalomecânico.

Como tal, conforme o apresentado na Conferência Nacional de Clusters em 2019 (COTEC, 2019), torna-se essencial suportar uma transição generalizada da Indústria Portuguesa para a I4.0, procurando actuar ao nível de 3 linhas:

- **Capacitar para o I4.0**, adequando os conhecimentos da força de trabalho de forma a possibilitar às empresas a transição para a I4.0;
 - **Generalizar a tecnologia I4.0**, impulsionando a partilha de conhecimento, experiências e benefícios, de forma a estimular a transição geral para a I4.0;
 - **Potenciar a assimilação da I4.0 através do financiamento**, promovendo, facilitando e financiando o acesso das empresas à experimentação de métodos e tecnologias I4.0 e apoiar a transição para a I4.0.
-

referências

- AICEP. (2017). *Espanha - Ficha de Mercado*. aicep Portugal Global.
- Almada-Lobo, F. (2015). *The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES)*. Journal of Innovation Management JIM 3, 4, 16-21.
- Bahrin, M., Othman, M., Nor, N., & Azli, M. (2016). *Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic*. Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering), 137-143.
- Brettel, M., Friederichsen, N., & Keller, M. (2014). *How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective*. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 37-36.
- Bundesministerium für Wirtschaft. (2017). *Industrie 4.0 gestalten: Wegweisend. Vernetzt. Praxisnah*. Plattform Industrie 4.0.
- COTEC. (2019). *Digitalização e Indústria 4.0*. Conferência Nacional de Clusters, (p. 18).
- Digital Transformation Monitor. (2017a). *Germany: Industrie 4.0*. European Commission.
- Digital Transformation Monitor. (2017b). *Spain: Indústria Conectada 4.0*. European Commission.
- Digital Transformation Monitor. (2017c). *France: Industrie du Futur*. European Commission.
- Digital Transformation Monitor. (2017d). *Country: Portugal "Indústria 4.0"*. European Commission.
- Digital Transformation Monitor. (2017e). *Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe*. European Commission.
- European Commission. (2017). *National Initiatives for Digitising Industry across the EU - Analysis Draft*.
- European Commission. (2018). *Digital Transformation Scoreboard 2018 - EU business go digital: Opportunities, outcomes and uptake*.
- European Commission. (2020a). *Digital Transformation Monitor*. Obtido de <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/welcome>
- European Commission. (2020b). *Advanced Technologies for Industry*. Obtido de <https://ati.ec.europa.eu/>
- European Commission. (2020c). *The Digital Economy and Society Index*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-economy-and-society-index-desi>.
- European Commission. (s.d.). *Digitising European Industry*.
- Foley, P., Sutton, D., Wiseman, I., Green, L., & Moore, J. (2018). *2018 International Digital Economy and Society Index - SMART 2017/0052*. European Commission.
- Gobierno de España. (2020). *Industria Conectada 4.0*. Obtido de <https://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>

- Larosse, J. (2017). *Analysis of National Initiatives on Digitising European Industry*. France: Alliance Industrie du Futur.
- Lazaro, O. (2017a). *Analysis of National Initiatives for Digitising Industry - Portugal: Portugal Indústria 4.0*. Brussels: European Commission.
- Lazaro, O. (2017b). *Analysis of National Initiatives for Digitising Industry. Spain: Industria Conectada 4.0*. Brussels: European Commission.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). *Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment, Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems (pp. 3-8)*. Procedia CIRP 16.
- Mattauch, D. (2017). *Digitising European Industries Member States Profile: Germany*.
- McKinsey. (2016). *Industry 4.0 Global Expert Survey 2016*.
- McKinsey. (2020). *Shaping the digital transformation in Europe*. European Commission.
- Mendonça, J. M. (2015). *Indústria 4.0: Em Portugal o futuro já começou*. INESC TEC.
- Ministerio de Industria, Energía Y Turismo, Gobierno de España. (2015). *La Transformación Digital de la Industria Española*.
- Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M., & Landherr, M. (2016). *Industria 4.0 - Form the perspective of applied research*. 49th CIRP conference on Manufacturing systems (pp. 2-7). CIRP-CMS .
- PwC. (2017). *Digital Factories 2020 - Shaping the future of manufacturing*. PricewaterhouseCoopers.
- PwC. (2018). *Digital Tax Index 2018: Location Tax Attractiveness for Digital Business Models*. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). *A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond*. Procedia CIRP 52, pp. 173-178.
- Rübmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., & Waldner, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. pp. 1-14.
- Sipsas, K., Alexopoulos, K., Xanthakis, V., & Chrysolouris, G. (2016). *Collaborative maintenance in flow-line manufacturing environments: An Industry 4.0 approach* . 5th CIRP Global Web Conference Research and Innovation for Future Production (p. 2016). Procedia CIRP.
- Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship. (2016). *Accelerating the digital transformation of European industry and enterprises*. Obtido de <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/15856/attachments/1/translations/en/renditions/native>
- University of Cambridge. (2016). *Sustaining Momentum - The 2nd European Alternative Finance Industry Report*. Cambridge Centre for Alternative Finance in partnership with KPMG & CME Group Foundation.

Projeto Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional