# CONTRIBUTOS PARA UMA AGENDA REGIONAL PARA AS NANOTECNOLOGIAS NA REGIÃO DO NORTE

DEZEMBRO DE 2019

JOSÉ COELHO RODRIGUES, JOÃO CLARO

Campus da FEUP
Rua Dr. Roberto Frias, 378
4200 – 465 Porto

T +351 222 094 000
F +351 222 094 050

www.inesctec.pt
www@inesctec.pt

# Índice

ÍNDICE ..... 2
LISTA DE TABELAS ..... 3
LISTA DE FIGURAS ..... 4
LISTA DE ACRÓNIMOS ..... 5
SUMÁRIO EXECUTIVO ..... 7
1. INTRODUÇÃO ..... 8
2. VISÃO E OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 11
3. CONTEXTO E DIAGNÓSTICO ..... 14
3.1. SITUAÇÃO SOCIOECONÓMICA E COMPETITIVA ..... 14
3.2. INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ..... 15
3.3. TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 17
3.4. COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURAS ..... 19
3.5. GOVERNANÇA ..... 20
4. ANÁLISE SWOT ..... 22
4.1. ANÁLISE DE ALTO NÍVEL ..... 22
4.2. PONTOS FORTES ..... 22
4.3. PONTOS FRACOS ..... 24
4.4. OPORTUNIDADES ..... 26
4.5. AMEAÇAS ..... 28
5. ELEMENTOS PARA UM PLANO DE AÇÃO ..... 30
5.1. OBJETIVO A. AVANÇOS FORTES E PRIORIZADOS NA I&D ..... 31
5.2. OBJETIVO B. PROMOVER TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 31
5.3. OBJETIVO C. DESENVOLVER E SUSTENTAR PLATAFORMAS BASE DE COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURA ..... 34
5.4. OBJETIVO D. GOVERNANÇA PARA INOVAÇÃO RESPONSÁVEL ..... 36
6. CONCLUSÃO ..... 38
REFERÊNCIAS ..... 40

## Lista de tabelas

TABELA 1 PERFIS DE UTILIZAÇÃO DO DOCUMENTO ..... 10
TABELA 2 INDICADORES DE PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DAS NANOTECNOLOGIAS EM 2018 (STATNANO, 2019) ..... 16
TABELA 3 INDICADORES DE DESPESA EM I&D NA ÁREA DAS NANOTECNOLOGIAS NO GOVERNO E ENSINO SUPERIOR EM 2016 (OCDE, 2017), PARA OS ESTADOS UNIDOS EM 2017 (NSTC, 2018; WHITE HOUSE, 2018) ..... 16
TABELA 4 INDICADORES DE I&D EMPRESARIAL NA ÁREA DAS NANOTECNOLOGIAS EM 2016 (OCDE, 2017) ..... 17
TABELA 5 ATIVIDADE NO DOMÍNIO DAS PATENTES EM NANOTECNOLOGIAS EM 2018 (STATNANO, 2019) .. 18
TABELA 6 ANÁLISE SWOT DE ALTO NÍVEL ..... 22
TABELA 7 ARTICULAÇÃO ENTRE OS PONTOS FORTES E OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 24
TABELA 8 ARTICULAÇÃO ENTRE OS PONTOS FRACOS E OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 26
TABELA 9 ARTICULAÇÃO ENTRE AS OPORTUNIDADES E OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 28
TABELA 10 ARTICULAÇÃO ENTRE AS AMEAÇAS E OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 29
TABELA 11 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E LINHAS DE AÇÃO PRIORITÁRIAS ..... 30
TABELA 12 ARTICULAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SWOT E OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 39

## Lista de figuras

FIGURA 1 METODOLOGIA SEGUIDA ..... 9
FIGURA 2 VISÃO E OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ..... 12

## Lista de acrónimos

ANI – Agência Nacional de Inovação

BERD – Despesa em I&D das Empresas (Business Enterprise Expenditure on R&D)

BMBF – Ministério Federal da Educação e Investigação da Alemanha (Bundesministerium für Bildung und Forschung )

CATIM – Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica

CCDR-N – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

CE – Comissão Europeia

CEIIA – Centro de Excelência para a Inovação da Indústria Automóvel

CeNTI – Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes

CIT – Centros de Interface Tecnológico

CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal

CTCOR – Centro Tecnológico da Cortiça

CTCP – Centro Tecnológico do Calçado de Portugal

DGEEC – Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência

DTX – Digital Transformation CoLAB

ESF – European Science Foundation

EUA – Estados Unidos da América

FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia

I&D – Investigação e Desenvolvimento

IES – Instituição de Ensino Superior

INEGI – Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

INESC TEC – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência

INL – International Iberian Nanotechnology Laboratory

IRN – Iniciativa Regional de Nanotecnologia

ISI – Institute for Scientific Information

NMBP – Nanotecnologias, Novos Materiais, Biotecnologia e Processos Avançados de Produção

NMP – Nanotecnologias, Novos Materiais e Processos Avançados de Produção

NSTC – National Science and Technology Council

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PCT – Parques de Ciência e Tecnologia

PIB – Produto Interno Bruto

PIEP – Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros

PME – Pequena e Média Empresa

PPC – Paridade do Poder de Compra

RIS3 – Estratégia Regional de Especialização Inteligente

SAF – Sistema de Apoio e Financiamento

SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação

STEM – Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

SWOT – Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)

UE – União Europeia

UE28 – União Europeia a 28 Estados Membros

VAB – Valor Acrescentado Bruto

## Sumário executivo

Fruto do investimento significativo, em anos recentes, em infraestruturas de referência a nível internacional e no desenvolvimento de recursos humanos, a Região do Norte possui hoje em dia um ecossistema de inovação em nanotecnologias com uma base sólida de atores, parcerias e alinhamento, elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional, e boa produtividade científica. Estes pontos fortes permitem à região acolher um amplo leque de atividades, desde a investigação à comercialização de nanotecnologias, incluindo a preparação de novas gerações de talento.

Em linha com a evolução global contemporânea das nanotecnologias de um foco na investigação fundamental para a disponibilização como tecnologia horizontal, a região precisa, por um lado, de manter a capacidade de contribuir e absorver conhecimento de fronteira sobre os fenómenos à nanoescala, e por outro, de ampliar os esforços de utilização desse conhecimento para desenvolver novos materiais, dispositivos e sistemas, integrá-los em soluções, e concretizar plenamente as vantagens das nanotecnologias em benefícios societais. Neste domínio, será importante fortalecer na região os processos de transferência de tecnologia, o alinhamento entre o desenvolvimento e a absorção de talento, as sinergias entre os vários sistemas de apoio e incentivos, e a orientação e reconhecimento internacional.

Se a envolvente apresenta desafios como a forte concorrência internacional e a incerteza na disponibilidade dos apoios exigentes tipicamente solicitados pelas nanotecnologias, também abre oportunidades, nomeadamente ao nível da melhoria da governança, da ligação aos potenciais mercados utilizadores na região, da integração em dinâmicas internacionais, e da articulação com plataformas base de apoio transversais e de outras áreas.

Partindo deste quadro de pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças, este documento propõe para a Região do Norte uma **visão de uma região que contribui e beneficia plenamente da revolução na tecnologia e na indústria criada pelo entendimento e pelo controlo da matéria à nanoescala,** e apresenta um conjunto de contributos para um plano de ação para a concretização dessa visão.

Para assegurar **avanços fortes e priorizados na I&D**, a região deverá dispor de financiamento da investigação fundamental ao desenvolvimento tecnológico, e dos investigadores individuais às redes de organizações, e apoiar grandes iniciativas orientadas ao desenvolvimento de sistemas, articuladas com prioridades regionais e outras iniciativas.

A **promoção da transferência de tecnologia** na região exigirá financiamento a projetos de comercialização, plataformas e atividades de envolvimento dos atores, apoio à participação em iniciativas internacionais, e incremento da visibilidade internacional.

Para a região **desenvolver e sustentar as suas plataformas base**, deverá dinamizar a **comunicação** com o público, programas de desenvolvimento de **talento**, uma rede acessível de **infraestruturas**, com ênfase em infraestruturas partilhadas, e uma ciber-infraestrutura.

A visão proposta beneficiará, por fim, de uma **governança para inovação responsável**, tendo como peças fundamentais uma Iniciativa Regional de Nanotecnologia, articulada com os órgãos regionais relevantes, com subgrupos de inovação e desenvolvimento responsável, e apoios dedicados a investigação e *intelligence*, promovendo a produção, sistematização, disseminação e adoção de conhecimento e boas práticas nestes dois domínios.

## 1. Introdução

A nanotecnologia evoluiu nas décadas recentes de uma área de investigação fundamental para uma tecnologia transversal, com um amplo espectro de aplicações, na saúde, alimentação, mobilidade e energia, entre outras, que fazem hoje em dia parte do quotidiano de pessoas e organizações, e têm um impacto social e económico crescente.

Em linha com documentos chave da Comissão Europeia (CE) e do Governo dos Estados Unidos, entre outros, a nanotecnologia designa neste documento sucintamente as nanociências e as nanotecnologias, e é entendida como

**"a compreensão e o controlo da matéria e dos processos à escala nanométrica, tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo dos 100 nanómetros numa ou mais dimensões, em que podem emergir fenómenos dependentes da dimensão passíveis de desenvolvimento em aplicações inovadoras."**

Comissão Europeia, 2009

Por todo o mundo, as economias têm vindo a posicionar-se para explorar o potencial e as oportunidades das nanotecnologias, em harmonia com a saúde humana e o ambiente. Para o sucesso destes esforços têm sido vitais iniciativas e planos estratégicos capazes de assegurar a coordenação de múltiplos atores, nas esferas da investigação, da educação, da economia, da política e da sociedade. Como exigido por um ecossistema de inovação competitivo e responsável, a coordenação estratégica é fundamental para assegurar uma cobertura integral da cadeia de valor do conhecimento das nanotecnologias, desde a investigação fundamental à comercialização, e para garantir a segurança e a sustentabilidade ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Com esta motivação, o presente documento apresenta contributos a nível estratégico para uma agenda regional para as nanotecnologias na Região do Norte, propondo para os próximos anos objetivos e prioridades, num enquadramento base de alto nível para possibilitar aos diferentes atores, de forma coordenada, desenvolver as suas estratégias e colaborar entre si e com a comunidade mais alargada.

Este documento foi preparado por uma equipa do INESC TEC, a convite da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), no âmbito da participação da Comissão no projeto inter-regional europeu NMP-REG. O projeto "visa a melhoria das políticas públicas para facilitar a transferência e disseminação das nanotecnologias, novos materiais e processos avançados de produção (NMP) pela indústria transformadora, contribuindo para as prioridades europeias e nacionais de desenvolvimento de uma economia do conhecimento e da inovação." (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2018a). Esta versão do documento resulta de uma atualização de um trabalho desenvolvido no decurso da primeira fase do projeto NMP-REG.

A metodologia seguida neste trabalho (Figura 1) combinou uma análise quantitativa e qualitativa de diagnóstico, uma análise SWOT, e um exercício prospetivo a partir dos pontos identificados na análise SWOT e de planos para as nanotecnologias de economias mais avançadas, considerados como referências para a evolução do ecossistema.

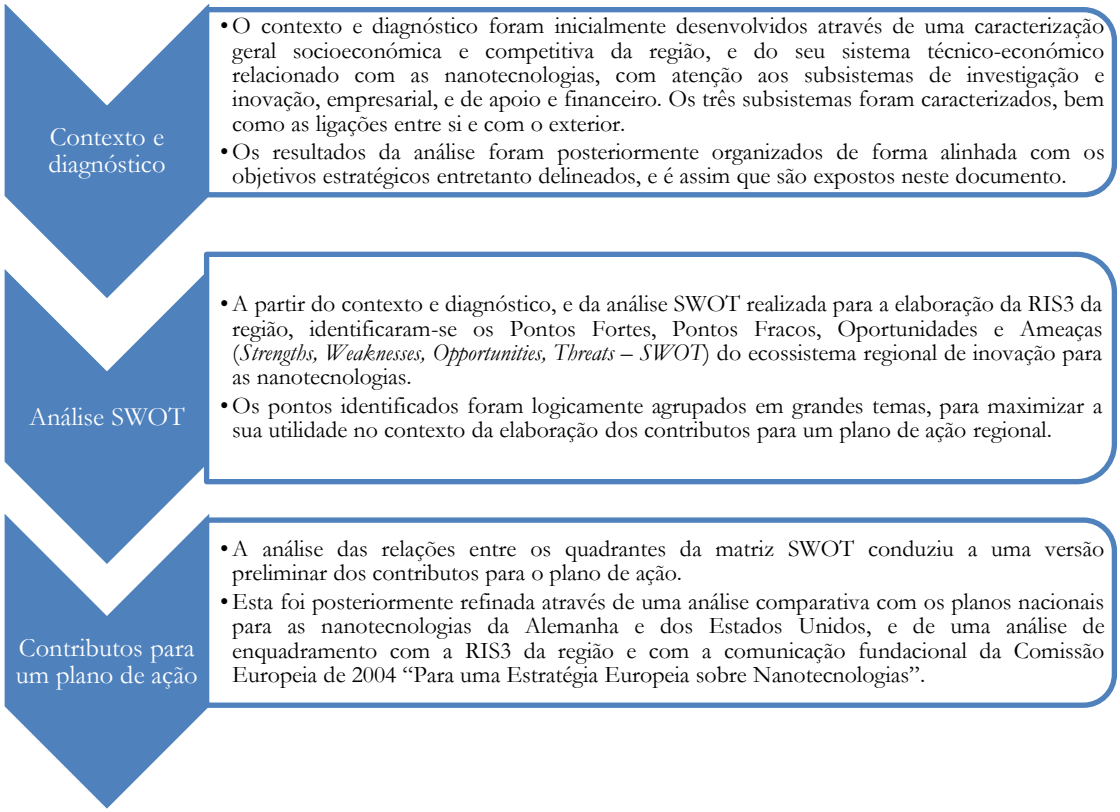


*Figura 1 Metodologia seguida*

O ponto de partida para o trabalho de diagnóstico foi um conjunto de informação presente em relatórios produzidos por diversas entidades e projetos focados nas nanotecnologias na região, bem como informação de contexto de diversa natureza da CCDR-N, CE, OCDE, Instituto Nacional de Estatística, Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, European Regional Competitiveness Index, e StatNano, entre outras fontes. Foi também amplamente utilizada a Estratégia Regional de Especialização Inteligente (RIS3) da Região do Norte. No âmbito da análise SWOT, utilizou-se ainda a análise realizada para a RIS3 do País Basco estritamente como referência adicional de aspetos passíveis de formulação como Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças, para tornar ainda mais exaustiva a sua sistematização. O País Basco foi selecionado por se tratar da única região da Península Ibérica no grupo dos Inovadores Fortes em 2016 e 2017, e a mais bem posicionada de Espanha em 2019, no Regional Innovation Scoreboard.

Sempre que possível, procurou-se utilizar informação específica para as nanotecnologias na região. Na sua ausência, fez-se um esforço por utilizar, também sempre que possível, informação com um grau intermédio de agregação ao nível das tecnologias NMP (mais recentemente NMBP, com o alargamento à Biotecnologia), e do país. Para efeitos de comparação internacional, consideraram-se os perfis de dois países líderes em inovação nas nanotecnologias, a Alemanha e os Estados Unidos da América (EUA), e um país inovador moderado, tal como Portugal, mas que é também uma referência mundial, a Itália.

