

MATERIAIS AVANÇADOS PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO DA EUROPA

A Oportunidade Estratégica de Portugal



Paula M. Vilarinho

demac | departamento de engenharia de materiais e cerâmica



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



Aveiro Institute of Materials

Materiais Avançados para a Industrialização da Europa

A Oportunidade Estratégica de Portugal

Por Paula M. Vilarinho

Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica

CICECO – Aveiro Institute of Materials

Universidade de Aveiro, Portugal

paula.vilarinho@ua.pt

Aveiro, 9 de Outubro de 2025

Sumário Executivo

Portugal possui uma cadeia de valor integrada e sustentável no setor dos materiais, abrangendo todas as etapas — desde a extração mineral responsável até à engenharia de materiais técnicos de elevado desempenho. Esta cadeia é sustentada por uma forte base científica e tecnológica, apoiada por centros de investigação de excelência, como o CICECO (Universidade de Aveiro), o CERENA (Instituto Superior Técnico), I3N (Universidade Nova de Lisboa e Universidade de Aveiro) e tecnológicos como o CTCV (Coimbra), PIEP (Guimarães). Combinando tradição industrial, inovação científica e uma comprovada capacidade exportadora, Portugal reúne as condições ideais para se posicionar como um Hub estratégico do Sul da Europa nos domínios dos materiais avançados e processamento avançado, reforçando a sua competitividade e atratividade internacional neste setor de alto valor acrescentado.

Índice:

1. Contexto Europeu: Materiais Avançados como Motor da Reindustrialização
 2. Desafios Atuais da Indústria dos Materiais
 3. A Indústria dos Materiais em Portugal: Diversidade e Potencial Estratégico
 4. Inovação em Indústrias Tradicionais: O Exemplo da Cerâmica
 5. Alinhamento Estratégico: Como Portugal Pode Capitalizar a Iniciativa Europeia
 6. Impactos Esperados (2025–2030)
 7. Governação e Próximos Passos
 8. Conclusão
- Anexo: Versão resumida

1. Contexto Europeu: Materiais Avançados como Motor da Reindustrialização

1.1. Contextualização

A Comunicação da Comissão Europeia de 2024 — “*Advanced Materials for Industrial Leadership*” — define uma visão clara: a Europa deve acelerar a passagem “do laboratório à fábrica” (*Lab to Fab*), reforçando a ligação entre investigação e produção industrial para aumentar a autonomia, competitividade e sustentabilidade.

Os Materiais Avançados ¹— incluindo cerâmicos técnicos, polímeros funcionais, nanocompósitos, ligas leves e materiais de base biológica — são essenciais para as transições verde e digital, sustentando setores como energia limpa, transportes, eletrónica de alto desempenho e produtos circulares.

1.2. Principais orientações europeias

- **Escalonamento e integração industrial:** A Comissão destaca a necessidade de incorporar novos materiais em linhas de produção existentes, otimizando desenho, síntese, caracterização e fabrico à escala.
- **Modernização da indústria tradicional:** O objetivo é inovar processos e reduzir desperdícios, promovendo circularidade e eficiência, em vez de substituir indústrias consolidadas.
- **Arquitetura de financiamento:** O *Horizon Europe*, o *European Innovation Council* (EIC) e parcerias público-privadas (PPs) estão previstos apoiar projetos de demonstração, linhas piloto e fábricas-piloto, com um investimento inicial europeu estimado em **cerca de 500 milhões de euros (2025–2027)** (<https://eic.ec.europa.eu/eic-2025-work-programme> en; <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/index> en; <https://www.bpfomento.pt/pt/catalogo/linha-de-garantia-bpf-investeu-pme-e-small-mid-caps/>)
- **Objetivo central:** “*Fomentar a produção e utilização de materiais avançados*”, reforçando a competitividade industrial europeia e a sustentabilidade.

¹ *Materiais Avançados* são materiais com propriedades e funcionalidades excecionais (como elevada resistência mecânica ou “*inteligência*”) obtidas através de engenharia estrutural precisa, ao nível micro ou nano, essenciais para aplicações tecnológicas de ponta. O *Processamento Avançado* é a ferramenta de engenharia necessária para transformar a ciência em *Materiais Avançados* com valor tecnológico.

Esta dinâmica europeia constitui uma oportunidade estratégica: os países que alinhem instrumentos nacionais — financiamento, competências e infraestruturas — terão um papel central na nova geração industrial europeia.

2. Desafios Atuais da Indústria dos Materiais

2.1. Desafios Atuais da Indústria dos Materiais

A indústria global dos materiais encontra-se num ponto de inflexão histórico, marcado pela convergência de três grandes transições simultâneas: a transição energética e climática, a transformação digital-industrial, e a reconfiguração geoeconómica das cadeias de abastecimento globais. Estas forças interligadas estão a redefinir as bases científicas, tecnológicas e produtivas dos materiais — desde metais e cerâmicos até polímeros, compósitos e biomateriais — e exigem uma abordagem sistémica baseada em ciência de materiais avançada, engenharia sustentável e economia circular.

2.2. Escassez e Criticalidade de Matérias-Primas Estratégicas

O acesso seguro e sustentável a matérias-primas críticas (Critical Raw Materials – CRM) tornou-se um imperativo geopolítico e tecnológico. ([European Critical Raw Materials Act](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401252) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401252). Elementos como lítio, níquel, cobalto, cobre, grafite, terras-raras, platinoides, gálio, germânio e tungsténio são essenciais para a transição energética (baterias, motores elétricos, células de combustível, painéis fotovoltaicos, turbinas eólicas) e para tecnologias digitais (chips, fibras ópticas, semicondutores).

