

## Indústria e Manufatura

### A - Âmbito

A indústria – quer a manufatura como os serviços – é o motor da economia Europeia, oferece atualmente 50 milhões de empregos diretos, representa mais da metade do volume de exportações e gera 24% do PIB<sup>1</sup>. A Europa é um líder mundial em muitas indústrias que oferecem empregos de elevado valor acrescentado, que incluem o setor automóvel, aeronáutica, engenharia, produtos químicos e farmacêuticos.

No entanto, os pontos fortes europeus correm o risco de ser prejudicados pela necessidade de investimento e vantagens competitivas nas Tecnologias Facilitadoras essenciais, que incluem a nanotecnologia, a biotecnologia, os materiais avançados, a micro e nanoelectrónica, fotónica e processos de produção avançados. Novas tecnologias geram novos mercados. Isto é especialmente verdadeiro para o desenvolvimento integrado da tecnologia digital e produção avançada. Essas tendências definem a atuação da Europa na atual revolução industrial pois, mudanças rápidas e abrangentes na tecnologia estão a transformar a economia.

Esta realidade é bem patente em Portugal, onde sectores industriais como o **automóvel, aeronáutico e aeroespacial, químico, farmacêutico, metalomecânico**, cerâmico, o do **calçado e têxtil**, da **biotecnologia**, entre outros, assumem uma importância cada vez maior na economia do país. Contudo, a importância futura da indústria dependerá em larga medida da capacidade de Portugal de desenvolver **novas tecnologias para novos produtos** (com **inteligência e conhecimento incorporados**) e **novos processos de fabrico**. As tecnologias fundamentais para esta mudança são os **materiais avançados**<sup>2</sup>; os **materiais funcionais**<sup>3</sup>; as **Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)**, abrangendo a modernização e digitalização progressiva do tecido produtivo em termos de design e conceção; os sensores; a biotecnologia e as tecnologias verdes/sustentáveis, que se prevê virem a ter um papel cada vez mais omnipresente nos processos e produtos. Outras tecnologias ou desenvolvimentos tecnológicos como a **fabricação aditiva**; a **eletrónica impressa 2D e 3D (printable electronics)**; a **robótica avançada**; **gestão da produção e logística** e a **micro e nanofabricação**.

### B - Contexto internacional

A nível Europeu e fruto da transversalidade do tema, contribuem para o alcance dos objetivos várias ações de investigação e inovação e mais ativamente as iniciativas da Comissão Europeia, nomeadamente, as Parcerias Público Privadas **Fábricas do Futuro (FOF), Indústria de**

---

<sup>1</sup> [Industry in Europe Facts & figures on competitiveness & innovation 2017](#)

<sup>2</sup> nomeadamente, compósitos, nanomateriais e materiais nano-estruturados, biomateriais, materiais com elevada resistência específica, materiais com anisotropia 3D customizada e com gradientes de funcionalidade, etc.

<sup>3</sup> pela incorporação de nanotecnologia (nanopartículas, nanofibras, nanotubos) e/ou eletrónica embebida (microcontroladores ou sensores).

**Processos Sustentáveis (SPIRE) e Edifícios Energeticamente Eficientes (EEB)** que definiram roteiros setoriais até 2030. De uma forma resumida, e assentes na política da **digitalização da economia**, e nas prioridades para a **Indústria 4.0** e no pacote da **Economia Circular**, as linhas de atuação visam desenvolver um quadro para a coordenação de iniciativas com vista à **digitalização da indústria**, promover o coinvestimento no **reforço das capacidades de inovação** da Europa em **matéria digital**, a **definição do quadro regulamentar** adequado, **capital humano preparado** e com as competências necessárias **para a transformação digital**. As iniciativas devem contribuir para a **simbiose industrial** e o desenvolvimento de **cadeias de valor sustentáveis** que considerem as necessidades produtivas numa economia circular e para os quais a **monitorização e o controlo dos processos** podem ajudar a **otimizar o desempenho e consumo de recursos**. Do ponto de vista das cadeias de abastecimento, as iniciativas visam aumento da eficiência energética e dos recursos através da valorização ótima e **utilização e gestão inteligente das matérias-primas existentes, alternativas e renováveis**. Em termos de processo, o desenvolvimento de **soluções mais eficientes** e sistemas de energia para a indústria de processo. No respeitante às aplicações, devem desenvolver-se processos para produzir **materiais para aplicações de mercado que aumentam a eficiência energética** e de recursos a jusante e a montante na cadeia de valor. E por fim a **conversão de resíduos em recursos** pela prevenção, **valorização e reutilização dos fluxos de resíduos** dentro e entre setores, incluindo a reciclagem de fluxos de resíduos pós-consumo e **novos modelos de negócio para a eco-inovação**.