Duas versões intercalares do conjunto de resultados foram apresentadas e discutidas em reuniões com atores regionais na área das tecnologias NMP, promovidas pela CCDR-N, também no âmbito do projeto NMP-REG. Os apêndices deste documento contêm mais detalhes sobre a metodologia, os resultados e a análise de cada componente do trabalho.

A RIS3 da Região do Norte reconhece na região a existência de uma infraestrutura de nanotecnologias de referência mundial, e o arranque da afirmação de uma área emergente, contemporaneamente com visibilidade sobretudo enquanto área de suporte a vários domínios de especialização inteligente. A estratégia aponta, com efeito, a pertinência de apostar na área de forma mais voluntarista, em função de investimentos recentes, para vir a permitir a sua eventual afirmação enquanto domínio de especialização autónomo. Com a consideração da RIS3 da região nos diversos passos do trabalho realizado, procurou-se garantir a articulação dos contributos propostos com esta visão da RIS3 da região para as nanotecnologias, e uma integração natural com a estratégia de mais alto nível para o ecossistema regional de inovação.

A estrutura do documento segue um fluxo lógico do contexto e diagnóstico para a análise SWOT, e posteriormente para as propostas de contributos para um plano de ação, possibilitador de diferentes perfis de utilização, no âmbito de uma leitura geral, ou por analistas e decisores públicos (Tabela 1).

| | **Perfil de utilização do documento** | |
|---|---|---|
| **Capítulo** | **Leitura geral** | **Análise e decisão de políticas públicas** |
| 3. Contexto e diagnóstico | Formar uma imagem mais completa do contexto e diagnóstico do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias, desde logo com uma perspetiva de futuro. | Atualizar e refinar, com informação nova e mais recente, o contexto e diagnóstico e as suas implicações |
| 4. Análise SWOT | Ativar a informação do capítulo anterior com uma orientação de análise de políticas públicas, desenvolvendo, em particular, uma ideia das possibilidades de atuação estratégica. | Explorar o cruzamento da análise SWOT com outras análises, ou utilizá-la, e eventualmente refiná-la, para apoiar a formulação de medidas de políticas públicas mais específicas. |
| 5. Contributos para um plano de ação | Obter uma noção de objetivos e eixos fundamentais de atuação estratégica alinhados com a análise SWOT que permitirão a expansão e consolidação do ecossistema. | Utilizar os contributos para um plano de ação como base para grupos de trabalho estabelecerem prioridades e definirem agendas concretas de execução de medidas. |

*Tabela 1 Perfis de utilização do documento*

Este fluxo central é enquadrado por uma apresentação inicial da visão e dos objetivos estratégicos, proposta como referencial útil para uma melhor sistematização da leitura, bem como um resumo final da parte nuclear do trabalho de esboço de passos seguintes a partir da articulação entre a análise SWOT e os objetivos estratégicos.

## 2. Visão e objetivos estratégicos

O "Diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação – Desafios, forças e fraquezas rumo a 2020" elaborado em 2013 para Portugal (Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2013), e a Estratégia Regional de Especialização Inteligente (RIS3) elaborada em 2014 para a Região do Norte (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2014), reconhecem tanto o país como a região como tendo potencial de afirmação no domínio das tecnologias NMP.

A composição industrial do país e da região, com uma indústria competitiva, de crescimento sustentável e com produtos inovadores de elevado valor acrescentado, apresenta crescentes necessidades de aplicação dessas tecnologias. A indústria transformadora é apontada como o principal utilizador das tecnologias NMP, embora seja também reconhecido o potencial, nomeadamente das nanotecnologias, para outras áreas, como a saúde.

A Região do Norte é reconhecida como tendo um sistema de inovação especializado relevante e competitivo para a área das tecnologias NMP, com forte presença de indústria transformadora, fornecedores especializados e unidades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) de referência. Esta situação tem evoluído favoravelmente para a área, tendo-se observado também nos últimos anos uma evolução positiva de outros setores com elevado potencial de utilização destas tecnologias, nomeadamente, e como já referido, o da saúde.

A estratégia de especialização inteligente da Região do Norte reconhece na região a existência de uma infraestrutura de nanotecnologias de referência mundial, e o arranque da afirmação de uma área emergente, que corresponde a uma das principais tecnologias contemporâneas de largo espectro e encerra um elevado potencial económico associado ao seu desenvolvimento e aplicação.

Este potencial tem visibilidade na estratégia sobretudo pela consideração das nanotecnologias enquanto área de suporte a vários domínios de especialização inteligente, designadamente as Ciências da Vida e da Saúde, os Recursos do Mar e Economia, as Indústrias da Mobilidade e Ambiente, os Sistemas Avançados de Produção, e os Sistemas Agroambientais e Alimentação.

A estratégia reconhece a pertinência de apostar na área de forma mais voluntarista, em função de investimentos recentes, de modo a caminhar no sentido da sua consolidação e de a dotar de massa crítica que venha a permitir a sua afirmação enquanto domínio de especialização autónomo.

Essa aposta deverá passar pela conjugação das capacidades e infraestruturas científicas e tecnológicas da área, e de setores utilizadores relevantes, sobretudo através da criação de novas empresas, mas também do reforço de tecido empresarial existente, explorando em particular o potencial já sinalizado de emergência de novas atividades económicas ancoradas em atividades já existentes na região.

A consolidação de um ecossistema capaz de investir nos próximos avanços científicos e tecnológicos nas nanotecnologias, e de simultaneamente promover uma transição eficaz e responsável desses avanços para o mercado, exige fortes colaborações entre múltiplos atores, e responsabilidade na investigação, educação, economia e política, só possíveis no âmbito de uma política de inovação coordenada.

Uma agenda regional para as nanotecnologias na Região Norte terá um papel central nessa política, partindo das realizações e colaborações já estabelecidas na região para permitir desenvolver e cultivar um ecossistema regional consolidado e alinhado com a **visão** que se propõe neste documento de **uma região que contribui e beneficia plenamente da revolução na tecnologia e na indústria criada pelo entendimento e pelo controlo da matéria à nanoescala**.

A concretização desta proposta de visão requer a colaboração entre os atores relevantes da região para um conjunto de propostas de **objetivos estratégicos** (Figura 2):

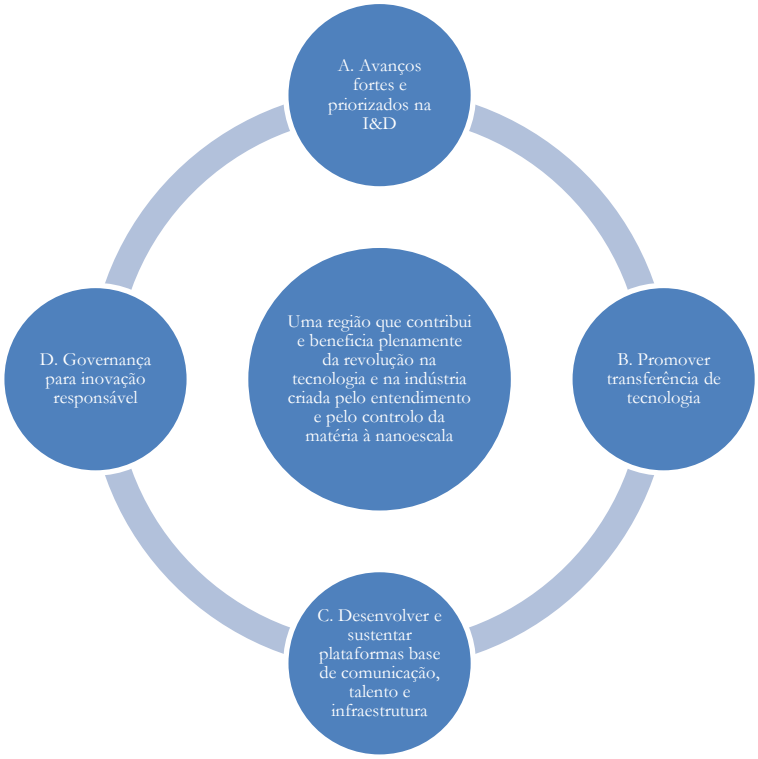


*Figura 2 Visão e objetivos estratégicos*

## A. Avanços fortes e priorizados na I&D

A área das nanotecnologias é intrinsecamente multidisciplinar e exige investigação nas fronteiras e nas interseções de várias áreas científicas, sendo precisamente a convergência com outras áreas que lhe deverá permitir os próximos avanços científicos e responder a desafios societais. O desenvolvimento de grandes iniciativas, com colaborações entre empresas e entidades não empresariais do sistema de investigação e inovação poderá permitir os incrementos de foco e colaboração necessários para acelerar o desenvolvimento tecnológico em áreas de interesse regional estratégico, com objetivos ambiciosos, alavancando ciência, tecnologia e inovação para resolver problemas regionais, nacionais e internacionais importantes.

**B. Promover transferência de tecnologia**

A inovação e a transferência de soluções assentes em nanotecnologias do laboratório para o mercado exigem um ecossistema e recursos dedicados. A comercialização de soluções assentes em nanotecnologias desenvolvidas na região pressupõe também um envolvimento ativo com a comunidade internacional em áreas como a propriedade intelectual, o desenvolvimento de standards, e a avaliação de potenciais implicações nos domínios do ambiente, saúde humana e segurança. A captura de valor para a economia regional a partir do desenvolvimento destas soluções exige esforços para remover as barreiras à sua comercialização a nível internacional, bem como entender os seus mercados potenciais.

**C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura**

Os esforços de comunicação são importantes para dar a conhecer as nanotecnologias ao público em geral e aos estudantes, e inspirar as próximas gerações de cientistas e engenheiros. O talento e as competências, e as ferramentas físicas e computacionais, são também pilares essenciais para o sucesso na investigação, desenvolvimento e comercialização das nanotecnologias. O desenvolvimento de novas ferramentas experimentais e computacionais para apoiar o avanço das nanotecnologias, e a disponibilização de instalações para investigadores das empresas, ensino superior, instituições de investigação, e estado necessitam de ser permanentemente renovados. As infraestruturas computacionais, incluindo ferramentas de modelação e simulação, bases de dados, e ciência de dados, serão cada vez mais críticas para o entendimento e o desenvolvimento das nanotecnologias.

**D. Governança para inovação responsável**

O futuro das nanotecnologias na região irá exigir um ecossistema robusto que apoie a investigação fundamental, fomente a inovação, e promova a transferência de avanços científicos e tecnológicos do laboratório para o mercado, em simultâneo com esforços continuados para garantir a segurança de soluções assentes em nanotecnologias ao longo de todo o seu ciclo de vida. O desenvolvimento responsável das nanotecnologias é essencial de forma transversal para proteger o ambiente e a saúde humana, ao mesmo tempo que se efetivam os seus benefícios societais e económicos.

A natureza desta visão e destes objetivos estratégicos irá exigir que o sucesso do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias seja determinado em função de avanços contínuos e significativos no âmbito de cada um dos objetivos.

# 3. Contexto e diagnóstico

## 3.1. Situação socioeconómica e competitiva

A economia do Norte de Portugal tem estado em crescimento desde 2013 (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2018b). Entre 2015 e 2017, esse crescimento ultrapassou a média nacional e ficou ligeiramente atrás da média europeia UE28 (Comissão Europeia, 2019c). Em 2018, o produto interno bruto (PIB) da região foi de 60,2 mil milhões de euros, 29,5% do PIB Português (Instituto Nacional de Estatística, 2019). O setor secundário, indústria transformadora e construção representam cerca de 31,9% do valor acrescentado bruto (VAB) regional, o primário 1,5%, e o terciário o restante (Instituto Nacional de Estatística, 2019).

A região tem uma população residente de 3,6 milhões de habitantes, correspondente a 34,8% da população nacional (Instituto Nacional de Estatística, 2019). A taxa de desemprego tem diminuído de forma consistente, tendo alcançado os 7,3% em 2018 (Instituto Nacional de Estatística, 2019). O emprego é distribuído por diversos setores, com destaque para as indústrias transformadoras, que em 2017 representavam 24,8%, com tendência de crescimento (Instituto Nacional de Estatística, 2019).

A região do Norte de Portugal é a região portuguesa com menor valor de PIB per capita, 85,0% do português e 65,2% do europeu em 2018, embora com tendência de convergência com ambos os contextos (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2018b).

Em 2018, o valor das exportações de bens correspondeu a 37,6% do PIB regional, tendo-se a região mantido como a região portuguesa mais exportadora, com 41,1% do total nacional de exportações. Os bens de alta tecnologia representaram aproximadamente 4,9% das exportações, face aos 4,0% nacionais (Instituto Nacional de Estatística, 2019).

Desde 2008, as empresas da região têm crescido impulsionadas pela internacionalização, industrialização, e aumento da produtividade do trabalho. O aumento da produtividade deveu-se quase exclusivamente ao aumento da eficiência interna das empresas (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2018c), e para ele contribuíram de forma determinante as indústrias transformadoras e as dinâmicas dos clusters e polos de competitividade e tecnologia na região (Comissão Europeia, 2019c).

Em 2019, a região mantinha uma posição baixa no ranking do Regional Competitiveness Index (Comissão Europeia, 2019a), com um nível de desenvolvimento também considerado baixo. Entre as várias dimensões avaliadas, a eficiência apresenta a classificação mais baixa, particularmente ao nível do ensino superior e aprendizagem ao longo da vida, e mais moderada na dimensão do mercado e na eficiência do mercado de trabalho. A inovação tem também uma classificação baixa, com melhor comportamento relativo da sofisticação empresarial, face à maturidade tecnológica (*"technological readiness"*) e ao nível de inovação. A dimensão base – focada nas instituições, estabilidade macroeconómica, infraestruturas, saúde e educação básica – é a mais bem classificada, com um destaque positivo à saúde e à educação básica, e negativo à estabilidade macroeconómica.

Este baixo nível de competitividade regional reflete-se na análise comparativa, onde a região, em geral e nas três dimensões avaliadas, não se destaca nem pela positiva, nem pela negativa em praticamente todos os parâmetros, quando comparada com as regiões mais semelhantes em termos de PIB per capita. Será, contudo, de realçar que a região se destaca pela positiva nessa comparação no que toca às infraestruturas e pela negativa no ensino superior e aprendizagem ao longo da vida.

### 3.2. Investigação e desenvolvimento

O Regional Innovation Scoreboard de 2019 colocou o Norte de Portugal pela primeira vez entre os inovadores fortes, com um índice regional de inovação ligeiramente acima do de Portugal e a registar uma forte aproximação ao da UE (Comissão Europeia, 2019b).

Na região situavam-se em 2017 1.527 unidades de I&D, o número mais elevado entre as regiões portuguesas e aproximadamente 37,0% do total nacional (Instituto Nacional de Estatística, 2019). Na região encontra-se 33,6% do pessoal que em Portugal se dedica a atividades de I&D, e a despesa em I&D representa 33,4% do total nacional (Instituto Nacional de Estatística, 2019).

Na I&D da região existem diversas áreas de excelência com reconhecimento internacional, como as ciências da saúde, os têxteis, as tecnologias de informação e comunicação, o setor automóvel, os novos materiais ou as nanotecnologias, entre outras.