Contudo, a produção global está altamente concentrada — com China, República Democrática do Congo, Indonésia e Chile dominando a extração e processamento — criando dependências assimétricas que comprometem a autonomia tecnológica de economias avançadas.

A União Europeia, importando mais de 80% de muitas CRM, enfrenta um risco estratégico real de disrupção de fornecimento. Em resposta, programas como o European Critical Raw Materials Act (2023) ([European Critical Raw Materials Act](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401252) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401252) e a Global Gateway Initiative (https://commission.europa.eu/topics/international-partnerships/global-gateway_en) promovem exploração responsável, refinação doméstica, reciclagem avançada e alianças industriais estratégicas.

Do ponto de vista técnico, a mitigação desta dependência requer:

- i) Substituição funcional (*design* de materiais alternativos com propriedades equivalentes);
- ii) Reciclagem de circuito fechado (Closed-Loop Recycling);
- iii) Processos metalúrgicos de baixa energia (hidrometalurgia seletiva, biolixiviação, e separação por solventes verdes), e
- iv) *Design* para desmontagem e reutilização (DfR – Design for Recycling).

A investigação em ciência de materiais computacional e inteligência artificial aplicada (via *Materials Genome Initiative* e *Horizon Europe – Cluster 4: Digital Industry and Space* (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/cluster-4-digital-industry-and-space_en)) desempenha um papel central na identificação acelerada de substitutos viáveis.

2.3. Descarbonização e Transição Energética

O setor dos materiais é responsável por aproximadamente 25% das emissões industriais globais de CO₂, sendo a siderurgia, o cimento, o alumínio, o vidro e a cerâmica os principais emissores.

Among these sectors, industry is a priority as it accounts for about a quarter of global greenhouse gas emissions, with steel and cement alone being responsible for 14% of global CO₂ emissions (IEA, 2023^[1]; IPCC, 2023^[2]).

The third edition of the *Net-Zero Industry Tracker* provides a detailed analysis of the progress hard-to-abate industrial and transport sectors are making worldwide in their efforts to achieve net-zero emissions by 2050. The eight sectors covered in the report account for approximately 40% of global greenhouse gas (GHG) emissions and are considered sectors in which reducing emissions can be challenging. Moreover, they play a fundamental role in driving global economic activity and connectivity. As a result, finding solutions to reducing these industries' emissions is critical to achieving global net-zero goals, while ensuring economic prosperity. The tracker provides both quantitative and qualitative scorecards for the sectors to continuously track their progress towards, and readiness for, net-zero targets. Furthermore, it identifies priority areas and key barriers for the industries to encourage targeted actions to facilitate progress towards emission reduction.

A descarbonização destes setores é tecnicamente complexa, devido à natureza intrinsecamente térmica e química dos processos (ex.: calcinação de carbonatos, redução de óxidos metálicos, sinterização dos cerâmicos).

As estratégias emergentes de mitigação incluem:

- i) eletrificação de processos térmicos (usando aquecimento resistivo, plasma e micro-ondas industriais);
- ii) substituição de combustíveis fósseis por hidrogénio verde (especialmente em fornos de aço e vidro);
- iii) captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS);
- iv) conversão eletroquímica de CO₂ em produtos de valor acrescentado, e
- v) integração de biomateriais e bioenergia como fontes renováveis de carbono.

A grande barreira reside na integração energética e económica destas soluções, dado o elevado consumo energético específico (em MJ/kg) e o custo ainda elevado do hidrogénio e eletricidade verde. A Europa lidera projetos demonstradores (Hydrogen Breakthrough

Ironmaking Technology – HYBRIT, H2GreenSteel, LEILAC para cimento), mas a maturidade tecnológica (TRL) ainda se encontra em fases piloto e pré-comercial.

O desafio científico é desenvolver materiais refratários, catalisadores e membranas resistentes a condições extremas (alta temperatura, atmosfera redutora, vapor de H₂) que viabilizem estes novos paradigmas energéticos.

É fundamental investigar novos processos de sinterização electrificada para cerâmicos e metais, que reduzem consumos energéticos e emissões ao operar a menores temperaturas e tempos. A sua adoção industrial exige compreensão dos mecanismos elétricos e térmicos e o desenvolvimento de equipamentos que viabilizem a manufatura eletrificada sustentável.

2.4. Transformação Digital e Design Acelerado de Materiais

A digitalização está a redefinir a forma como os materiais são descobertos, testados e fabricados. O paradigma “Materials 4.0” integra computação multiescala, inteligência artificial (IA), simulação termodinâmica e machine learning para prever propriedades estruturais, eletrónicas e mecânicas antes da síntese experimental (European Materials Modelling Council (EMMC) and European Materials Characterisation Council (EMCC)). Plataformas como o Materials Project (EUA) (<https://next-gen.materialsproject.org>), NOMAD Laboratory (UE) (<https://nomad-laboratory.de>) e AFlow (<https://aflowlib.org>) representam bases de dados abertas que alimentam modelos preditivos. Estas ferramentas reduzem drasticamente o ciclo de desenvolvimento — de 15 anos (tradicional) para menos de 5 — através de design in silico e closed-loop experimentation.

O desafio técnico está na integração de dados experimentais dispersos, na padronização de ontologias científicas e na interoperabilidade entre sistemas industriais e académicos.

Na manufatura, a transição para a manufatura aditiva (MA), *digital twins* industriais e monitorização avançada por sensores inteligentes (IoT, *edge computing*) está a transformar os processos de fundição, sinterização e polimerização. Contudo, a adoção global ainda é limitada por custos de capital, falta de interoperabilidade e escassez de competências digitais na engenharia de materiais.