Simultaneamente, vários países desenvolverem roteiros com metas e prioridades e que descrevem a visão estratégica para a indústria e manufatura no médio e longo prazo a nível nacional. Tendo em consideração os documentos estratégicos - Agendas de I&I, Estratégias sectoriais, Roteiros e Planos de Ação – dos países europeus **Alemanha, Espanha, França, Holanda, Itália, Suíça, Estados Unidos da América e China** foi possível identificar as tendências e os desafios de I&I para a indústria e manufatura cobertos pelos mesmos. As conclusões seguintes resultaram também da análise do **estudo da OCDE *enabling the next production revolution*** que resume o contexto e desafios esperados para a transformação digital da indústria e manufatura.

Dos documentos analisados, torna-se possível agrupar os vetores estratégicos dos **países Europeus** em:

- i) **Digitalização da indústria:** *big data*, virtualização e internet das coisas (IOT), modelação, monitorização e controlo, customização em massa, sensores, sistemas embebidos, inteligência artificial, automação & robótica, qualidade da conectividade, confiança e segurança digital, economia dos dados, produtos serviços inteligentes (personalização), tecnologias inteligentes – sistemas e *blockchain*, *estratégias e gestão para os sistemas produtivos de próxima geração e novos modelos de negócio*.
- ii) **Materiais avançados:** impressão 3D, design de materiais e compósitos, materiais para a energia sustentável, materiais para a saúde, sistemas de elevada tecnologia e materiais ativos e inteligentes, revestimentos ativos, materiais de ligação, ciclos de vida de materiais sustentáveis, microfluidos, objetos inteligentes, nanoelectrónica, compreender a relação entre a estrutura, a composição e a função
- iii) **Robótica e sistemas avançados de manufatura:** robots e máquinas inteligentes, automação e robótica, autonomia/productividade em tempo real, transparência total (contextualização abrangência, robot colaborativo com relatórios de dados), sistemas ciberfísicos, customização em massa, produção aditiva, sistemas para a produção personalizada, produção inteligente (fábricas flexíveis devido à digitalização), processos produtivos inovadores, sistemas de produção evolutivos e adaptáveis,
- iv) **Recursos, eficiência energética e descentralização da produção de energia:** energias limpas e renováveis, armazenamento de energia, matérias primas alternativas, química verde, processos relacionados com a química do petróleo, reciclagem de metais críticos e terras raras, combustíveis sintéticos, tecnologias de hidrogénio,

- baterias eletroquímicas de nova geração, mobilidade ecológica, gestão inteligente da água, tecnologias de análise rápida (água, ar e do solo), tratamento dos solos poluídos, redução de resíduos, sistemas de renovação de edifícios existentes, sistemas de construção de elevada qualidade para a construção nova, sistemas integrados de energia em todo o edifício,
- v) **Capital humano e colaboração:** o lugar do humano na fábrica, consciencialização e comunicação, formação académica e laboral, melhoria de competências, colaboração homem-máquina e homem-robot, análise comportamental, perfil de consumo, fomentar a colaboração multidisciplinar pela criação de ambientes colaborativos, sistemas para a valorização das pessoas nas fábricas,
  - vi) **Saúde e qualidade de vida:** padrões e comportamentos de consumo, medicina do futuro (engenharia celular e de tecidos, novas modalidades de imunoterapia, dispositivos com bio marcadores, tecnologias de imagiologia para a saúde, análise numérica dos dados da saúde), alimentação inteligente (soluções inovadoras de proteção e estimulação de vegetais, estirpes probióticos para a bio preservação e nutrição), nanomedicina (novas aplicações médicas),
  - vii) **Regulamentação e normalização:** adequação do quadro regulatório e normalização que assegurem as condições necessárias para a implementação e incentivo ao investimento, impulsionando soluções para projetos específicos e facilitar a implementação da indústria 4.0.