As sete Instituições de Ensino Superior (IES) públicas da região (três universidades e quatro institutos politécnicos) possuem grupos de I&D ativos na área das tecnologias NMP, em algumas com especial enfoque nas nanotecnologias, estando também algumas universidades privadas envolvidas em projetos de investigação na área.

Entre os Centros de Interface Tecnológico (CITs), que realizam investigação aplicada e promovem a transferência de tecnologia e a inovação nas empresas, identificam-se, na região, nove associados às tecnologias NMP – CATIM, CeNTI, CITEVE, CTCOR, CTCP, INEGI, INESC TEC, INL e PIEP – sendo que CEIIA e Fraunhofer Portugal apresentam também alguma atividade nesta área.

Usando dados de 2018 da iniciativa StatNano (Tabela 2), verifica-se que no domínio da ciência, Portugal tem um bom desempenho em comparação com os Estados Unidos, a Alemanha e a Itália (StatNano, 2019). De acordo com a StatNano, três das sete instituições nacionais com maior contribuição científica na área das nanotecnologias encontram-se na região, o que, suportado também pela triangulação com outra informação, permite admitir a aplicabilidade à região das observações a nível nacional.

Considerando os artigos científicos publicados em 2018 e indexados pelo ISI (Web of Science) na área das nanotecnologias, o país lidera em artigos por unidade de PIB e população, e em proporção de copublicações internacionais. Encontra-se também bem posicionado, apenas ultrapassado pela Alemanha, na proporção de artigos em nanotecnologias no total dos artigos nacionais, e no rácio entre a percentagem nacional nos artigos em nanotecnologias e a percentagem nacional no total de artigos.

| Indicador | Portugal | Itália | Alemanha | Estados Unidos |
|---|---|---|---|---|
| Artigos indexados pelo ISI em nanotecnologias, por milhar de milhão de dólares de PIB (PPC) | 3,4 | 1,9 | 2,1 | 1,3 |
| Artigos por milhão de habitantes | 108,1 | 74,4 | 107,3 | 78,0 |
| Percentagem de artigos em nanotecnologias no total nacional | 7,1 | 6,1 | 7,7 | 6,0 |
| Rácio entre percentagem nacional nos artigos em nanotecnologias e percentagem nacional no total de artigos | 0,75 | 0,64 | 0,79 | 0,62 |
| Percentagem de artigos com coautoria internacional | 72,1 | 61,9 | 69,3 | 57,6 |

*Tabela 2 Indicadores de publicação científica na área das nanotecnologias em 2018 (StatNano, 2019)*

Estes resultados são particularmente significativos face à despesa em I&D na área das nanotecnologias, em que, considerando a percentagem sobre a despesa em I&D nos setores governamental e do ensino superior (Tabela 3), Portugal se encontrava em 2016 bastante abaixo das referências consideradas na comparação (OCDE, 2017; NSTC, 2018).

| Indicador | Portugal | Itália | Alemanha | Estados Unidos |
|---|---|---|---|---|
| Percentagem da despesa em I&D em nanotecnologias no total da despesa em I&D no governo e ensino superior | 0,7 | 4,7 | 2,1 | 1,2 |

*Tabela 3 Indicadores de despesa em I&D na área das nanotecnologias no governo e ensino superior em 2016 (OCDE, 2017), para os Estados Unidos em 2017 (NSTC, 2018; White House, 2018)*

A região beneficia de uma boa articulação entre as entidades acima referidas, que se revela, por um lado, na sua participação nos clusters e polos de competitividade e tecnologia e na execução de projetos de investigação colaborativos diversificados, e por outro, no alinhamento das atividades com diversas prioridades regionais, nomeadamente as estabelecidas pela Estratégia Regional de Especialização Inteligente, e com setores de aplicação diversificados.

O Sistema de Apoio e Financiamento (SAF) prevê medidas a nível regional, nacional e europeu, direcionadas para as tecnologias NMP. Complementarmente a essas medidas, têm um papel particularmente importante para as instituições de I&D, ainda que sem um foco específico nas tecnologias NMP, os contratos programa plurianuais celebrados com a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), pela estabilidade e flexibilidade, e o correspondente incremento de competitividade, que proporcionam.

São de forma geral reconhecidas oportunidades de melhoria para o SAF, sobretudo na comunicação de oportunidades de financiamento e na organização da informação, designadamente sobre combinações de instrumentos. A necessidade de melhorias na

interação entre entidades e instrumentos no apoio e financiamento é, aliás, também identificada de forma geral para a área das nanotecnologias a nível europeu (Comissão Europeia, 2018).

### 3.3. Transferência de tecnologia

O tecido empresarial da região é extenso e diversificado, e inclui empresas de diversos setores com potencial interesse na adoção e produção de tecnologias NMP. Com efeito, em 2017 situavam-se na região 49,2% das empresas portuguesas da indústria transformadora, a principal utilizadora de tecnologias NMP, 30,5% das empresas portuguesas da indústria extrativa (Instituto Nacional de Estatística, 2019) e fornecedores especializados (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2014). Considera-se, porém, existir necessidade de reforço, a nível empresarial, de alguns setores chave para a utilização das nanotecnologias, como o setor da saúde (SPI, 2018)

Em termos de expressão empresarial na área das nanotecnologias, Portugal encontrava-se, contudo, em 2016 ainda bastante abaixo das referências internacionais consideradas (Tabela 4), quer na percentagem sobre a despesa em I&D no setor empresarial (BERD), quer no número de empresas com I&D, por unidade de PIB e população (OCDE, 2017). Por parte das empresas subsiste um foco considerado excessivo no curto prazo (SPI, 2018), possivelmente reforçado por um foco análogo dos mecanismos de apoio e financiamento.

| Indicador | Portugal | Itália | Alemanha | Estados Unidos |
|---|---|---|---|---|
| Percentagem da despesa em I&D em nanotecnologias no total da despesa em I&D no setor empresarial | 0,34 | 0,79 | 2,65 | 6,96 |
| Empresas com I&D em nanotecnologias, por milhar de milhão de dólares de PIB (PPC) | 0,08 | 0,10 | 0,27 | 0,09 |
| Empresas com I&D em nanotecnologias, por milhão de habitantes | 2,54 | 3,81 | 13,90 | 5,56 |

*Tabela 4 Indicadores de I&D empresarial na área das nanotecnologias em 2016 (OCDE, 2017)*

A transferência de tecnologia e o apoio à sua utilização pelas empresas constituem uma parte importante da atividade dos CITs e de algumas unidades de investigação da região, nomeadamente através da oferta de serviços de consultoria especializada. Os Parques de Ciência e Tecnologia (PCT) da região prestam também um apoio específico de incubação de empresas à transferência de tecnologia via empreendedorismo de base científica e tecnológica. Os processos empreendedores na área das nanotecnologias necessitam, aliás, tipicamente de fortes apoios (Comissão Europeia, 2018), uma vez que, por natureza, estas tecnologias exigem com frequência grandes investimentos iniciais e tempos dilatados de ida para o mercado (Allan et al., 2019).

A forte ligação entre entidades de I&D e empresas na região evidencia articulação e capacidade de resposta às principais necessidades empresariais. Essa ligação concretiza-se na participação conjunta nos clusters e polos de competitividade e tecnologia, que representam setores com potencial de desenvolvimento e aplicação das tecnologias NMP, parcerias em projetos de investigação aplicada e projetos de transferência de tecnologia, redes de I&D promovidas por entidades da região, iniciativas resultantes de projetos de apoio ao empreendedorismo, e mesmo novas instituições, como o caso do Laboratório Colaborativo DTX (SPI, 2018).

Considera-se, contudo, existir ainda necessidade de reforço deste tipo de iniciativas, em particular com maior cobertura da cadeia de valor do conhecimento, maior orientação de médio e longo prazo, maior impacto na região, e em áreas alinhadas com a Estratégia Regional de Especialização Inteligente (SPI, 2018). Subsistem, aliás, na região dificuldades na identificação eficiente, por parte das empresas, das instituições de I&D mais indicadas para apoios específicos (SPI, 2018), no que é uma lacuna sentida de forma bastante difundida na área das nanotecnologias na Europa (Comissão Europeia, 2018). Por outro lado, as oportunidades associadas às tecnologias da digitalização para estimular ainda mais a colaboração e a comunicação não são ainda plenamente aproveitadas.

Portugal não figurava, com efeito, positivamente na valorização de conhecimento na área das nanotecnologias em 2018 (Tabela 5), quer em termos de patentes concedidas e pedidas, por unidade de PIB e população, quer no rácio entre patentes concedidas e pedidas e artigos científicos (StatNano, 2019).

| Indicador | Portugal | Itália | Alemanha | Estados Unidos |
|---|---|---|---|---|
| Patentes em nanotecnologias concedidas, por milhar de milhão de dólares de PIB (PPC) | 0,015 | 0,024 | 0,086 | 0,044 |
| Patentes em nanotecnologias concedidas, por milhão de habitantes | 0,47 | 0,95 | 4,35 | 2,64 |
| Pedidos de patentes em nanotecnologias, por milhar de milhão de dólares de PIB (PPC) | 0,012 | 0,012 | 0,037 | 0,016 |
| Pedidos de patentes em nanotecnologias, por milhão de habitantes | 0,38 | 0,47 | 1,87 | 0,96 |
| Patentes concedidas ou pedidos de patentes por centena de artigos ISI em nanotecnologias | 1,7 | 4,6 | 14,1 | 44,1 |

*Tabela 5 Atividade no domínio das patentes em nanotecnologias em 2018 (StatNano, 2019)*

A integração de doutorados nas empresas, essencial para a transferência de conhecimento de fronteira e para intensificar a ligação entre as empresas e o sistema de investigação e inovação (Allan et al., 2019), tem também ainda em geral valores muito abaixo dos restantes países da UE (Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2017; European Science Foundation, 2017), embora com uma tendência de melhoria. Adicionalmente, ainda que na

região existam boas infraestruturas, a sua utilização é dispendiosa para muitas empresas, nomeadamente PMEs e startups, em linha com o que se observa também de forma significativa na Europa na área das nanotecnologias (Comissão Europeia, 2018).

A atuação empresarial neste domínio é de forma geral desafiada por quadros regulatórios desajustados ou inexistentes (Allan et al., 2019), o que exige a intensificação, também na região, de esforços na área da segurança, standards e certificação (Comissão Europeia, 2018), de modo particular para alguns setores, como o da saúde.

A internacionalização é intrínseca aos mercados altamente tecnológicos, que em proporção têm exportações mais expressivas ao nível da região do que a nível nacional. De forma geral, as empresas da região demonstram grande apetência para a internacionalização, sendo responsáveis, como já referido, em 2018 por 41,1% das exportações nacionais (Instituto Nacional de Estatística, 2019). Por outro lado, várias entidades de I&D e empresariais estão presentes em redes e fóruns internacionais e são reconhecidas internacionalmente, tendo a região também sido escolhida para a localização de entidades estrangeiras apostadas no desenvolvimento das nanotecnologias (SPI, 2018), com destaque para o INL, uma instituição internacional (Ibérica) com uma posição central para a internacionalização da região. No entanto, o reconhecimento das competências da região nas nanotecnologias é ainda limitado, sendo necessário não só incrementá-lo, como também aumentar o nível de cooperação internacional.

A Transferência de Tecnologia tem também beneficiado extensivamente de incentivos, a vários níveis geográficos, bem como dos contratos programa plurianuais celebrados entre os CITs e a Agência Nacional de Inovação (ANI), e muitas iniciativas têm sido enquadradas no âmbito do Sistema de Apoio a Ações Coletivas – Transferência do Conhecimento Científico e Tecnológico. Os sistemas de incentivo apresentam, contudo, elevados tempos para aprovação de candidaturas, pouco compatíveis com uma resposta rápida às necessidades prementes das empresas (SPI, 2018). Existe também margem para melhorar a simplificação e a coordenação entre os vários níveis geográficos, também aqui em linha com preocupações com presença expressiva na Europa na área das nanotecnologias (Comissão Europeia, 2018), designadamente no âmbito do financiamento regional e nacional a projetos com mérito reconhecido a nível Europeu, tal como recomenda a CE, o que dificulta o respetivo desenvolvimento (Allan et al., 2019).

### 3.4. Comunicação, talento e infraestruturas

A região não dispõe de recursos e iniciativas estruturadas de dimensão significativa com foco na sensibilização e educação do público em geral para as questões das nanotecnologias e para a sua importância para a região. A publicitação da dinâmica regional nas nanotecnologias pode também atuar como instrumento de reforço dessa própria dinâmica, ao promover o reconhecimento do valor dos avanços conseguidos, a transferência de tecnologia, e a aprendizagem com base em experiências passadas (Allan et al., 2019).

O trabalho com as nanotecnologias exige conhecimentos técnicos muito específicos e sofisticados, que abrangem vários domínios (Allan et al., 2019). Como já referido, apesar de na região ter vindo a crescer a integração de profissionais mais qualificados, nomeadamente doutorados, nas empresas, os números são ainda muito inferiores aos restantes países da UE,

sendo necessário apoiar formalmente esta integração e fortalecer o alinhamento entre a formação avançada e a capacidade de absorção na economia regional.

Para além de conhecimentos técnicos, a natureza dos produtos baseados em nanotecnologias exige também conhecimentos específicos complementares de outras naturezas, igualmente relevantes para a sua adoção e produção, por exemplo conhecimentos de regulação e de gestão de propriedade intelectual, também escassos na região. Em linha com uma necessidade amplamente identificada na Europa para a área das nanotecnologias (Comissão Europeia, 2018), a região beneficiaria também de formação avançada mais abrangente combinando competências técnicas, de gestão e regulatórias, para estimular o empreendedorismo e dotar a região de profissionais com competências de transferência de tecnologia e gestão de propriedade intelectual na área das nanotecnologias (Allan et al., 2019).

No Norte de Portugal, ao longo dos últimos anos têm sido feitos vários investimentos em infraestruturas de I&D e tecnológicas, que constituem uma parte determinante da cadeia de valor das nanotecnologias, nomeadamente em instalações para institutos de I&D e equipamento científico, linhas de financiamento para produção piloto ("*pilot lines*"), e *hubs* de inovação digital (*"digital innovation hubs"*). Destes investimentos têm também resultado outros tipos de infraestruturas, como conjuntos de dados científicos. O investimento em infraestruturas digitais poderia permitir estimular a colaboração no ecossistema.

Tem sido também apontada a falta de financiamento para permitir o aproveitamento das infraestruturas já existentes no sentido da criação de mais serviços importantes para a transferência de tecnologia, como *testbeds* ou instalações de demonstração e experimentação, que permitam que as empresas, designadamente PMEs e startups, possam testar os seus desenvolvimentos tecnológicos, tirando partido das competências existentes nas instituições detentoras dessas infraestruturas e contribuindo assim para a sustentabilidade das mesmas.

### 3.5. Governança

A área das nanotecnologias tem demonstrado estar mais consolidada na região, tendo crescido e iniciado um processo de amadurecimento, com base nos investimentos em infraestruturas realizados, e nos recursos humanos desenvolvidos. Na região, tal como se tem verificado a nível internacional, a evolução da investigação fundamental para a possibilidade de aplicação generalizada das nanotecnologias tem estado ligada ao desenvolvimento de um ecossistema, cuja robustez e expansão exigem coordenação e partilha de objetivos, prioridades e programas, designadamente para alavancar os recursos e investimentos dos diversos atores.