2.5. Sustentabilidade, Circularidade e Ecodesign

A emergência climática e a pressão regulatória (como o European Green Deal, Taxonomia Verde, REACH, Ecodesign for Sustainable Products Regulation – ESPR) impõem uma transformação radical no ciclo de vida dos materiais.

O desafio é passar de uma economia linear (“extrair–produzir–descartar”) para uma economia circular e regenerativa, baseada em remanufatura, reprocessamento, reutilização e simbiose industrial.

No plano técnico, a investigação foca-se em:

- i) Biomateriais e polímeros de base biológica (PLA, PHA, lignina-epóxi, nanocelulose);
- ii) Cerâmicos e compósitos recicláveis (usando ligantes reversíveis e resinas termoplásticas de nova geração);
- iii) Materiais autorreparáveis e biodegradáveis, e
- iv) Metodologias de avaliação de ciclo de vida (LCA) integradas digitalmente em tempo real.

O desenvolvimento de materiais de “baixo impacto total” requer não só novas formulações químicas, mas também modelos de negócio circulares, rastreabilidade digital via *blockchain* e padronização de dados de sustentabilidade.

A Europa avança nesta frente com projetos como o *Circular Materials Alliance* (<https://biocircularmaterials.org>), *SusChem Europe* (<https://suschem.org>) e *EIT RawMaterials Circular Ecosystem* (<https://eitrawmaterials.eu/circular-societies>).

2.6. Capital Humano, Competências e Inovação Colaborativa

A transição industrial e tecnológica exige um novo perfil de engenheiro e cientista de materiais, combinando física, química, data science, engenharia de processo, e sustentabilidade. A falta de competências híbridas é hoje uma das maiores barreiras à competitividade global do setor.

Programas como o *EIT Manufacturing* (<https://www.eitmanufacturing.eu>), *EIT RawMaterials Academy* (<https://eitrawmaterials.eu/rawmaterials-academy>) e *European Materials Doctoral Network* (<https://marie-sklodowska-curie-actions.ec.europa.eu/actions/doctoral-networks>) procuram colmatar esta lacuna, mas o ritmo de evolução tecnológica supera a capacidade de formação.

O modelo futuro de inovação baseia-se em plataformas colaborativas de investigação aplicada, onde universidades, indústria e centros tecnológicos trabalham sob o paradigma “*Lab-to-Fab*” — acelerando a transferência de conhecimento e a demonstração industrial.

A cooperação internacional torna-se crítica para reduzir a duplicação de esforços e alinhar padrões de sustentabilidade e segurança de materiais avançados.

2.7. Geopolítica e Resiliência das Cadeias de Abastecimento

A globalização das cadeias de valor dos materiais encontra-se em reconfiguração profunda. As tensões comerciais EUA–China, a guerra na Ucrânia, e a volatilidade nos mercados de energia e transporte estão a conduzir a uma tendência de “*reshoring*”, “*nearshoring*” e “*friendshoring*”.

A resiliência industrial depende agora da diversificação de fornecedores, do reforço da produção regional e da cooperação estratégica entre economias afins.

A Europa aposta em Alianças Industriais Estratégicas (para baterias, hidrogénio, semicondutores e matérias-primas críticas) como mecanismos de segurança económica e

tecnológica. Contudo, o equilíbrio entre sustentabilidade ambiental e competitividade de custos continua a ser o ponto de tensão central — sobretudo face a regiões com energia mais barata e regulamentação menos restritiva.

Concluindo, a indústria dos materiais está no cerne da transição para uma economia digital, verde e soberana.

Os seus desafios são simultaneamente científicos, tecnológicos e sistémicos: garantir o acesso sustentável a matérias-primas críticas; reduzir drasticamente as emissões e a intensidade energética; digitalizar todo o ciclo de vida dos materiais; e formar capital humano interdisciplinar capaz de operar em contextos de elevada complexidade tecnológica.

O futuro do setor dependerá da capacidade de integrar ciência de materiais computacional, engenharia limpa e inovação circular, transformando a manufatura global numa rede resiliente, eficiente e regenerativa — em consonância com os objetivos do European Green Deal, da Agenda 2030 das Nações Unidas e do acelerador global de tecnologias limpas.

3. A Indústria de Materiais em Portugal: Diversidade e Potencial Estratégico

O ecossistema português de materiais é diversificado, tecnologicamente ativo e fortemente exportador. Combina recursos naturais, clusters industriais consolidados e centros de investigação de excelência, criando condições ideais para a industrialização de materiais avançados.

Analise-se em detalhe cada um dos setores de materiais mais representativos.

3.1. Plásticos, Borracha e Química

- Volume de negócios anual de cerca de 12 mil milhões de euros, com 8 mil milhões em exportações.
- Polos principais: Estarreja (resinas, MDI (diisocianato de difenilmetano), PVC) e Sines (petroquímica e polímeros recicláveis).
- Rede de I&D com instituições como CICECO – Aveiro Institute of Materials (<https://www.ciceco.ua.pt>), CIQUP - Research Center in Chemistry RT4 Physical Analytical Chemistry-Electrochemistry (<https://ciqup.fc.up.pt/ciqup/about>) e ITQB NOVA - Instituto de Tecnologia Química e Biológica António Xavier (<https://www.itqb.unl.pt>) a desenvolver materiais de origem biológica e PIEP - Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros (<https://www.piep.pt/sobre-o-piep/>).
- Exemplo: investimento da Repsol (~ 657 M€) em Sines para produção de polímeros recicláveis.