## C - Questões e Temas em análise

Até 2030 Portugal tem de se afirmar como um país de vanguarda ao nível do desenvolvimento e adoção na indústria de materiais e processos tecnológicos avançados. O bom resultado obtido nos últimos anos ao nível do aumento das exportações proporcionadas pela indústria nacional faz com que se fale cada vez mais em novas apostas na indústria para que se torne mais competitiva.

A análise de diversas dimensões para a investigação e inovação na indústria permitiram sistematizar e organizar em cinco dimensões o grupo de ações que conduzam a uma indústria mais competitiva no mercado global.

Estas cinco dimensões desta agenda de investigação e inovação para a indústria e manufatura 2030 perspetivam apostas no desenvolvimento de **materiais avançados**, em **processos tecnológicos avançados**, na **gestão eficiente dos recursos e processos**, na área da **robótica e sistemas de manufatura inteligentes** e ainda no desenvolvimento de **redes colaborativas e produção industrial centrada no ser humano**.

Em termos do desenvolvimento e produção de **materiais avançados**, alinhada com as metas Europeias em matéria de gestão de recursos, salienta-se um conjunto de ideias estruturantes como a **valorização de matérias-primas e tecnologias endógenas**, desenvolvimento de **superfícies funcionais e inteligentes**, a **multifuncionalidade e compatibilidade dos materiais**. A **valorização de resíduos industriais** e o **ecodesign** assume cada vez mais um papel importante a par com a **modelação de materiais e previsão das suas propriedades e comportamento**.

Salienta-se a necessidade de apostas em **processos tecnológicos avançados** e inteligentes, como é o caso dos processos de **desmaterialização** e de **engenharia inversa**, de **processos híbridos** com base na integração de novos materiais avançados. É importante a **nano e micro-fabricação** de componentes bem como o desenvolvimento de **novos processos industriais e equipamentos**. Outro aspeto transversal a muitos setores será a **integração avançada de processos** para o aproveitamento de subprodutos ou resíduos industriais.

É inevitável a aposta em processos de maior interação e o desenvolvimento de **interfaces** como as **ferramentas de visualização e simulação** com o cliente final em diferentes fases do

processo de fabrico para exploração de oportunidades na **customização e personalização** em massa de produtos. A produção customizada permite colocar no mercado produtos diferenciados de elevada qualidade a custos razoáveis o que implica a reengenharia de processos ou a criação de **linhas de produção mais flexíveis e integração de tecnologias avançadas**. A **manufatura aditiva** pode ter um papel muito relevante neste campo.

A nova transformação industrial necessita também de uma aposta ao nível do uso e **gestão eficiente de recursos** (energia, água, materiais, logísticos, entre outros) e **processos** (logística, modelos de apoio à decisão, gestão da produção, entre outros) para dar resposta aos desafios sociais, diretivas e metas Europeias estabelecidas. Esta área pode conduzir a uma alteração significativa ao nível dos **modelos de negócio**, fomentar e materializar abordagens em **simbiose industrial** multissetorial.

As empresas de manufatura têm-se deslocado ao longo dos anos do ocidente para oriente. Este fenómeno deve-se a vários fatores, nomeadamente, a custos de mão-de-obra e energia mais baixos, menores restrições ambientais ou a proximidade ao grande mercado asiático. A **robótica e os sistemas de manufatura inteligente** podem dar uma resposta interessante a uma indústria mais competitiva, de conhecimento intensivo e, por isso, com menores riscos de deslocalização. Trata-se do início da exploração da **colaboração humano-máquina em contextos industriais**.

Devem-se considerar as questões relacionadas com a colaboração e proximidade entre robôs e operadores humanos na indústria, devendo os trabalhadores terem as tarefas e atividades mais nobres, estimulantes e seguras. Resulta daqui a necessidade da requalificação e capacitação dos trabalhadores existentes no sentido de os dotar de maiores competências.

A quinta dimensão desta agenda de investigação e inovação foca-se sobre **redes colaborativas e produção industrial centrada no ser humano** e nas redes colaborativas que potenciam essa transformação ou **modernização industrial**. Potenciar a economia em rede, fomentar **modelos de indústria centrados no ser humano**, aumentar a eficiência comunicacional promovem uma maior sustentabilidade e competitividade da indústria do futuro.