Como referido anteriormente, apesar do bom nível de articulação entre entidades de I&D e empresas na região, considera-se existir ainda necessidade de reforço de iniciativas de colaboração mais estratégica (SPI, 2018). Este reforço de articulação é fundamental para assegurar a evolução contínua das condições regionais para explorar as oportunidades associadas às nanotecnologias, em paralelo com a promoção transversal de boas práticas e a disponibilização de informação correta e de forma equitativa aos vários atores, de acordo com as suas necessidades (Allan et al., 2019).

As especificidades das nanotecnologias e a natureza emergente das suas aplicações exigem uma atenção particular e crítica à proteção do ambiente e da saúde humana na efetivação dos

seus benefícios económicos e societais. O desenvolvimento responsável constitui, portanto, um pilar da atividade de todo o ecossistema, num esforço intrinsecamente multidisciplinar que exige uma participação a múltiplos níveis geográficos em esforços coordenados dos vários atores.

Também neste domínio se considera existir a necessidade de a região dispor de uma estratégia e um fórum de coordenação, que possam promover e alavancar esforços de construção e exploração de bases de conhecimento comum (dados, modelos, ferramentas) para avaliação e gestão de risco, e análise de implicações éticas, legais e societais, com um contínuo reconhecimento do estado da arte científico e dos contributos dos múltiplos atores, bem como disseminação e incorporação na prática, capacitando todo o ecossistema nas dimensões da sustentabilidade e da regulação.

# 4. Análise SWOT

A partir do contexto e diagnóstico anterior, bem como da análise SWOT realizada para a elaboração da RIS3 da região (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2014), identificaram-se os Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats* – SWOT) do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias.

A análise realizada para a RIS3 do País Basco (Gobierno Vasco, 2014) foi também utilizada, estritamente como referência adicional de aspetos passíveis de formulação na matriz SWOT, para tornar ainda mais exaustiva a sua sistematização. O País Basco foi selecionado pelo seu papel destacado na Península Ibérica, tendo sido a única região a integrar o grupo dos Inovadores Fortes em 2016 e 2017, e a mais bem posicionada de Espanha no Regional Innovation Scoreboard de 2019 (Comissão Europeia, 2019b).

## 4.1. Análise de alto nível

Os pontos identificados foram logicamente agrupados em grandes temas, para fortalecer a sua utilidade no contexto da elaboração dos contributos para uma agenda regional. São esses grandes temas que se apresentam na Tabela 6.

| **Pontos Fortes (S)** | **Pontos Fracos (W)** |
|---|---|
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia |
| S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional | W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento |
| S3 – Boa produtividade científica | W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos |
| | W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional |
| **Oportunidades (O)** | **Ameaças (T)** |
| O1 – Melhoria da governança | T1 – Concorrência internacional |
| O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores | T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários |
| O3 – Integração internacional | |
| O4 – Plataformas base de apoio | |

*Tabela 6 Análise SWOT de alto nível*

## 4.2. Pontos fortes

### S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento

O diagnóstico aponta um ecossistema regional com alinhamento entre os sistemas de I&D, empresarial e de apoio e financiamento. O sistema de I&D da região corresponde a uma

parte significativa da capacidade nacional, em número de unidades de I&D e níveis de despesa e de pessoal, com articulação entre entidades, e capacidade e abrangência setorial da resposta às necessidades empresariais. O sistema empresarial é diversificado e competitivo, com forte contributo da indústria transformadora e dos clusters e polos de competitividade e tecnologia para o aumento da produtividade da região.

Da análise SWOT para a RIS3 da região, complementada com aspetos relevantes sugeridos pela análise para o País Basco, destaca-se a crescente influência das instituições de ciência e tecnologia, do capital humano, da inovação empresarial, e de um sistema de suporte institucional rico em instrumentos e atores, no desenvolvimento da região. A rede desenvolvida de atores e infraestruturas, associada à evolução positiva no esforço tecnológico e na intensidade de I&D, tem permitido, apesar de alguma fragmentação temática, a criação de massa crítica científica em vários domínios. A região apresenta também capacidade e qualidade de formação avançada, nomeadamente nas áreas STEM, que tem permitido a formação de recursos humanos qualificados e capital humano especializado. O tecido empresarial caracteriza-se por diversidade estrutural, qualidade, eficiência operacional, e uma orientação industrial, empreendedora e exportadora.

**S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional**

São patentes na região a visibilidade internacional de entidades de referência, bem como os esforços de presença em redes e fóruns internacionais, conjuntamente com elevados índices de exportação, com alguma expressão para os bens de alta tecnologia, no contexto nacional. Estes elementos indiciam também uma abertura do sistema de inovação ao exterior, aspeto pertinente sugerido pela análise para o País Basco.

**S3 – Boa produtividade científica**

Com três das sete instituições nacionais com maior contribuição científica na área das nanotecnologias presentes na região, admite-se ser aplicável à região a observação registada a nível nacional de bom desempenho em termos de produtividade científica.

A articulação entre os pontos fortes e os objetivos estratégicos é apresentada na Tabela 7.

| | Pontos fortes | | |
|---|---|---|---|
| **Objetivos estratégicos** | S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional | S3 – Boa produtividade científica |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | Dinamização através de financiamento transversal aos diferentes atores.<br>Condições de base para a promoção de grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | | Capacidade de base. |
| B. Promover transferência de tecnologia | Dinamização através de apoios à comercialização.<br>Contexto de partida de plataformas e atividades de aproximação entre os vários atores e dinâmicas de internacionalização. | Condições de partida para os esforços de internacionalização. | Sustentação através de uma dinâmica relevante de produção de novo conhecimento. |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | Base disponível de plataformas e atividades de aproximação entre os vários atores. | | |
| D. Governança para inovação responsável | Contexto de partida de articulação abrangente entre entidades. | | |

*Tabela 7 Articulação entre os pontos fortes e os objetivos estratégicos*

## 4.3. Pontos fracos

**W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia**

A região possui fragilidades na transferência de tecnologia e aproximação ao mercado, com destaque para as pequenas dimensões dos consórcios, a ausência de fóruns formais que cubram de forma alargada o ecossistema de inovação das nanotecnologias, e o reduzido nível de patenteamento. Apresenta debilidades na organização e comunicação de informação sobre oportunidades de financiamento, e sobre as entidades apropriadas para apoios específicos às empresas. É também considerado escasso o apoio à prestação de serviços de I&D baseados nas infraestruturas, e de forma geral à adoção e produção de nanotecnologias, bem como aos processos de empreendedorismo e desenvolvimento de negócio na área. Há fragilidades de perceção sobre os aspetos de segurança, certificação e regulação a ter em consideração no desenvolvimento de novos produtos. Por fim, é também considerado algo excessivo o foco empresarial e do sistema de apoio e financiamento no curto prazo, desde

logo de difícil compatibilização com os longos tempos de ida para o mercado típicos desta área tecnológica.

A análise SWOT para a RIS3 da região, complementada com aspetos sugeridos pela análise para o País Basco, afirma igualmente debilidades competitivas no desenvolvimento tecnológico em comparação com regiões de referência. Do lado do Sistema de Ciência e Tecnologia, é destacada a necessidade de melhorar a articulação e alinhamento com a economia, focando em particular as áreas de maior impacto competitivo. Do lado das empresas, é salientada a limitada inovação tecnológica e não-tecnológica em comparação com regiões mais avançadas, aliada a uma baixa capacidade de perceção e absorção tecnológica, e exponenciada pela pulverização empresarial e reduzido *networking*. De forma geral, é considerado haver espaço para fortalecer ligações, propriedade intelectual, empreendedorismo, presença em mercados internacionais, transferência de tecnologia para PMEs, parcerias público-privadas capazes de desenvolver modelos e estruturas de colaboração de negócio, e projetos dinamizadores de inovação.

**W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento**

O diagnóstico aponta um alinhamento imperfeito entre a oferta de formação avançada e a capacidade de absorção das empresas, destacando a pouca absorção de trabalhadores qualificados, nomeadamente de doutorados, e a escassez de algumas competências críticas, como a gestão de propriedade intelectual. Este diagnóstico está naturalmente relacionado com o enquadramento de alinhamento entre o Sistema de Ciência e Tecnologia e as empresas apresentado relativamente ao ponto fraco anterior.

**W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos**

O alinhamento dos sistemas de apoio e incentivos regional, nacional e internacional é considerado passível de melhoria, bem como a sua celeridade, e a cobertura das finalidades de financiamento às entidades de I&D, que deveria ser fortalecida, por exemplo, no domínio das infraestruturas. Em linha com a análise SWOT para a RIS3 da região, regista-se ainda insuficiência dos instrumentos de engenharia financeira de suporte à inovação, à internacionalização e ao empreendedorismo.

**W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional**

Apesar do relevo nacional da região nesta dimensão, por comparação com regiões mais avançadas, o reconhecimento internacional é limitado, e o tecido empresarial e o próprio SAF podem crescer na orientação para a internacionalização. A SWOT da RIS3 da região apontava uma pobre e distorcida visibilidade internacional, podendo também ser útil considerar neste domínio alguns pontos de detalhe adicionais relevantes sugeridos a partir da análise para o País Basco, como o baixo número de iniciativas empresariais com elevada projeção internacional e capacidade de crescimento, a capacidade limitada de atrair financiamento externo e fixar visitantes, e as fragilidades estratégicas na promoção da região.

A Tabela 8 apresenta o alinhamento entre os pontos fracos e os objetivos estratégicos.

| | Pontos fracos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivos estratégicos** | W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia | W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento | W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos | W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | Colmatar fragilidades, sobretudo através da vertente das grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | | | |
| B. Promover transferência de tecnologia | Apoios à comercialização, disponibilização de plataformas e atividades de aproximação entre os atores, e internacionalização. | | | Apoios à internacionalização. |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | Programas educacionais e acesso e partilha da rede de infraestruturas. | | | |
| D. Governança para inovação responsável | Reforço da coordenação e colaboração, bem como da difusão de boas práticas. | | | |

*Tabela 8 Articulação entre os pontos fracos e os objetivos estratégicos*

## 4.4. Oportunidades

### O1 – Melhoria da governança

A reavaliação da RIS3 constitui uma oportunidade para a melhoria da governança do ecossistema de inovação regional, e consequentemente do ecossistema de inovação em nanotecnologias. A RIS3 da região destacava na análise SWOT, a este nível, o desenvolvimento de estratégias que promovam e tirem partido de esforços de concentração e racionalização de recursos, exploração de sinergias intersectoriais, e promoção de mercados tecnológicos, designadamente através de uma participação expressiva das empresas no financiamento à I&D, bem como o fortalecimento do sistema de monitorização e avaliação. O diagnóstico indica ainda que, dadas as particularidades das nanotecnologias, a capacitação regulatória da região, nomeadamente valorizando os avanços que têm sido feitos neste domínio a nível internacional, desempenhará um papel fundamental para o seu desenvolvimento e utilização.

**O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores**

A região oferece oportunidades crescentes de aplicação das nanotecnologias, tanto na fortemente presente indústria transformadora, como noutros setores, como a saúde. Este potencial de translação das nanotecnologias estava já identificado na análise SWOT para a RIS3 da região.

**O3 – Integração internacional**

A integração internacional pode ser intensificada através do aproveitamento de oportunidades criadas pela presença em redes e fóruns internacionais e pela escolha da região por entidades internacionais para desenvolver atividades na área das tecnologias NMP. A atuação neste domínio pode também ser potenciada por exemplo por uma imagem e uma marca dedicada para a promoção da região. A análise SWOT para a RIS3 da região tinha já identificado oportunidades associadas à intensificação da participação em projetos e iniciativas no quadro europeu, ao potencial relativamente inexplorado de internacionalização das PMEs, e ao acesso a mercados emergentes em forte crescimento fora da UE.

**O4 – Plataformas base de apoio**

O diagnóstico sugere o potencial das entidades de apoio ao empreendedorismo no apoio ao reforço empresarial, e da digitalização para fomentar a colaboração. A análise SWOT para a RIS3 dava já conta de oportunidades associadas à articulação com outras tecnologias com presença relevante na região. A análise para o País Basco referia um ponto adicional, que se identificou também como pertinente na região, associado à atitude pública relativamente à ciência, tecnologia e inovação, e aos desafios globais.

A articulação entre as oportunidades identificadas e os objetivos estratégicos é sistematizada na Tabela 9.

| | Oportunidades | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivos estratégicos** | O1 – Melhoria da governança | O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores | O3 – Integração internacional | O4 – Plataformas base de apoio |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | | Alavancada sobretudo na vertente das grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | | Articulação idêntica à identificada para a oportunidade O2. |
| B. Promover transferência de tecnologia | | Explorada de forma transversal. | Ativação sobretudo no domínio dos esforços de internacionalização. | Explorada com ênfase na disponibilização de plataformas e atividades de aproximação. |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | | | | Sinergias com capacidades de outras áreas e plataformas transversais existentes e novas, por exemplo ciber-infraestruturas. |
| D. Governança para inovação responsável | Reforço da coordenação e colaboração.<br>Capacitação regulatória da região. | | | |

*Tabela 9 Articulação entre as oportunidades e os objetivos estratégicos*

## 4.5. Ameaças

### T1 – Concorrência internacional

Tal como já caracterizado na análise SWOT para a RIS3 da região, a nível internacional a região é crescentemente pressionada pela concorrência das regiões dos países da Europa de Leste e da Ásia, com a reduzida atratividade relativa da indústria a dificultar a captação de recursos humanos especializados ou de elevada qualificação. Esta pressão incide também sobre os centros de decisão e as atividades empresariais. De forma geral, num ponto relevante sugerido a partir da análise para o País Basco, este contexto apresenta riscos significativos de perda de posição no mercado internacional, potenciada pelo risco de não-diferenciação, com muitas regiões a estarem ativas nos mesmos nichos, sem priorização real que lhes permita excelência.

**T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários**

As particularidades das nanotecnologias levam à necessidade de apoios elevados e de longo prazo, confrontando-se com restrições no crédito às empresas e no capital de risco, tal como indicado na análise SWOT para a RIS3 da região, e como sugerido pela análise para o País Basco, com o condicionamento da sustentabilidade do sistema regional pelos recursos públicos.