3.2. Materiais de Construção e Edificação

- Cerca de 12.600 empresas, ~110.800 trabalhadores, ~14,9 mil milhões de euros de volume de negócios e ~4,8 mil milhões em exportações para 180 mercados.
- Inclui cerâmica, cortiça, madeira, metais, vidro e tintas.
- Presença em obras emblemáticas como a Sagrada Família (*REVIGRÉS*), Burj Al Arab (*Casais Group*) e Philharmonie de Paris (*Primeira Pedra*).

- Forte aposta em digitalização (BIM, automação) e design sustentável.
- Cluster Habitat Sustentável (<https://clusterhabitat.pt>) que reúne empresas e centros de investigação que suportam a inovação, sustentabilidade e eficiência energética na construção e no habitat.

3.3. Materiais Naturais: Papel, Pasta, Cortiça e Madeira

- *The Navigator Company* (<https://thenavigatorcompany.com>), é líder europeia em pasta de papel, integrando práticas circulares e bioquímicas sustentáveis. Concentra os seus principais polos industriais em Setúbal, Figueira da Foz, Aveiro e Vila Velha de Ródão, integrando toda a cadeia de valor florestal. As suas principais inovações centram-se em bioprodutos, biorefinação e economia circular, com o desenvolvimento de papel tissue e soluções de embalagem sustentáveis, enfrentando como principais desafios a descarbonização, a gestão florestal sustentável e a volatilidade dos mercados internacionais.
- *Corticeira Amorim* (<https://www.amorim.com/pt/>), líder mundial em cortiça, investe em biocompósitos e isolamentos avançados, reforçando a ligação entre materiais naturais e inovação tecnológica. Com polos industriais localizados sobretudo em Santa Maria de Lamas, Coruche e Ponte de Sor, aposta na valorização integral da cortiça e em biocompósitos, isolamentos e materiais para mobilidade e aeroespacial. As suas inovações focam-se na engenharia de materiais naturais e no aproveitamento total dos subprodutos da cortiça, sendo os principais desafios a escassez de matéria-prima, a adaptação às exigências ambientais e a pressão sobre os custos energéticos.
- *Sonae Arauco* (<https://www.sonaearauco.com/pt/>), é uma empresa luso-chilena líder em soluções à base de madeira (painéis MDF, aglomerado e OSB para mobiliário e construção). Com forte presença em Portugal e atuação em mais de 70 países, investe fortemente em inovação e descarbonização industrial, sendo um exemplo de modernização sustentável da indústria madeireira. Com centros industriais em Oliveira do Hospital, Mangualde e Mora, integra um modelo de bioeconomia circular, utilizando madeira reciclada e matérias-primas certificadas. A empresa inova através de painéis MDF, OSB e aglomerados de nova geração, destinados a mobiliário e construção sustentável, enfrentando desafios como a falta de matéria-prima florestal, a transição energética e a necessidade de aumentar a eficiência industrial.
- Suportado por centros de interface e tecnologia que se dedicam à investigação aplicada, desenvolvimento tecnológico e apoio às empresas do setor do Papel,

Pasta e Cortiça, como CTCOR - Centro Tecnológico da Cortiça (<http://www.ctcor.com>) e RAIZ - Instituto de Investigação da Floresta e Papel (<http://www.raiz-iifp.pt>), Laboratório Colaborativo Alma Science (<https://almascience.pt>) .

3.4. Materiais Cerâmicos e Vidros

- A indústria cerâmica e do vidro é um dos pilares históricos e tecnológicos de Portugal, com mais de 1.200 empresas, 22.000 trabalhadores e um volume de negócios superior a 1.800 milhões de euros, dos quais 80% são exportações (APICER, 2023).
- Portugal é o 3.º maior exportador europeu de cerâmica utilitária e decorativa e um dos 10 maiores produtores mundiais de revestimentos cerâmicos.
- Cobertura integral da fileira: argilas, caulinos, feldspatos, sílica e carbonatos — garantindo autossuficiência mineral em materiais estruturais.
- Polos industriais principais:
 - Aveiro, Leiria, Coimbra – cerâmica de pavimento e revestimento (Revigrés, Aleluia, Margrés).
 - Aveiro, Caldas da Rainha e Alcobaça – cerâmica de mesa e decorativa (Vista Alegre, Costa Verde, SPAL, Gréstel, Bordallo Pinheiro).
 - Valadares e Anadia – sanitários e fritas cerâmicas (Sanindusa, Valadares, Porcelanosa, Torrecid, Colorobbia).
- Investimento contínuo em fornos híbridos, biocombustíveis, hidrogénio verde e reaproveitamento térmico, alinhado com as metas da neutralidade carbónica 2050.
- Centros como CICECO, CMEMS – Centre for MicroElectromechanical Systems da Universidade do Minho (<https://www.cmems.uminho.pt/about/>) e LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia (<https://www.lneg.pt/en/homepage/>) lideram a investigação em materiais cerâmicos funcionais, piezoelétricos, para aplicações médicas e na área da saúde, integrando nanotecnologia e economia circular.
- No vidro, o Glass Cluster da Marinha Grande agrega empresas de vidro técnico, automóvel e arquitetónico (BA Glass, Atlantis, Crisal), exportando para mais de 120 países.

- O setor participa em projetos europeus de materiais avançados (Horizon Europe, Advanced Materials for Industrial Leadership), com foco em reciclagem, substituição de matérias-primas críticas e compósitos vitrocerâmicos para energia, biomedicina e construção sustentável.