A Tabela 10 expõe o alinhamento entre as ameaças e os objetivos estratégicos.

| | **Ameaças** | |
|---|---|---|
| **Objetivos estratégicos** | T1 – Concorrência internacional | T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | Ameaças de natureza sistémica, relevantes para todos os objetivos estratégicos. | |
| B. Promover transferência de tecnologia | | |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | | |
| D. Governança para inovação responsável | | |

*Tabela 10 Articulação entre as ameaças e os objetivos estratégicos*

## 5. Elementos para um plano de ação

A visão, objetivos estratégicos e plano de ação para a agenda regional para as nanotecnologias, apresentados neste documento, foram construídos a partir do diagnóstico regional e respetiva matriz SWOT, e da sua conjugação com a análise dos planos nacionais para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) e dos Estados Unidos (NSTC, 2016), países líderes a nível mundial neste domínio tecnológico, bem como de uma análise de enquadramento com a RIS3 da região e com a Comunicação da Comissão Europeia de 2004 "Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias" (Comissão Europeia, 2004). Os objetivos e linhas de ação prioritárias para a região são apresentados na Tabela 11.

| |
|---|
| **A. Avanços fortes e priorizados na I&D** |
| A1. Financiamento da investigação fundamental ao desenvolvimento tecnológico, e dos investigadores individuais às redes de organizações |
| A2. Grandes iniciativas orientadas ao desenvolvimento de sistemas, em alinhamento com prioridades regionais, e em articulação com outras iniciativas |
| **B. Promover transferência de tecnologia** |
| B1. Financiamento a projetos de comercialização |
| B2. Plataformas e atividades de envolvimento dos atores |
| B3. Apoio à participação em iniciativas internacionais |
| B4. Visibilidade internacional |
| **C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura** |
| C1. Comunicação com o público |
| C2. Programas educacionais |
| C3. Rede acessível de infraestruturas, com ênfase em infraestruturas partilhadas |
| C4. Ciber-infraestrutura |
| **D. Governança para inovação responsável** |
| D1. Criação de uma Iniciativa Regional de Nanotecnologia, articulada com os órgãos regionais relevantes, com subgrupos de inovação e desenvolvimento responsável |
| D2. Apoios dedicados a investigação e *intelligence*, promovendo a produção, sistematização, disseminação e adoção de conhecimento e boas práticas |

*Tabela 11 Objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias*

A articulação dos objetivos com a análise SWOT e as linhas de ação prioritárias são apresentadas de seguida. Para tornar mais tangíveis os contornos de implementação de cada linha de ação prioritária, estas são acompanhadas da apresentação de exemplos ilustrativos de práticas relevantes a nível internacional.

## 5.1. Objetivo A. Avanços fortes e priorizados na I&D

Estes avanços são possibilitados por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1) e uma boa produtividade científica (S3), e alavancam as dinâmicas dos potenciais mercados utilizadores (O2) e sinergias com capacidades e plataformas transversais e de outras áreas (O4), permitindo também colmatar fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1).

**A1. Financiamento da investigação fundamental ao desenvolvimento tecnológico, e dos investigadores individuais às redes de organizações**

Uma característica vincada das nanotecnologias é a sua natureza interdisciplinar. Uma carteira abrangente de I&D em nanotecnologias investe nas fronteiras e nas interseções entre muitas áreas. Os esforços na convergência entre as nanotecnologias e outras áreas podem alavancar o conhecimento e as abordagens de cada área para ter impacto em problemas societais de relevância regional. Estes esforços devem cobrir um contínuo amplo de apoio que vai (1) da investigação fundamental à investigação aplicada e ao desenvolvimento tecnológico, e (2) dos investigadores individuais às equipas colaborativas, aos centros de investigação, às infraestruturas para utilizadores e às redes.

Os planos nacionais para as nanotecnologias da Alemanha e dos Estados Unidos dão grande destaque à necessidade de assegurar um apoio transversal e equilibrado à cadeia de valor do conhecimento e aos atores, apresentando conjuntos de instrumentos explicitamente focados em cobrir os elementos individuais do ecossistema e também as articulações entre eles.

**A2. Grandes iniciativas orientadas ao desenvolvimento de sistemas, em alinhamento com prioridades regionais, e em articulação com outras iniciativas**

Com o amadurecimento do domínio das nanotecnologias, a renovação do apoio à investigação fundamental que permitirá os avanços seguintes nos nanomateriais e nos nanodispositivos necessita de ser acompanhada pelo apoio ao desenvolvimento de sistemas assentes em nanotecnologias. A criação de grandes iniciativas focadas em prioridades regionais é um mecanismo com o potencial de facilitar essa transição. A região deverá de forma sustentada desenvolver, implementar e manter uma carteira robusta destas iniciativas. Dada a natureza facilitadora das nanotecnologias, deverão explorar-se as formas como estas iniciativas poderão contribuir para suportar outras iniciativas importantes.

No âmbito da National Nanotechnology Initiative dos EUA, estão a ser desenvolvidas iniciativas emblemáticas, as Nanotechnology Signature Initiatives, para promover a coordenação dos atores e dos investimentos focados em áreas críticas, com uma visão partilhada. Os focos das iniciativas incluem, por exemplo, sensores, água, recolha e conversão de energia solar, nanofabricação sustentável, infraestruturas de conhecimento, e 2020 e além.

## 5.2. Objetivo B. Promover transferência de tecnologia

A promoção da transferência de tecnologia é possibilitada por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1), pelos elementos de visibilidade e integração em redes

a nível internacional (S2, O3) e pela boa produtividade científica (S3), e alavanca as dinâmicas dos potenciais mercados utilizadores (O2) e as plataformas base de apoio, com ênfase nas que facilitam a aproximação entre os atores (O4), colmatando fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1) e limitações na orientação e reconhecimento internacional (W4).

**B1. Financiamento a projetos e programas de comercialização**

Em áreas de elevada profundidade tecnológica e tempos dilatados de ida para o mercado, como a área das nanotecnologias, a disponibilidade de financiamentos e programas de comercialização orientados a PMEs e startups nas suas fases iniciais, que permitam gradualmente reduzir o risco e orientar as tecnologias mais promissoras, é fundamental para a transferência de soluções assentes em nanotecnologias do laboratório para o mercado.

São exemplos de boas práticas de financiamentos dedicados à comercialização através de veículos empresariais, o SME Instrument da Comissão Europeia, e o Small Business Innovation Research (SBIR) e o Small Business Technology Transfer (STTR) nos EUA. Programas estruturados para apoiar percursos de inovação e comercialização, como o I-Corps da National Science Foundation, têm também constituído apoios importantes nestes processos.

**B2. Plataformas e atividades de envolvimento dos atores**

Para as empresas que procuram apoio para a comercialização de nanotecnologias, a identificação e a implementação das respostas de que necessitam exigem iniciativas explícitas de contacto com a indústria, por exemplo com associações técnicas e empresariais, através de plataformas online, workshops, *webinars*, ou colaborações formais. A colaboração com outras iniciativas é também fundamental para alavancar outras atividades e recursos para acelerar a comercialização.

Em fases mais adiantadas de comercialização, a fertilização cruzada intersectorial deve ser incentivada, através de colaborações entre empresas desenvolvedoras e utilizadoras, envolvendo, quando necessário, entidades de investigação e inovação.

As atividades e eventos de comunicação e colaboração, através de contactos individuais ou dos formatos anteriormente indicados, são também um veículo importante para garantir o conhecimento e o acesso a informação de regulação e de recursos de apoio à comercialização, incluindo financiamento, recrutamento de recursos humanos qualificados, infraestruturas, e aspetos de ambiente, saúde e segurança, sobretudo por parte das PMEs e startups, que frequentemente não dispõem dos recursos necessários para o fazer da melhor forma.

As PMEs são, por exemplo, objeto de forte atenção no plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha, que atribui elevada importância à facilitação do seu acesso a resultados de investigação. O plano contempla vários apoios para esse efeito, como o portal online *nano-map.de*, um mapa interativo dos atores dos sistemas científico e tecnológico e empresarial que procura apoiar a identificação de parceiros para cooperação, ou a organização de eventos de diálogo e discussão para permitir o arranque do trabalho em problemas de setores específicos o mais cedo possível, ou apoiar a difusão de novas opções de aplicação.

**B3. Apoio à participação em iniciativas internacionais**

O forte investimento público e privado a nível mundial em I&D em nanotecnologias tem permitido colocar no mercado um conjunto crescente de produtos, transversalmente aos diversos setores empresariais. Ao nível internacional, é importante a troca de informação sobre temas como necessidades de mercado, direitos de propriedade intelectual e regulação, e a presença em fóruns internacionais – standards e organismos intergovernamentais, entre outros – que apoiam boas práticas e comercialização responsável.

Numa das múltiplas vertentes de intervenção internacional destacadas no plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha, esta participa com uma delegação no Grupo de Trabalho da OCDE sobre Nanomateriais Fabricados, que procura rever e ajustar métodos e estratégias, coordenados e mutuamente reconhecidos a nível internacional, para registar e controlar os potenciais riscos para a saúde e para o ambiente dos nanomateriais. Os resultados da atividade do grupo são disponibilizados livremente ao público e procuram apoiar os países envolvidos na adoção de medidas que garantam a manipulação segura de nanomateriais.

Numa vertente distinta, por exemplo nos EUA, o Center for the Environmental Implications of NanoTechnology (CEINT) constituiu-se como dinamizador central de um esforço internacional focado em estudar as implicações das nanotecnologias para os sistemas vivos e o ambiente. Neste esforço estão também envolvidos parceiros do Cluster NanoSafety Europeu, entre outros, para criar um repositório de dados de primeira geração de propriedades, efeitos e protocolos de nanopartículas, e ferramentas analíticas associadas.

**B4. Visibilidade internacional**

As nanotecnologias são um elemento importante na competitividade da economia regional em termos de tecnologias do futuro, devendo ser vistas como um indutor de inovação e um potencial fornecedor de soluções para setores prioritários da economia regional. A procura global de soluções assentes em nanotecnologias deve constituir uma oportunidade para empresas da região integrarem cadeias de valor internacionais, e para empresas internacionais integrarem cadeias de valor da região, através de cooperações, *joint ventures* e investimento direto. A participação em feiras internacionais pode contribuir decisivamente para o aumento da visibilidade da região, em particular através de uma apresentação conjunta, sob uma imagem e uma marca regional comum.

A promoção como localização para atividades na área das nanotecnologias é realizada na Alemanha por exemplo através da participação em feiras e conferências, procurando apoiar empresas no estabelecimento de colaborações internacionais. Para a integração em mercados internacionais, os apoios incluem aconselhamento e avaliação científica e económica dos alvos potenciais e a organização de participações coletivas em feiras internacionais que possam facilitar essa integração.

### 5.3. Objetivo C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura

O desenvolvimento e a manutenção destas plataformas base são possibilitados por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1), e alavancam sinergias com capacidades de outras áreas, bem como com plataformas transversais existentes e novas, por exemplo uma ciber-infraestrutura (O4), colmatando também fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1) e desalinhamentos e défice de absorção de talento (W2).

#### C1. Comunicação com o público

Continua a existir hoje em dia um défice significativo de conhecimento sobre as nanotecnologias por parte do público em geral, que não é ainda informado e sensibilizado da melhor forma. Uma rede de instituições focada na educação em nanociências pode ter um forte contributo para a divulgação e o estabelecimento de uma comunidade de interesse, que poderá ser reforçado se os recursos da rede forem disponibilizados publicamente. Outros esforços, como a utilização de redes sociais, poderão permitir envolver um público mais alargado num diálogo bidirecional.

No domínio da comunicação, na Alemanha são por exemplo promovidos encontros entre cidadãos e especialistas, com a apresentação de resultados de investigação e a discussão aberta de oportunidades e riscos, de modo a informar adequadamente o público. O sucesso comercial das nanotecnologias depende criticamente da atitude social, e os diversos riscos a elas associados podem constituir uma barreira significativa à sua comercialização.

#### C2. Programas educacionais

Devem ser desenvolvidos recursos educacionais para todas as etapas de educação, incluindo planos de estudo, manuais e cursos, a disponibilizar publicamente.

Em particular, as Instituições de Ensino Superior devem oferecer cada vez mais especializações, formações técnicas, e pós-graduações em ciência e engenharia ao nível da nanoescala. Por outro lado, os princípios das nanociências e nanotecnologias têm impacto em todas as disciplinas da ciência, tecnologia e engenharia, e devem ser incorporados no âmbito de programas tradicionais. O sucesso de todos estes programas depende de uma forte colaboração entre educadores e empresas para assegurar a incorporação das competências específicas solicitadas pelas procuras locais de recursos humanos. Uma rede de educadores poderá facilitar a partilha de boas práticas e recursos, e o envolvimento dos educadores em programas de desenvolvimento profissional.

Assume particular importância na região a promoção de competências de estratégia e gestão de propriedade intelectual especificamente focadas na cadeia de valor das nanotecnologias.

A novidade das propriedades dos nanomateriais pode atrair os estudantes a aprenderem mais sobre nanotecnologias e sobre STEM em geral, e a sua natureza interdisciplinar pode ser útil para preparar estudantes para perfis de trabalho futuros. A disponibilização de estágios de investigação e a promoção de uma rede para estudantes de pré-graduação poderão constituir veículos importantes para promover estes efeitos.

A rede Nanotechnology Applications and Career Knowledge (NACK) é o Centro Nacional para Educação Tecnológica Avançada (*Advanced Technological Education – ATE*) em nanotecnologias da National Science Foundation, nos EUA. A rede coordena programas e atividades de desenvolvimento de talento com o objetivo de satisfazer as necessidades do tecido empresarial nas áreas das nanotecnologias. Através de uma parceria de Instituições de Ensino Superior, a rede disponibiliza recursos a educadores e estudantes para permitir criar e manter uma preparação em nanotecnologias economicamente viável.

**C3. Rede acessível de infraestruturas, com ênfase em infraestruturas partilhadas**

O progresso no domínio das nanotecnologias requer uma infraestrutura física estado-da-arte, amplamente acessível, que colocalize um conjunto alargado de ferramentas, com a manutenção e a substituição adequadas, e possua pessoal especializado que assegure a sua utilização produtiva, indo ao encontro das necessidades de utilizadores nas empresas, ensino superior, instituições de investigação, e estado.

Investigadores e instituições têm frequentemente dificuldade em justificar por si só a existência destas instalações, pelo que a sua partilha pode ter um papel crítico para viabilizar a investigação e desenvolvimento e acelerar a comercialização. As instalações partilhadas podem também ser um recurso chave para formar investigadores e para criar uma comunidade de ideias partilhadas através da convergência de investigadores de diferentes disciplinas e setores.

Nos EUA, a National Nanotechnology Coordinated Infrastructure, por exemplo, é uma rede de infraestruturas financiadas pela National Science Foundation, na sequência de um concurso com termos de referência preparados com o envolvimento da comunidade de ciência e engenharia na área das nanotecnologias. A seleção das infraestruturas foi realizada de forma a garantir a cobertura adequada das necessidades de um ecossistema de inovação em nanotecnologias desenvolvido. A rede está aberta a estudantes e profissionais, a atividades de investigação científica e desenvolvimento de produtos e processos, e a startups e PMEs, bem como a empresas de maior dimensão e mais estabelecidas.

**C4. Ciber-infraestrutura**

Além das infraestruturas humana e física, uma ciber-infraestrutura tem também um papel fundamental na I&D em nanotecnologia, sendo crítica para o armazenamento e partilha de dados, e para o desenvolvimento e utilização de ferramentas informáticas. A partilha de dados, modelos e simulações permitirá acelerar avanços na I&D em nanotecnologia, sendo que a partilha aberta de resultados de investigação exige ainda uma transição cultural para muitos cientistas e engenheiros.

A Network for Computational Nanotechnology, financiada nos EUA pela National Science Foundation, tem por exemplo desenvolvido modelos e ferramentas de simulação, e funciona como um laboratório virtual para a comunidade das nanotecnologias. A infraestrutura desempenha um papel fundamental no armazenamento e partilha de dados, bem como no desenvolvimento e utilização de ferramentas informáticas, cuja partilha é essencial para acelerar a investigação, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologias. Alguns dos esforços desta rede estão, por exemplo, ligados às US–EU Communities of Research, uma plataforma que permite a investigadores colaborarem através de teleconferências, *webinars*, publicações, e reuniões presenciais, no domínio das implicações para a saúde, ambiente e segurança das nanotecnologias.