3.5. Fabricação Avançada e Engenharia

- Principal setor exportador (mais de 19 mil milhões de euros em 2022).
- Especialização em mecânica de precisão, motores elétricos, automação e visão artificial.
- Centros tecnológicos como CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica (<https://catim.pt/en>) e CENFIM - Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica (<https://www.cenfim.pt>), e laboratórios associados INESC TEC - Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science (<https://www.inesctec.pt/en>) e INEGI - Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering (<https://www.inegi.pt/pt/>) apoiam a aplicação industrial de novos materiais e processos de fabrico avançado.

3.6. Setores Emergentes: Lítio, Terras Raras e Têxteis Técnicos

- Portugal detem algumas das maiores reservas de lítio da Europa (https://dados.gov.pt/pt/datasets/carta-de-depositos-minerais-da-regiao-norte-de-portugal-a-escala-1-200-000/?utm_source=chatgpt.com), (Lítio em Portugal: Enquadramento, Geologia e Mineralogia, D.P.S. de Oliveira, et al, Boletim de Minas, 52 - Edição Especial - Lítio - 2017-2018) embora a produção atual é limitada, com planos de refinação e fabrico de materiais para baterias (refinaria Lifthium, Estarreja, investimento de 1.000 M€, (<https://participa.pt>) (projeto Lifthium Energy do Grupo José de Mello/Bondalti, denominado Lift One, foi reconhecido como Projeto Estratégico Europeu pela Comissão Europeia (em 2025), no âmbito do Critical Raw Materials Act.).
- Descobertas recentes de terras raras no Alentejo reforçam o potencial estratégico nacional.
- O setor dos têxteis técnicos (CITEVE- Centro Tecnológico Textil e Vestuário (<https://www.citeve.pt>), CeNTI - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes (<https://www.centi.pt>).

4. Inovação em Indústrias Tradicionais: O Exemplo da Indústria Cerâmica

O setor cerâmico português é um exemplo de como uma indústria tradicional pode evoluir para materiais de alto desempenho e valor acrescentado, combinando recursos minerais nacionais, tecnologia industrial e investigação aplicada. Esta evolução está em linha com a visão europeia “Lab to Fab” para a industrialização de materiais avançados e sustentáveis.

4.1. Síntese Estratégica

Portugal detém uma cadeia de matérias-primas quase completa, desde a extração mineral até à formulação de produtos cerâmicos tradicionais e igualmente avançados, suportada por uma rede de I&D de excelência (CICECO, CTCV, CERENA, I3N, entre outros).

Considera-se que este ecossistema único permite o desenvolvimento da produção competitiva de:

- cerâmicos técnicos (para energia, membranas, sensores, aplicações biomédicas, ferramentas de corte),
- revestimentos funcionais,
- compósitos cerâmico-poliméricos de alto desempenho,

reforçando o posicionamento de Portugal como um *Hub do Sul da Europa para Materiais Avançados*.

4.2. Matérias-primas comumente utilizadas na indústria cerâmica e base nacional de matérias-primas

O setor cerâmico português tem uma forte integração vertical entre a extração de matérias-primas e a produção industrial. Essa característica permite às empresas controlar a qualidade, reduzir custos logísticos e promover a inovação em produtos de alto valor acrescentado.

As empresas nacionais de mineração e processamento, são fundamentais na cadeia de fornecimento. Estas empresas:

- i) Extraem e beneficiam minerais estratégicos (argilas, feldspatos, caulino, quartzo, carbonatos).

- ii) Garantem regularidade e pureza mineral essenciais à qualidade dos produtos cerâmicos.
- iii) Trabalham em colaboração com centros de investigação e indústrias para ajustar as propriedades das matérias-primas (granulometria, composição química, plasticidade) às necessidades dos fabricantes de cerâmica e vidro.

As principais empresas nacionais de extração e transformação de matérias primas utilizadas na indústria cerâmica, incluem:

- **Felmica – Minérios Portugueses, S.A. (Guarda / Alvarrões)** (www.felmica.pt) - Líder nacional em feldspato, quartzo e caulino, com integração em mineração, beneficiamento e controlo laboratorial.
- **MIBAL – Minas de Barqueiros, S.A. (Figueira da Foz)** (www.mibal.pt) - Produtora de caulino e quartzo de alta pureza para as indústrias cerâmica, vidreira e papel.
- **Grupo Corbário (Rio Maior / Benedita)** (www.corbario.pt) - Fornecedor de argilas e minerais industriais com elevado controlo de qualidade e práticas sustentáveis de extração.
- **Grupo Mota – Mota Ceramic Solutions (Ourém / Porto de Mós)** (www.motaceramic.com) - Especializado na extração e processamento de argilas plásticas e feldspatos, com forte investimento em I&D para formulações de grés porcelânico e cerâmicos técnicos.
- **Sibelco Portugal (Torres Vedras / Leiria)** (www.sibelco.com) - Produz areias e feldspatos industriais para cerâmica e vidro técnico.
- **Sarbloco - Areias Industriais, S.A. Argilas Especiais (Caulino) e Areias Siliciosas** - Operam na extração de argilas e areias utilizadas em cerâmica e vidro.
- **SECIL Britas (Outão, Maceira e Cibra) / CIMPOR (Alhandra, Loulé e Souselas, Murtas – Açores e Sines,) AGREPOR Agregados S.A (Nacional), Omya Portugal (Soure)** - Operam em carbonatos e calcários industriais, fornecendo para vidrados, engobes e materiais de construção de alta performance.
- **Colorobbia Portugal (Anadia), Torrecid (Oiã), Vitricer (Aveiro), Coloronda (Aveiro)** - Empresas químico-cerâmicas de referência em fritas, esmaltes e pigmentos funcionais — componentes essenciais para revestimentos técnicos e decorativos.
- **Somincor (Lundin Mining, Canada)** - Operam na extração mineira, extração e produção de Cobre, Zinco, Chumbo e outros minérios nas minas de Neves-Corvo, Castro Verde (Baixo Alentejo). Embora canadiana, é a maior operação mineira nacional. *Nota: o minério da Somincor tem como destino principal a exportação, constituindo uma das principais fontes portuguesas de receita em metais não ferrosos, mas com baixo grau de transformação industrial nacional. O minério extraído, concentrado de cobre e zinco é exportado para fundições europeias (Espanha, Bélgica, Alemanha e Suécia). Portugal não possui capacidade de refinação própria, concentrando-se apenas na extração e beneficiamento, enquanto o valor acrescentado da transformação ocorre no estrangeiro.*