### 5.4. Objetivo D. Governança para inovação responsável

De forma articulada, o ecossistema base de atores, parcerias e alinhamento (S1) e as oportunidades de melhoria de governança (O1) terão um papel importante para colmatar as diversas fraquezas apontadas no âmbito dos objetivos anteriores, bem como, de modo particular, os desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos (W3).

#### D1. Criação de uma Iniciativa Regional de Nanotecnologia, articulada com os órgãos regionais relevantes, com subgrupos de inovação e desenvolvimento responsável

A Iniciativa Regional de Nanotecnologia (IRN) deverá ser uma colaboração entre empresas, instituições de ensino superior, instituições de investigação, e organismos do estado com presença na Região do Norte, com interesse na investigação, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologias. A IRN poderá ser constituída no âmbito dos trabalhos da Plataforma de Especialização Inteligente dos Sistemas Avançados de Produção, em articulação com o Conselho Regional de Inovação, assegurando assim uma integração plena com as estruturas e os processos estratégicos de inovação na região.

Os membros da IRN deverão trabalhar em conjunto para desenvolver um programa abrangente de I&D em nanotecnologias, estabelecendo objetivos, prioridades e estratégias partilhadas, que complementem as atividades e missões específicas de cada um e criem oportunidades para colaborar e alavancar os respetivos recursos e investimentos. A IRN poderá constituir também uma interface centralizada com outros atores relevantes e membros interessados do público em geral. Os subgrupos de trabalho permitirão fortalecer a coordenação e a colaboração nos aspetos críticos da robustez do ecossistema de investigação e inovação, e das implicações ambientais, de saúde e de segurança das nanotecnologias. Para a robustez do ecossistema de investigação e inovação será particularmente importante promover um alinhamento do SAF regional com os sistemas nacional e europeu, e envolver os atores no desenho desse sistema, de modo a que este vá ao encontro das suas necessidades.

Os planos nacionais para as nanotecnologias da Alemanha e dos Estados Unidos são preparados e executados através de colaborações interdepartamentais, sendo considerado em ambos os casos que estas colaborações coordenadas têm tido contributos significativos para a promoção das nanotecnologias. Ambos os planos apresentam também instâncias de coordenação especificamente focadas nas implicações de saúde, ambiente e segurança das nanotecnologias.

**D2. Apoios dedicados a investigação e *intelligence*, promovendo a produção, sistematização, disseminação e adoção de conhecimento e boas práticas**

Na vertente de inovação, a IRN poderá promover a caracterização periódica e sistemática da atividade do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias, e identificar e difundir na região boas práticas de programas bem-sucedidos nacionais e internacionais. Poderá ainda propor estratégias de avaliação e medidas de desempenho quantitativas apropriadas.

A IRN deverá ainda apoiar a investigação e a produção de *intelligence* em áreas específicas de ambiente, saúde e segurança, para estabelecer uma base de conhecimento que suporte a avaliação de potenciais riscos, bem como apoiar trabalho conjunto a nível regional, nacional e internacional de alavancar investimentos, identificar lacunas, priorizar necessidades, desenvolver ferramentas analíticas de avaliação e gestão de risco, e apoiar a expansão daquela base de conhecimento. A IRN deverá promover o desenvolvimento da capacidade de tratar as implicações éticas, legais e societais da nanotecnologia e criar consciência destas questões a nível regional. Deverá igualmente fomentar a integração de preocupações de sustentabilidade na conceção, desenvolvimento e produção de soluções baseadas em nanotecnologias, bem como a exploração do seu potencial para melhorar a sustentabilidade social, económica e ambiental. Deverá, por fim, apoiar a disseminação e incorporação desta informação na prática, através, por exemplo, da realização de *webinars* e disponibilização de documentação.

O plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha prevê uma estratégia de investigação partilhada por várias autoridades federais para caracterização, gestão e comunicação de risco.

Nos Estados Unidos, os Centros para as Nanotecnologias na Sociedade, financiados pela National Science Foundation, desenvolveram capacidades para tratar as implicações éticas, legais e societais das nanotecnologias, e têm levado a cabo uma sensibilização generalizada para estas questões, que estão já hoje em dia difundidas nas atividades previstas no plano nacional.

De forma transversal, todos estes objetivos contribuem para tornar a região mais capaz face à concorrência internacional (T1) e à incerteza na disponibilidade dos apoios elevados e de longo prazo tipicamente exigidos pelas nanotecnologias (T2).

## 6. Conclusão

A Região do Norte tem sido bem-sucedida no propósito de consolidar uma dinâmica expressiva de investigação e desenvolvimento e lançar esforços de transferência de tecnologia na área das nanotecnologias. A área cresceu e entrou numa fase de amadurecimento, a partir de investimentos em infraestruturas de referência a nível internacional e no desenvolvimento de recursos humanos que permitem à região acomodar hoje a realização de um amplo leque de atividades, desde a investigação à comercialização de nanotecnologias, incluindo a preparação de novas gerações de talento.

Em linha com a evolução global contemporânea das nanotecnologias de um foco na investigação fundamental para a disponibilização como tecnologia horizontal, a região precisa, por um lado, de manter a capacidade de contribuir e absorver conhecimento de fronteira sobre os fenómenos à nanoescala, e por outro, de ampliar os esforços de utilização desse conhecimento para desenvolver novos materiais, dispositivos e sistemas, integrá-los em soluções, e concretizar plenamente em benefícios societais as vantagens das nanotecnologias.

Estes desenvolvimentos exigem também uma participação capaz em esforços de proteção da saúde humana e do ambiente, no domínio da avaliação e gestão do risco, orientados em particular ao desenvolvimento e à capacitação da região para trabalhar com nova regulação, standards e certificação, e uma dinâmica adequada de informação ao público e aos principais atores sobre as nanotecnologias e os seus benefícios e riscos.

A visão adotada neste documento de uma região que contribui e beneficia plenamente da revolução na tecnologia e na indústria criada pelo entendimento e pelo controlo da matéria à nanoescala, só será possível com um ecossistema forte, com uma governança apropriada, que suporte toda a cadeia de valor do conhecimento, e simultaneamente garanta a segurança e a sustentabilidade em todo o ciclo de vida das nanotecnologias.

Os contributos aqui propostos para um plano de ação para a concretização desta visão, definem objetivos e vetores de atuação alinhados com a análise atrás sucintamente apresentada, tendo em consideração o contexto da região, sintetizado e ativado através de uma análise SWOT. É precisamente um resumo desta parte central do trabalho realizado, que esboça passos seguintes, articulando os pontos da análise SWOT e os objetivos estratégicos do plano de ação, que se proporciona como encerramento deste documento (Tabela 12).

| | Objetivos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **SWOT** | A. Avanços fortes e priorizados na I&D | B. Promover transferência de tecnologia | C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | D. Governança para inovação responsável |
| **Pontos fortes (S)** | **Principais apoios a explorar** | | | |
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | ■ | ■ | ■ | ■ |
| S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional | | ■ | | |
| S3 – Boa produtividade científica | ■ | ■ | | |
| **Pontos fracos (W)** | **Principais fatores a ultrapassar** | | | |
| W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia | ■ | ■ | ■ | ■ |
| W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento | | | ■ | ■ |
| W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos | | | | ■ |
| W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional | | ■ | | ■ |
| **Oportunidades (O)** | **Principais áreas a desenvolver** | | | |
| O1 – Melhoria da governança | | | | ■ |
| O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores | ■ | ■ | | |
| O3 – Integração internacional | | ■ | | |
| O4 – Plataformas base de apoio | ■ | ■ | ■ | |
| **Ameaças (T)** | **Principais condições a gerir** | | | |
| T1 – Concorrência internacional | ■ | ■ | ■ | ■ |
| T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários | ■ | ■ | ■ | ■ |

*Tabela 12 Articulação entre a análise SWOT e os objetivos estratégicos*

## Referências


Allan, J., Ferreri, A., Grande, S., Giannantonio, R., & Matteucci, F. (2019). *Technology Transfer in Nanotechnology*. EUR 29686 EN. Publication Office of the European Union. Luxembourg. ISBN 978-92-76-00671-8, doi:10.2760/183529, JRC115968. Acedido em https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC115968/jrc115968_jrc115968_technical_report_on_technology_transfer_in_nanotechnology.pdf.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF – Ministério Federal da Educação e Investigação). (2016). *Action Plan Nanotechnology 2020 – An inter-departmental strategy of the Federal Government*. Bonn. Acedido em https://www.bam.de/_SharedDocs/EN/Downloads/as-nano-action-plan-nanotechnology-2020.pdf?__blob=publicationFile.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. (2014). *Estratégia Regional de Especialização Inteligente*. Porto. Acedido em https://www.norte2020.pt/sites/default/files/public/uploads/documentos/norte2020_ris3.pdf.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. (2018a). Projeto NMP-REG. *Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte*. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/cooperacao-nmp-reg.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. (2018b). *Norte Estrutura, Ano I / Nº 4*. Porto. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrn/ficheiros_RegNorte/norteestrutura_20180320.pdf.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. (2018c). *Norte Estrutura, Ano II / Nº 5*. Porto. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrn/ficheiros_RegNorte/norteestrutura_primaveraverao2018.pdf.

Comissão Europeia. (2004). *Comunicação da Comissão – Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias*. Bruxelas. Acedido em https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0c0b7b1f-bd96-43e5-8f63-b26b2398b908/language-pt.

Comissão Europeia. (2009). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu e ao Comité Económico e Social Europeu – Nanociências e Nanotecnologias: Plano de Acção para a Europa 2005-2009 – Segundo Relatório de Execução 2007-2009*. Bruxelas. Acedido em https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52009DC0607&from=EN.

Comissão Europeia. (2018). *NanoData Impact Assessment – Energy, Health, ICT, Manufacturing, Photonics – Synthesis Report*. Bruxelas. Acedido em https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0fef9ab2-fccf-11e7-b8f5-01aa75ed71a1/language-en.

Comissão Europeia. (2019a). Regional Competitiveness Index 2019. *European Structural and Investment Funds Data*. Acedido em

https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/Regional-Competitiveness-Index-2019/363v-4uq6/.

Comissão Europeia. (2019b). *Regional Innovation Scoreboard 2019 – Regional profiles Portugal.* Acedido em https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36287/attachments/1/translations/en/renditions/native.

Comissão Europeia. (2019c). Regional Innovation Monitor Plus – North Region of Portugal. *European Commission.* Acedido em https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/base-profile/north-region-portugal.

Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC). (2017). *Inquérito aos Doutorados 2015 (CDH15) – Sumários estatísticos*. Lisboa. Acedido em http://www.dgeec.mec.pt/np4/69/.

European Science Foundation (ESF). (2017). *2017 Career Tracking Survey of Doctorate Holders – Project Report*. Strasbourg. Acedido em http://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/F-FINAL-Career_Tracking_Survey_2017__Project_Report.pdf.

Fundação para a Ciência e a Tecnologia. (2013). *Diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação – Desafios, forças e fraquezas rumo a 2020*. Lisboa. Acedido em https://www.fct.pt/esp_inteligente/docs/SWOT_FCT_2013_Pt.pdf.

Gobierno Vasco. (2014). *PCTI Euskadi 2020 – A Smart Specialization Strategy – Research & Innovation Smart Specialisaton Strategy – RIS3*. Vitoria-Gasteiz. Acedido em http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/pcti_euskadi_2020/es_def/adjuntos/pcti_libro_en.pdf.

Instituto Nacional de Estatística. (2019). *Anuário Estatístico da Região Norte*. Lisboa. Acedido em https://www.ine.pt/xurl/pub/410498016. ISSN 0871-911-x. ISBN 978-989-25-0506-0.

National Science and Technology Council (NSTC). (2016). *National Nanotechnology Initiative Strategic Plan*. Washington. Acedido em https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/2016-nni-strategic-plan.pdf.

National Science and Technology Council (NSTC). (2018). *The National Nanotechnology Initiative – Supplement to the President's 2019 Budget*. Washington. Acedido em https://www.nano.gov/sites/default/files/NNI-FY19-Budget-Supplement.pdf.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). (2017). Key Nanotechnology Indicators. *OECD*. Acedido em http://oe.cd/kni.

Sociedade Portuguesa de Inovação (SPI). 2018. *Roadmap para a Promoção da Nanotecnologia na Região Norte de Portugal*. No âmbito do projeto nanotech@NortePT.

StatNano. (2019). Countries. *StatNano: Nano Science, Technology and Industry Information*. Acedido em https://statnano.com/countries.

White House. (2018). *White House FY2019 Budget Request – Research and Development*. Washington. Acedido em https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/02/ap_18_research-fy2019.pdf.

# CONTRIBUTOS PARA UMA AGENDA REGIONAL PARA AS NANOTECNOLOGIAS NA REGIÃO DO NORTE – APÊNDICE

DEZEMBRO DE 2019

JOSÉ COELHO RODRIGUES, JOÃO CLARO

Campus da FEUP
Rua Dr. Roberto Frias, 378
4200 – 465 Porto

T +351 222 094 000
F +351 222 094 050

www.inesctec.pt
www@inesctec.pt

# Índice

**ÍNDICE** ..... **2**

**LISTA DE TABELAS** ..... **3**

**LISTA DE ACRÓNIMOS** ..... **4**

**1. INTRODUÇÃO** ..... **6**

**2. CONTEXTO E DIAGNÓSTICO** ..... **7**

2.1. DADOS E MÉTODOS ..... 7
2.2. SITUAÇÃO SOCIOECONÓMICA E COMPETITIVA ..... 8
2.3. INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ..... 11
2.4. TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 11
2.5. COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURAS ..... 14
2.6. GOVERNANÇA ..... 15

**3. ANÁLISE SWOT** ..... **17**

3.1. DADOS E MÉTODOS ..... 17
3.2. ANÁLISE SWOT DETALHADA ..... 17

**4. ELEMENTOS PARA UM PLANO DE AÇÃO** ..... **22**

4.1. DADOS E MÉTODOS ..... 22
4.2. REFERÊNCIAS PARA OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS PROPOSTOS ..... 23
4.3. OBJETIVO A. AVANÇOS FORTES E PRIORIZADOS NA I&D ..... 24
4.4. OBJETIVO B. PROMOVER TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 26
4.5. OBJETIVO C. DESENVOLVER E SUSTENTAR PLATAFORMAS BASE DE COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURA ..... 30
4.6. OBJETIVO D. GOVERNANÇA PARA INOVAÇÃO RESPONSÁVEL ..... 32

**REFERÊNCIAS** ..... **35**

## Lista de tabelas


TABELA 1 INDICADORES DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO SOCIOECONÓMICA E COMPETITIVA DA REGIÃO NORTE DE PORTUGAL ..... 10
TABELA 2 PROPORÇÃO DA DESPESA EM I&D DAS EMPRESAS (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, 2019) ..... 11
TABELA 3 PROPORÇÃO DE PESSOAL EM ATIVIDADES DE I&D NAS EMPRESAS (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, 2019) ..... 12
TABELA 4 VOLUME DE EXPORTAÇÕES (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, 2019) ..... 12
TABELA 5 PROPORÇÃO DE EXPORTAÇÕES DE BENS DE ALTA TECNOLOGIA (FONTE: INE) ..... 12
TABELA 6 ANÁLISE DETALHADA PARA OS PONTOS FORTES ..... 18
TABELA 7 ANÁLISE DETALHADA PARA OS PONTOS FRACOS ..... 19
TABELA 8 ANÁLISE DETALHADA PARA AS OPORTUNIDADES ..... 20
TABELA 9 ANÁLISE DETALHADA PARA AS AMEAÇAS ..... 21
TABELA 10 REFERÊNCIAS PARA OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS PROPOSTOS ..... 23
TABELA 11 ARTICULAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SWOT E O OBJETIVO A. AVANÇOS FORTES E PRIORIZADOS NA I&D ..... 24
TABELA 12 REFERÊNCIAS PARA AS LINHAS DE AÇÃO PRIORITÁRIAS PROPOSTAS PARA O OBJETIVO A. AVANÇOS FORTES E PRIORIZADOS NA I&D ..... 25
TABELA 13 ARTICULAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SWOT E O OBJETIVO B. PROMOVER TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 26
TABELA 14 REFERÊNCIAS PARA AS LINHAS DE AÇÃO PRIORITÁRIAS PROPOSTAS PARA O OBJETIVO B. PROMOVER TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ..... 29
TABELA 15 ARTICULAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SWOT E O OBJETIVO C. DESENVOLVER E SUSTENTAR PLATAFORMAS BASE DE COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURA ..... 30
TABELA 16 REFERÊNCIAS PARA AS LINHAS DE AÇÃO PRIORITÁRIAS PROPOSTAS PARA O OBJETIVO C. DESENVOLVER E SUSTENTAR PLATAFORMAS BASE DE COMUNICAÇÃO, TALENTO E INFRAESTRUTURA 31
TABELA 17 ARTICULAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SWOT E O OBJETIVO ESTRATÉGICO D. GOVERNANÇA PARA INOVAÇÃO RESPONSÁVEL ..... 32
TABELA 18 REFERÊNCIAS PARA AS LINHAS DE AÇÃO PRIORITÁRIAS PROPOSTAS PARA O OBJETIVO D. GOVERNANÇA PARA INOVAÇÃO RESPONSÁVEL ..... 34

## Lista de acrónimos

ANI – Agência Nacional de Inovação

BERD – Despesa em I&D das Empresas (Business Enterprise Expenditure on R&D)

BMBF – Ministério Federal da Educação e Investigação da Alemanha (Bundesministerium für Bildung und Forschung )

CATIM – Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica

CCDR-N – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

CE – Comissão Europeia

CEIIA – Centro de Excelência para a Inovação da Indústria Automóvel

CeNTI – Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes

CIT – Centros de Interface Tecnológico

CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal

CTCOR – Centro Tecnológico da Cortiça

CTCP – Centro Tecnológico do Calçado de Portugal

DGEEC – Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência

DTX – Digital Transformation CoLAB

ESF – European Science Foundation

EUA – Estados Unidos da América

FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia

I&D – Investigação e Desenvolvimento

IES – Instituição de Ensino Superior

INEGI – Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

INESC TEC – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência

INL – International Iberian Nanotechnology Laboratory

IRN – Iniciativa Regional de Nanotecnologia

ISI – Institute for Scientific Information

NMBP – Nanotecnologias, Novos Materiais, Biotecnologia e Processos Avançados de Produção

NMP – Nanotecnologias, Novos Materiais e Processos Avançados de Produção

NSTC – National Science and Technology Council

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PCT – Parques de Ciência e Tecnologia

PIB – Produto Interno Bruto

PIEP – Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros

PME – Pequena e Média Empresa

PPC – Paridade do Poder de Compra

RIS3 – Estratégia Regional de Especialização Inteligente

SAF – Sistema de Apoio e Financiamento

SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação

STEM – Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

SWOT – Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)

UE – União Europeia

UE28 – União Europeia a 28 Estados Membros

VAB – Valor Acrescentado Bruto

# 1. Introdução

Este trabalho apresenta um conjunto de contributos de nível estratégico para uma agenda regional para as nanotecnologias na Região do Norte. O trabalho foi desenvolvido por uma equipa do INESC TEC, por solicitação da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), no contexto da sua participação no projeto inter-regional europeu NMP-REG, que "visa a melhoria das políticas públicas para facilitar a transferência e disseminação das nanotecnologias, novos materiais e processos avançados de produção (NMP) pela indústria transformadora, contribuindo para as prioridades europeias e nacionais de desenvolvimento de uma economia do conhecimento e da inovação." (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2018a)

A metodologia adotada para o trabalho incluiu uma análise de diagnóstico, com elementos quantitativos e qualitativos, uma análise SWOT, com a identificação de pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças para o ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias, e o desenvolvimento de uma proposta de visão, objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias, a partir dos pontos identificados na análise SWOT e de planos para as nanotecnologias de economias mais avançadas, considerados como referências para a evolução do ecossistema. Duas versões intercalares do conjunto de resultados foram apresentadas e discutidas em reuniões com atores regionais na área das tecnologias NMP, promovidas pela CCDR-N, também no âmbito do projeto NMP-REG.

Este apêndice complementa o documento principal do trabalho, sistematizando um conjunto de informação mais detalhada sobre os dados, métodos e resultados de cada um dos seus três componentes, tratados individualmente em cada um dos três capítulos seguintes.

## 2. Contexto e diagnóstico

### 2.1. Dados e métodos

O contexto e diagnóstico foram inicialmente desenvolvidos através de uma caracterização geral socioeconómica e competitiva da região, e do seu sistema técnico-económico relacionado com as nanotecnologias, com atenção aos subsistemas de investigação e inovação, empresarial, e de apoio e financeiro. Os três subsistemas foram caracterizados, bem como as ligações entre si e com o exterior.

As principais fontes de informação utilizadas para os dados gerais sobre a região foram o sítio do INE (Instituto Nacional de Estatística, 2019), relatórios da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), nomeadamente os relatórios trimestrais "Norte Estrutura" (CCDR-N, 2018b; CCDR-N, 2018c) e o documento que define a Estratégia de Especialização Inteligente (RIS3) para a região Norte de Portugal (CCDR-N, 2014), um relatório da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) que apresenta um diagnóstico ao sistema nacional de investigação e inovação (FCT, 2013), inquéritos a doutorados realizados pela Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC, 2017) e pela European Science Foundation (ESF, 2017) que complementam os dados recolhidos no sítio do INE, e os dados da Comissão Europeia relativos ao *Regional Competitive Index* (RCI) (Comissão Europeia, 2019a), ao *Regional Innovation Scoreboard* (RIS) (Comissão Europeia, 2019b) e ao *Regional Innovation Monitor* (Comissão Europeia, 2019c) da região Norte de Portugal.

As fontes de informação utilizadas relativas a dados mais específicos sobre a nanotecnologia foram o sítio do StatNano (StatNano, 2019), relatórios da Comissão Europeia sobre o impacto das nanotecnologias (Comissão Europeia, 2018) e sobre transferência de tecnologia na área das nanotecnologias (Allan et al., 2019), indicadores sobre nanotecnologias disponibilizados pela OCDE (OCDE, 2017), e o relatório de um projeto que teve por objetivo propor um *roadmap* para as nanotecnologias na região Norte de Portugal (SPI, 2018). Adicionalmente, estas informações foram também confrontadas com informação recolhida em reuniões realizadas, no âmbito do projeto NMP-REG, com os principais atores regionais da área das nanotecnologias.

Os resultados da análise foram posteriormente organizados de forma alinhada com os objetivos estratégicos entretanto delineados, e é assim que são expostos neste capítulo.

Este apêndice apresenta informação detalhada que suporta e complementa as secções do contexto e diagnóstico apresentado no documento principal, tanto informações provenientes de dados quantitativos como de dados qualitativos.

## 2.2. Situação socioeconómica e competitiva

### Indicadores quantitativos

| Indicador | Valor | Fonte |
|---|---|---|
| Área territorial absoluta da região Norte de Portugal (2018) | 21 286 km² (aprox. 23% da área de Portugal) | INE (2019) |
| População residente na região Norte de Portugal (2018) | 3 572 583 (aprox. 35% da população de Portugal) | INE (2019) |
| Produto Interno Bruto (PIB) da região Norte de Portugal (2018) | 60,2 mil milhões de euros (29,5% do PIB de Portugal) Crescente desde 2012 | INE (2019) |
| Taxa de variação real do PIB da região Norte de Portugal (2016) | 1,9% | CCDR-N (2018b) |
| Taxa de variação real do PIB de Portugal (2016) | 1,5% | CCDR-N (2018b) |
| Taxa de variação real do PIB da União Europeia (UE28) (2016) | 2,0% | CCDR-N (2018b) |
| PIB per capita da região Norte de Portugal expresso em paridades do poder de compra (PPS) | 19 000 | (Comissão Europeia, 2019c) |
| PIB per capita da região Norte em percentagem do PIB per capita de Portugal (2004-2018) | 78,2%-85,0% (aumento consistente) | CCDR-N (2018b) |
| PIB per capita da região Norte em percentagem do PIB per capita europeu (2004-2018) | 63,1%-65,2% (aumento consistente) | CCDR-N (2018b) |
| Evolução económica da região Norte de Portugal (análise qualitativa) | Caracterizada por ciclos fortemente influenciados por choques externos que provocaram reações num processo geral de adaptação à mudança. Recentemente, após um período recessivo para a região provocado pelo alargamento da União Europeia, a liberalização total do comércio internacional de têxteis, a crise do subprime e a crise das dívidas soberanas, a região tem vivido em clima de crescimento económico desde 2013. | CCDR-N (2018b) |
| | Entre 2014 e 2017 o crescimento económico da região ultrapassou o crescimento médio nacional, ainda que tenha ficado ligeiramente atrás do crescimento médio da União Europeia (UE28). | Comissão Europeia (2019c) |

| | | |
|---|---|---|
| Contribuição das atividades económicas do setor primário para o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da região Norte de Portugal (2017) | 1,5% | INE (2019) |
| Contribuição das atividades económicas do setor secundário para o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da região Norte de Portugal (2017) | 31,9% | INE (2019) |
| Contribuição das atividades económicas do setor terciário para o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da região Norte de Portugal (2017) | 66,6% | INE (2019) |
| Valor das exportações de bens para o PIB da região Norte de Portugal (2018) | 37,6% | INE (2019) |
| Proporção de bens de alta tecnologia nas exportações da região Norte de Portugal (2018) | 4,9% | INE (2019) |
| Proporção das exportações de Portugal realizadas na região Norte (2018) | 41,1% | INE (2019) |
| Proporção de bens de alta tecnologia nas exportações de Portugal (2018) | 4,0% | INE (2019) |
| Taxa de desemprego na região Norte de Portugal (2013-2018) | 17,1%-7,3%<br>(redução de 57% no período) | INE (2019) e CCDR-N (2018c) |
| Taxa de emprego na região Norte de Portugal (2017) | 71,5%<br>(subida de 3,8% em relação ao ano anterior) | CCDR-N (2018c) |
| Percentagem de emprego na indústria transformadora na região Norte de Portugal (2017) | 24,8% | INE (2019) e CCDR-N (2018c) |
| Taxa de variação do emprego na indústria transformadora na região Norte de Portugal (2017) | +3,5% | INE (2019) e CCDR-N (2018c) |
| Taxa de variação do emprego na indústria transformadora na região Norte de Portugal (2016) | +1,3% | INE (2019) e CCDR-N (2018c) |
| Crescimento da produtividade aparente do trabalho na região Norte de Portugal entre 2008 e 2016 | 12,1%<br>(média anual de 1,4%)<br><br>Nota explicativa: Este crescimento é ligeiramente superior à variação anual dos preços dos bens e serviços prestados (0,9%) entre 2008 e 2016 e deve-se quase exclusivamente ao aumento da eficiência interna das empresas, que representou 97,5% deste crescimento, e quase nada à mobilidade intersectorial do emprego (i.e., mobilidade do pessoal para setores mais produtivos).<br><br>Segundo a Comissão Europeia, para este aumento têm contribuído as indústrias | CCDR-N (2018c) e Comissão Europeia (2019c) |

| | | |
|---|---|---|
| | transformadoras e os clusters e pólos tecnológicos e de competitividade da região | |
| Crescimento da produtividade aparente do trabalho em Portugal entre 2008 e 2016 | 5,3% | CCDR-N (2018c) |
| Aumento de produtividade acumulado das indústrias transformadoras da região Norte de Portugal, entre 2008 e 2016 | 8,7% | (Comissão Europeia, 2019c) |

*Tabela 1 Indicadores de apoio ao diagnóstico da situação socioeconómica e competitiva da região Norte de Portugal*

**Análise da posição da região Norte de Portugal no Índice Europeu de Competitividade Regional (RCI – Regional Competitiveness Index) de 2019**

A região encontra-se numa posição baixa e tem um nível de desenvolvimento também baixo (estado de desenvolvimento 2).

A dimensão de eficiência regional é a que tem uma classificação mais baixa. Nessa dimensão a região encontra-se pior classificada no que toca à educação superior e aprendizagem ao longo da vida (população com educação superior, educação contínua, abandono escolar, acessibilidade a universidades, balanceamento de género na educação superior), tendo uma classificação também bastante baixa no que diz respeito à a dimensão do mercado (rendimento disponível per capita, tamanho do mercado em volume de PIB, tamanho do mercado em dimensão populacional) e atingindo valores baixos, mas mais razoáveis de eficiência de trabalho (taxa de emprego, taxa de desemprego, desemprego a longo prazo, produtividade do trabalho, balanceamento de género no emprego e desemprego).

No que toca à dimensão de inovação, embora tenha uma classificação mais elevada do que a dimensão de eficiência regional, a região encontra-se numa posição bastante baixa do ranking europeu. Nesta dimensão a classificação mais baixa vai para o nível de inovação (patentes, emprego científico e tecnológico, publicações científicas, despesas com I&D), tendo a aptidão tecnológica ou "technological readiness" (acesso à Internet, utilização de Banda Larga, compras online) e a sofisticação empresarial (emprego, valor acrescentado bruto, colaboração entre PMEs inovadoras) obtido classificações mais razoáveis.

A dimensão base (instituições, estabilidade macroeconómica, infra-estruturas, saúde e educação básica) é a que está mais bem classificada e em melhor posição no ranking, onde se destacam pela positiva as classificações dadas à saúde (mortes na estrada, expectativa de vida, mortalidade infantil, taxa de mortes por doença, taxa de suicídio) e à educação básica (nível de educação em literatura, matemática e ciências). A classificação atribuída às infra-estruturas (estradas, auto-estradas, caminhos de ferro e aeroportos), embora sendo mais baixa dos que as anteriores, destaca-se por ser a única que se encontra em níveis superiores às regiões com que o Norte de Portugal é comparado (os seus pares).

## 2.3. Investigação e desenvolvimento

**Análise da posição da região Norte de Portugal no Regional Innovation Scoreboard de 2019**

O Regional Innovation Scoreboard de 2019 colocou o Norte de Portugal pela primeira vez entre os inovadores fortes, com um índice regional de inovação ligeiramente acima do de Portugal e a registar uma forte aproximação ao da UE (Comissão Europeia, 2019b).