A Tabela 1 sumarisa o cenário nacional de extração e transformação de matérias primas, permitindo constatar que Portugal possui uma base quase autossuficiente em matérias-primas cerâmicas fundamentais.

Tabela 1: Matérias-primas comumente utilizadas na industria cerâmica e base nacional de matérias-primas.

Material	Regiões Principais	Utilização	Autossuficiência
Argilas plásticas	Vale do Tejo, Alentejo, Aveiro	Tijolo, telha, grés	✓ Ok
Caulino (caulim)	Centro e Norte (MIBAL, Campos de Góis, Batalha)	Porcelana, sanitários, refratários	✓ Ok
Feldspato	Guarda (Felmica – Alvarrões), Mangualde	Fundente em porcelana e grés	✓ Ok
Quartzo / Areias siliciosas	Leiria, Marinha Grande	Azulejos, vidro, sanitários	✓ Ok
Carbonatos (calcite, dolomite)	Maciço Calcário Estremenho, Alentejo	Fundentes, engobes, vidrados	✓ Ok
Talco	Nordeste (Vinhais)	Refratários, cerâmica fina	⚠ Parcial
Zircão, Boratos, Alumina, Wollastonite	Importados	Esmaltes, fritas e cerâmicos técnicos	✗ No

Assim, a maioria das matérias-primas utilizadas pela indústria cerâmica portuguesa tem origem nacional, o que reduz a dependência de importações, aumenta a competitividade internacional e promove práticas de economia circular e de produção local. Esta autossuficiência em recursos minerais permite às empresas cerâmicas otimizar custos, garantir maior controlo sobre a qualidade das matérias-primas e assegurar a continuidade do abastecimento.

Além disso, a exploração e transformação destes recursos ocorrem num quadro de sustentabilidade e inovação tecnológica, em estreita colaboração com centros de investigação e desenvolvimento nacionais, o que reforça o posicionamento de Portugal como um polo de excelência no setor dos materiais avançados e sustentáveis.

Foi precisamente este ecossistema que permitiu a evolução para o fabrico de cerâmico técnicos. Três empresas, PALBIT, DURIT e Rauschert Portuguesa, são pilares da transição dos cerâmicos tradicionais para cerâmicos técnicos e materiais avançados — uma ponte crucial entre a mineração, a engenharia e a inovação. A nova fronteira da cerâmica portuguesa inclui cerâmicos de engenharia, materiais duros e refratários técnicos, nos quais se destacam empresas altamente especializadas:

- **PALBIT S.A.** (www.palbit.pt), Albergaria-a-Velha - Fundada em 1916, é líder europeia em ferramentas de corte e materiais de metal-duro (carbureto de tungsténio e cerâmicos técnicos). Desenvolve cerâmicos de precisão e substratos avançados para automóvel, aeroespacial e energia verde.
- **DURIT** - Metalurgia Portuguesa do Tungsténio (www.durit.pt), Albergaria-a-Velha - Produtora de carbetos de tungsténio, ligas duras e componentes de desgaste, com integração de cerâmicos estruturais e compósitos. Fornece soluções industriais de alta resistência mecânica e térmica.
- **Rauschert Portuguesa** (www.rauschert.pt), Trajouce, Cascais - Parte do grupo alemão Rauschert, fabrica cerâmicos técnicos, isoladores elétricos e componentes para química fina e microeletrónica. Atua em nichos de alta precisão, sendo um elo entre a cerâmica tradicional e a indústria 4.0.

Estas empresas consolidam a transição portuguesa dos cerâmicos convencionais para os materiais avançados e funcionais, com aplicação em:

- microeletrónica e semicondutores,
- energias limpas (baterias, SOFCs, hidrogénio),
- ferramentas de corte e moldação de precisão,
- revestimentos com propriedades térmicas e químicas específicas.

O setor cerâmico português é um exemplo de transformação de uma indústria tradicional em produtora de materiais de alto desempenho, em linha com a visão europeia de transição “Lab to Fab”.

5. Alinhamento Estratégico: Como Portugal Pode Capitalizar a Iniciativa Europeia

Portugal pode e deve posicionar-se como **Hub do Sul da Europa para Materiais Avançados, (Southern European Hub for Advanced Materials)** conjugando recursos naturais, capacidade industrial, agilidade tecnológica e conhecimento científico.

Como resultado de diferentes iniciativas que envolveram os setores académico, tecnológico e industrial, identificam-se de seguida, a título de exemplo, um conjunto de ações, ou **prioridades nacionais recomendadas**:

1. Fundo Nacional de Co-investimento em Materiais Avançados

- Financiamento conjunto público-privado para linhas piloto e demonstrações industriais (TRL 5–8).
- Foco 1: cerâmicos avançados, polímeros de base biológica, compósitos leves, materiais recicláveis.
- Foco 2: processamento avançado, nanotecnologias, manufatura aditiva, *digital twins*, tecnologias de baixo consumo energético.

2. Integração com Parcerias Europeias

- Harmonizar chamadas nacionais com temas do *Horizon Europe* e do *EIC*.
- Cofinanciar projetos com potencial de captação de fundos europeus.

3. Linhas Piloto Regionais e Apoio a PME

- Requalificar infraestruturas como centros “*Lab to Fab*”.
- Criar vales de escalonamento para certificação e digitalização de processos.

4. Competências, Normas e Circularidade

- Programas de formação em caracterização de materiais, análise de ciclo de vida e design digital.
- Participação ativa na normalização europeia, garantindo influência nos novos referenciais técnicos.

5. Procura Pública como Motor de Inovação

- Utilizar obras públicas e projetos de habitação para testar e validar materiais sustentáveis.
- Alinhar critérios de aquisição com as normas europeias de sustentabilidade.

6. Impactos Esperados (2025–2030)

Dimensão	Resultados Esperados
Económica	Crescimento nas exportações de produtos de maior valor acrescentado; criação de novos empregos qualificados.
Inovação	Linhas piloto nacionais; aumento da taxa de sucesso em programas europeus.
Sustentabilidade	Redução da intensidade carbónica; aumento dos fluxos circulares de materiais.

7. Governação e Próximos Passos

1. Representação ativa portuguesa no Conselho Tecnológico Europeu para Materiais Avançados.
2. Criação de uma “Mesa Redonda Nacional” (ou Conselho Tecnológico Nacional) de Materiais Avançados, reunindo clusters industriais, centros de investigação e investidores.
3. Lançamento de chamada nacional de cofinanciamento, sincronizadas com o calendário europeu.
4. Criação de um Observatório Digital (para a nova AI²) para monitorizar projetos, financiamento e impactos.

8. Conclusão

Os materiais avançados são a infraestrutura invisível da competitividade industrial.

Portugal dispõe de uma cadeia de valor completa e interconectada, desde a extração mineral sustentável até à engenharia de materiais, apoiada por centros de I&D como o CICECO (Universidade de Aveiro), I3N (NOVA FCT Lisboa e Universidade de Aveiro) CERENA (IST) e CTCV (Coimbra) e a Rede de Inovação e Tecnologia (RIT) da ANI, que integra Centros de Interface Tecnológica (CIT), como o PIEP (Polímeros), o CTCV (Cerâmica e Vidro), o CTCOR (Cortiça), o RAIZ (Floresta e Papel), o INEGI (Engenharia e Gestão Industrial), o IBET (Biotecnologia).

Para Portugal, os materiais avançados, representam uma estratégia económica concreta: unir o saber-fazer tradicional em materiais tradicionais (cerâmica, cortiça e construção) a novos domínios como materiais para baterias, materiais para energia (*exemplos relevantes: magnetes permanentes para veículos eléctricos, piezoeléctricos para armazenamento de energia*), cerâmicos avançados (bioaplicações), compósitos de base polimérica bio e têxteis funcionais, entre outros.

O ecossistema português na área do fabrico de materiais tem potencial para evoluir para a produção de materiais avançados, integrando-se plenamente na estratégia europeia de liderança industrial sustentável. Ao alinhar-se com a iniciativa europeia “*Advanced Materials for Industrial Leadership*”, Portugal pode reforçar a sua base produtiva, aumentar a resiliência e afirmar-se como pilar essencial da nova industrialização sustentável da Europa.

Combinando tradição, ciência e capacidade exportadora, o país reúne todas as condições para se afirmar como um *Hub do Sul da Europa para Materiais Avançados*.

Aveiro, 9 de Outubro de 2025

Paula M. Vilarinho

RELATÓRIO EXECUTIVO CONDENSADO (4 PÁGINAS)

Materiais Avançados para a Industrialização da Europa: A Oportunidade Estratégica de Portugal

Paula M. Vilarinho – Universidade de Aveiro, CICECO – Aveiro Institute of Materials

Destinatário: Agência Nacional de Inovação (ANI)

Sumário Executivo

Portugal possui uma cadeia de valor completa e sustentável no setor dos materiais avançados, cobrindo todas as etapas — da extração mineral à engenharia de materiais técnicos e compósitos funcionais. Sustentado por centros de excelência como o CICECO, CERENA, I3N, CTCV e PIEP, o país combina tradição industrial, capacidade exportadora e inovação científica, reunindo condições para se afirmar como *Hub estratégico do Sul da Europa* em materiais avançados — um pilar da reindustrialização sustentável e digital da Europa.

1. Contexto Europeu: Materiais como Motor da Nova Industrialização

A Comunicação da Comissão Europeia “*Advanced Materials for Industrial Leadership*” (2024) define uma prioridade clara: acelerar a transição “*do laboratório à fábrica*”, reforçando a ligação entre ciência e indústria. Os materiais avançados — cerâmicos técnicos, polímeros funcionais, compósitos, ligas leves e materiais biológicos — são cruciais para setores estratégicos: energia limpa, eletrónica, mobilidade e construção sustentável.

O investimento europeu inicial (2025–2027) ascende a ~500 M€, através do *Horizon Europe* e do *EIC*. O foco é o escalonamento industrial, a modernização das indústrias tradicionais e a integração de tecnologias de fabrico limpo.

Esta dinâmica representa uma oportunidade para os países que consigam alinhar políticas, financiamento e infraestruturas, consolidando um papel central na nova economia industrial europeia.

2. Desafios Globais e Tecnológicos do Setor

A indústria mundial dos materiais enfrenta uma tripla transição: energética, digital e geoeconómica. Os principais desafios são:

a) Acesso a matérias-primas críticas — A UE importa mais de 80% de elementos essenciais (lítio, terras raras, tungsténio, etc.). Portugal pode reduzir esta dependência com mineração sustentável, reciclagem avançada e substituição funcional via *design de materiais* e IA.

b) Descarbonização industrial — O setor representa ~25% das emissões industriais globais. Novos processos como sinterização eletrificada, fornos híbridos a hidrogénio e captura de CO₂ são essenciais para atingir a neutralidade carbónica até 2050.

c) Digitalização e inovação acelerada — A integração de *computação multiescala*, *machine learning* e *digital twins* permite prever propriedades e otimizar fabrico (“Materials 4.0”), reduzindo o ciclo de desenvolvimento de 15 para 5 anos.

d) Circularidade e sustentabilidade — O *Green Deal* e o regulamento ESPR impulsionam materiais recicláveis, biodegradáveis e de base biológica, apoiados por metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida digitalizadas.

e) Competências e capital humano — A transição exige engenheiros híbridos, combinando ciência de materiais, sustentabilidade e ciência de dados. Programas europeus (EIT Manufacturing, RawMaterials Academy) são modelos a reforçar em Portugal.

3. A Indústria dos Materiais em Portugal: Diversidade e Potencial

Portugal dispõe de um ecossistema industrial e científico diversificado, exportador e tecnologicamente ativo:

- **Polímeros e química** – Clusters em Estarreja e Sines (Repsol, PIEP), com foco em polímeros recicláveis e bio-based, apoiado por PIEP, entre outros.
- **Materiais de construção** – 12.600 empresas, forte presença exportadora e aposta em digitalização e sustentabilidade (Cluster Habitat Sustentável).
- **Materiais naturais** – *The Navigator Company*, *Corticeira Amorim* e *Sonae Arauco* integram bioeconomia circular e inovação em bioprodutos e compósitos naturais.
- **Cerâmica e vidro** – 1.200 empresas, 22.000 trabalhadores, 80% de exportações. Centros como CICECO e CTCV lideram em cerâmicos funcionais, vidros técnicos e energia limpa.
- **Engenharia e metalomecânica** – Setor exportador líder (>19 mil M€/ano), apoiado por INEGI, INESC TEC e CATIM, aplicando novos materiais e fabrico avançado.
- **Setores emergentes** – Reservas de lítio e terras raras, projetos de refinação (Lifthium, Estarreja) e têxteis técnicos (CITEVE, CeNTI).

Esta diversidade constitui uma vantagem competitiva: uma base industrial sólida, próxima de recursos naturais e de polos científicos de classe mundial.

4. Caso Exemplificativo: A Indústria Cerâmica

O setor cerâmico português demonstra como uma indústria tradicional pode evoluir para materiais de alto desempenho.

Com autossuficiência em matérias-primas — argilas, feldspatos, caulino, quartzo, carbonatos — e forte ligação entre mineração, engenharia e I&D, o país possui uma cadeia integrada única na Europa.

Empresas como **PALBIT**, **DURIT** e **Rauschert Portuguesa** lideram a transição para cerâmicos técnicos e compósitos avançados, com aplicações em microeletrónica, energia, biomedicina e ferramentas de precisão.

A colaboração com centros como **CICECO**, **CTCV** e **CERENA** garante inovação contínua em processos limpos e manufatura eletrificada, posicionando Portugal como referência em cerâmica técnica sustentável.

5. Estratégia Nacional para Materiais Avançados

Para capitalizar a estratégia europeia, propõem-se **cinco linhas de ação prioritárias**:

1. **Fundo Nacional de Co-investimento** — apoio a linhas piloto (TRL 5–8) e demonstrações industriais em cerâmicos, compósitos, polímeros bio e manufatura avançada.
2. **Integração com Parcerias Europeias** — alinhamento com *Horizon Europe* e *EIC*, potenciando cofinanciamento nacional.
3. **Linhas Piloto Regionais e apoio a PME** — requalificar infraestruturas em centros *Lab-to-Fab* e promover certificação e digitalização.
4. **Formação e normalização técnica** — criar programas de capacitação e reforçar presença portuguesa em organismos de normalização europeus.
5. **Procura pública inovadora** — usar obras públicas como campo de teste para materiais sustentáveis e tecnologias verdes.

6. Impactos Esperados (2025–2030)

Dimensão	Resultados Esperados
Económica	Aumento das exportações de produtos de alto valor, criação de emprego qualificado
Inovação	Linhas piloto nacionais e maior sucesso em programas europeus
Sustentabilidade	Redução da intensidade carbónica e crescimento da circularidade

7. Governação e Próximos Passos

- Representação ativa de Portugal no Conselho Europeu de Materiais Avançados;
- Criação de uma *Mesa Redonda Nacional* reunindo indústria, centros de I&D e investidores;

- Lançamento de chamadas nacionais de cofinanciamento sincronizadas com o calendário europeu;
- Criação de um *Observatório Digital de Materiais Avançados* para monitorizar impacto e inovação.

8. Conclusão

Os materiais avançados são a infraestrutura invisível da competitividade industrial.

Portugal reúne todos os elementos de uma estratégia sólida: recursos minerais, indústria exportadora, centros de investigação de excelência e capacidade de inovação.

Ao alinhar-se com a iniciativa **“Advanced Materials for Industrial Leadership”**, o país pode reforçar a sua base produtiva, aumentar a resiliência e tornar-se um **Hub do Sul da Europa para Materiais Avançados** — combinando tradição, ciência e sustentabilidade para liderar a nova industrialização verde e digital da Europa.

Aveiro, outubro de 2025

Paula M. Vilarinho



demac | departamento de engenharia de materiais e cerâmica



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



Aveiro Institute of Materials