Destaca-se pela positiva nesta aproximação o bom desempenho na utilização da proteção de marcas registadas e de design, bem como a despesa em inovação não relacionada com I&D.

Em comparação com o desempenho português, a região destaca-se também pelo bom nível de pedidos de patentes, embora seja muito inferior ao nível de pedidos de patentes europeu.

**Ações de política europeia identificadas pela análise de Allan et al. (2019)**

- Apoio de longo prazo à investigação em nanotecnologia, quando aplicável (garantindo a continuação da investigação para além do período de execução de projetos individuais), quer através do Horizonte 2020 quer de financiamento nacional/regional.

**Prioridades de política europeia identificadas pela análise da Comissão Europeia (2018)**

- Integração de tecnologias horizontais;
- Agrupamento de atividades de investigação;
- Investigação fundamental conjunta, bem como projetos de inovação conjuntos com empresas, instituições de ensino superior e organização de investigação.

## 2.4. Transferência de tecnologia

**Análise da posição da Região do Norte no contexto de Portugal Continental**

| Localização geográfica | Proporção da despesa em I&D das empresas em função do total nacional | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Norte | 26,9% | 32,0% | 33,4% | 34,4% | 34,2% | 32,3% | 35,6% |
| Centro | 14,5% | 16,7% | 17,7% | 20,4% | 19,1% | 20,1% | 19,7% |
| Área Metropolitana de Lisboa | 56,2% | 48,2% | 46,0% | 42,0% | 42,7% | 44,0% | 40,8% |
| Alentejo | 1,8% | 2,2% | 2,0% | 2,3% | 3,0% | 2,8% | 3,0% |
| Algarve | 0,3% | 0,3% | 0,3% | 0,4% | 0,6% | 0,4% | 0,4% |
| Portugal Continental (total) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

*Tabela 2 Proporção da despesa em I&D das empresas (Instituto Nacional de Estatística, 2019)*

| Localização geográfica | Proporção de pessoal ao serviço de atividades de I&D nas empresas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Norte | 3,9% | 4,0% | 6,3% | 5,1% | 4,8% | 4,7% |
| Portugal (média) | 4,1% | 4,2% | 4,9% | 4,7% | 4,6% | 4,8% |

*Tabela 3 Proporção de pessoal em atividades de I&D nas empresas (Instituto Nacional de Estatística, 2019)*

| Localização geográfica | Exportações (milhões de euros) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Norte | 16 022,0 | 16 792,4 | 17 218,0 | 18225,1 | 19 334,5 | 20 503,2 | 22 114,5 | 22 635,1 |
| Norte (%) | 37,4% | 37,1% | 36,4% | 37,9% | 39,0% | 41,0% | 40,2% | 39,2% |
| Portugal | 42 828,0 | 45 213,0 | 47302,9 | 48 053,7 | 49 634,0 | 50 038,8 | 55 029,3 | 57 806,5 |

*Tabela 4 Volume de exportações (Instituto Nacional de Estatística, 2019)*

| Localização geográfica | Proporção de exportações de bens de alta tecnologia (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Norte | 2,09 | 3,18 | 3,73 | 4,03 | 3,75 | 4,51 | 5,28 |
| Portugal | 3,07 | 3,30 | 3,40 | 3,62 | 3,81 | 4,44 | 4,55 |

*Tabela 5 Proporção de exportações de bens de alta tecnologia (fonte: INE)*

**Ações de política europeia identificadas pela análise de Allan et al. (2019)**

- Intercâmbio e promoção de boas práticas em transferência de nanotecnologias – adaptando-as quando necessário – por exemplo, com base em modelos de educação que promovam os empreendedores; e modelos de colaboração baseados na cocriação, com tecnólogos e quadros empresariais a trabalhar em conjunto para a relevância de mercado das nanotecnologias, de particular importância dada a natureza transversal das nanotecnologias.
- Aceitar insucessos razoáveis, sem penalizações excessivas, em todas as partes da cadeia de valor das nanotecnologias, sobretudo por parte das novas empresas e empreendedores, e promover ações que possam apoiar uma mudança de mentalidade.

- Permitir a transferência de académicos para as empresas (por exemplo, para lançar um novo negócio ou integrar-se numa empresa), mas garantindo um percurso normal de regresso, independentemente do sucesso da iniciativa empresarial. Tal é muito importante em áreas como a das nanotecnologias, onde as boas ideias têm atualmente uma elevada taxa de insucesso.
- Apoiar (e usar como modelos para outros) *hubs* de nanotecnologias que demonstrem um bom entendimento das necessidades da comunidade; que forneçam serviços holísticos e complementares para impulsionar uma indústria emergente; e que ofereçam uma carteira de serviços que cubra integralmente as fases mais críticas de desenvolvimento.
- Alavancar estruturas e redes existentes (por exemplo, plataformas, *pilot lines*, *testbeds*) para intensificar o apoio ao empreendedorismo na área das nanotecnologias, por meio de medidas reforçadas de *networking*, *mentoring* e desenvolvimento de competências (técnicas e não técnicas).
- Explorar o horizonte para identificar inovações de elevado potencial em nanotecnologias, a nível da UE (por exemplo, o Radar de Inovação TIC), a nível nacional e em organizações de investigação (com gestores de investigação/inovação com uma boa visão geral dos projetos para que possam identificar aqueles com maior probabilidade de sucesso, para a definição de prioridades de recursos e para permitir que gabinetes dedicados à transferência de tecnologia ajudem os investigadores a atingir expectativas realistas para o seu trabalho) e para identificar potenciais empreendedores que necessitem de apoio para fazer avançar as suas ideias.
- Reconhecer a importância do papel das instalações piloto e dos demonstradores como formas de permitir à investigação atravessar o Vale da Morte para a comercialização, particularmente em áreas desafiantes como a das nanotecnologias, e apoiar essas instalações e a sua utilização, estabelecendo ligações entre as instalações quando apropriado e aumentando as atividades de boas práticas na sensibilização e interação entre os atores.
- Melhorar a divulgação dos pontos fortes da UE nas nanotecnologias, como um meio de reforçar a transferência de tecnologia. Tal refletiria o comportamento de outros países e permitiria à UE reter um histórico mais completos dos avanços e ações na área das nanotecnologias, apesar das mudanças de liderança, facilitando assim a aprendizagem a partir de experiências passadas nos domínios das políticas e programas para as nanotecnologias.

**Prioridades de política europeia identificadas pela análise da Comissão Europeia (2018)**

- Apoio ao empreendedorismo;
- Facilitar a entrada das PMEs no setor das nanotecnologias;
- Apoio a atividades com elevados *Technological Readiness Levels*;
- Temas abrangentes nos programas de trabalho para atrair empresas de nicho e PMEs de crescimento rápido;
- Incentivos à inovação de produto, à inovação de processo e aumento da produtividade, e à cooperação intersectorial;
- Cooperação entre os atores, promovendo cadeias de valor e desenvolvendo a massa crítica das PMEs;
- Promoção de parcerias público-privadas;
- Contratação pública inovadora;
- Atividades de projeto relacionadas com o mercado;

- Requisitos e regras para os mecanismos de transferência de tecnologia e exploração de mercado;
- Planos de exploração mais detalhados e compromissos mais firmes dos parceiros empresariais com a exploração de resultados;
- Salvaguarda dos investimentos em investigação e inovação através da proteção dos direitos de propriedade intelectual;
- Alavancagem do investimento privado em investigação e inovação;
- Instrumentos financeiros de apoio às atividades empreendedoras;
- Medidas financeiras para atividades de investigação, desenvolvimento e inovação orientadas para o mercado;
- Incentivos ao setor financeiro para desenvolver instrumentos mais eficientes, em particular dirigidos às PMEs.

## 2.5. Comunicação, talento e infraestruturas

**Ações de política europeia identificadas pela análise de Allan et al. (2019)**

- Incentivos ao setor financeiro para desenvolver instrumentos mais eficientes, em particular dirigidos às PMEs.
- Alargar a formação e educação nas universidades e outras instituições académicas para incluir competências de empreendedorismo e gestão da inovação, e ao mesmo tempo procura atrair profissionais especializados em comercialização e tecnologias para funções como gestores de transferência de tecnologia e advogados de patentes, onde são necessárias competências complementares de tecnologia e de negócios.
- Capacitar os investigadores académicos no domínio da propriedade intelectual, através de períodos curtos de formação ("nano-PI 101") em patentes, direitos de autor, segredos comerciais e marcas registadas, licenciamento e transferência de nanotecnologia, no início das suas carreiras de investigação.
- Desenvolver e manter uma infraestrutura de nanotecnologias que tenha adequadamente em consideração tanto o *push* tecnológico com o *pull* do mercado, a finalidade da infraestrutura e as necessidades dos utilizadores. Através de esforços de colaboração e intercâmbio a nível da UE (como o ESFRI), a duplicação de instalações e esforços pode ser evitada, e a utilização das instalações pode ser otimizada através da partilha de boas práticas. A utilização otimizada de infraestruturas de nanotecnologias financiadas com fundos públicos para o bem público pode exigir uma revisão das regras em matéria de auxílios estatais que afetam a utilização de instalações pelas empresas e a consideração de exceções. Dar continuidade e aumentar a utilização adequada de instalações financiadas pela UE para as nanotecnologias, como as do Joint Research Centre.
- Incentivar e facilitar parcerias entre grandes empresas e PMEs, para capacitar as PMEs e permitir o desenvolvimento de nanotecnologias de modo a que estas tenham potencial para as grandes empresas.
- Ajudar as start-ups de nanotecnologias a encontrar clientes a fim de manter a sua presença como parte importante do ecossistema europeu, por exemplo, através da presença em feiras internacionais em associação com grandes empresas, e incentivando as empresas de maior dimensão a intensificarem as suas relações com as PMEs, para apoiar um ambiente mais forte de transferência de nanotecnologias na UE.
- Disponibilizar informação equilibrada e rigorosa sobre nanotecnologias a todos os atores, de acordo com as suas necessidades, desde as fichas de produto e recomendações

de manuseamento para os fabricantes aos MOOCs (Massive Open Online Courses) sobre nanotecnologias.
- Melhorar a comunicação entre os atores na área das nanotecnologias, aumentar a sensibilização e promover a articulação entre fornecedores, financiadores, financeiros, utilizadores (de um processo ou produto) e consumidores de nanotecnologias.

**Prioridades de política europeia identificadas pela análise da Comissão Europeia (2018)**

- Apoiar o desenvolvimento de competências, melhorando a adequação às necessidades da indústria;
- Educação e formação específica para aumentar a oferta de pessoal qualificado para as organizações na área das nanotecnologias;
- Estabelecer e reforçar instalações partilhadas de investigação e inovação que facilitem o acesso por parte das PMEs.

## 2.6. Governança

**Ações de política europeia identificadas pela análise de Allan et al. (2019)**

- Agir de imediato para se alcançar uma definição normalizada e aceite de nanotecnologia que possa ser utilizada (pelo menos) em toda a UE e reconhecida a nível mundial. Tal é essencial para muitas áreas, nomeadamente para as normas e regulamentos, para a segurança no trabalho e para os consumidores, e também para permitir aos fabricantes produzir e vender nanomateriais e produtos baseados em nanotecnologias.
- Utilizar normas para estimular o crescimento dos mercados das nanotecnologias e garantir a qualidade dos produtos europeus e dos produtos fabricados na UE, protegendo assim também o mercado das nanotecnologias da UE de importações de qualidade baixa.
- Apoiar toda a cadeia de valor das nanotecnologias através de fundos públicos ou privados, identificando as lacunas que exigem fundos públicos e, em especial, financiando as inovações mais promissoras e com maior potencial para lhes permitir alcançar patamares de demonstração, produção-piloto, expansão e implantação em larga escala, sobrevivendo ao Vale da Morte. Em simultâneo, aceitar que o retorno do investimento nas nanotecnologias requer paciência e uma ótica de longo prazo, exigindo repensar os modelos estabelecidos de investigação, investimento e negócio.
- Apoiar a investigação em segurança e risco nas nanotecnologias, inclusive incentivando uma melhor comunicação (interdisciplinar) entre a ciência dos materiais e a investigação em risco. Tal inclui a definição de protocolos representativos de situações reais (in vivo ou in vitro, com água real em vez de água de laboratório esterilizada) e protocolos de medições e padrões para equipamentos.
- Encorajar a tradução da investigação em segurança nas nanotecnologias em ferramentas regulatórias através de cooperação a nível da UE e internacional.
- Adotar o princípio de *"safety by design"* sempre que apropriado, em vez incorrer na necessidade subsequente de remediação de problemas originados por novos produtos ou novas nanotecnologias.

**Prioridades de política europeia identificadas pela análise da Comissão Europeia (2018)**

- Maior coordenação a nível da UE das políticas e regulação nacionais e locais, bem como um quadro político e regulatório harmonizado;
- Medidas fiscais de apoio à investigação e inovação;
- Redução da carga administrativa;
- Harmonização do panorama regulatório dos direitos de propriedade intelectual;
- Desenvolvimento, coordenação e monitorização de normas tecnológicas e de produção para as nanotecnologias;
- Proteção dos seres humanos, sejam eles trabalhadores ou utilizadores, e do ambiente;
- Consideração dos aspetos ambientais, de saúde e de segurança das nanotecnologias desde as fases mais precoces de desenvolvimento;
- Financiamento da investigação científica sobre questões de saúde, segurança e ambiente das nanotecnologias;
- Coordenação e acompanhamento a nível da UE do sistema de saúde, ambiente e segurança em nanotecnologias.

# 3. Análise SWOT

## 3.1. Dados e métodos

A partir do contexto e diagnóstico, bem como da análise SWOT realizada para a RIS3 da região (CCDR-N, 2014), identificaram-se os Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias. A análise realizada para a RIS3 do País Basco (Gobierno Vasco, 2014) foi também utilizada, estritamente como referência adicional de aspetos passíveis de formulação na matriz SWOT, para tornar ainda mais exaustiva a sua sistematização.

Neste capítulo é apresentada a análise SWOT detalhada que suporta a análise de alto nível incluída no documento principal. Para cada ponto detalhado desta análise é indicado se esse ponto resulta do contexto e diagnóstico desenvolvido neste trabalho (DIAG) e/ou das análises SWOT de referência (RIS3 da região – RIS3 – e RIS3 do País Basco – PB).

## 3.2. Análise SWOT detalhada

**Pontos fortes**

| Pontos Fortes | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | Ecossistema regional com alinhamento entre os sistemas de I&D, empresarial e de apoio e financiamento, e com crescente influência no desenvolvimento da região. | x | x | x |
| | O sistema de I&D da região corresponde a uma parte significativa da capacidade nacional, em número de unidades de I&D e níveis de despesa e de pessoal. | x | | |
| | A rede desenvolvida de atores e infraestruturas, associada à evolução positiva no esforço tecnológico e na intensidade de I&D, tem permitido, apesar de alguma fragmentação temática, a criação de massa crítica científica em vários domínios. | | x | x |
| | O sistema de I&D inclui articulação entre entidades, e capacidade e abrangência setorial da resposta às necessidades empresariais, nomeadamente para a formação de recursos humanos qualificados e especializados. | x | x | x |
| | Sistema empresarial diversificado e competitivo (dotado de qualidade e eficiência operacional), com orientação exportadora e um forte contributo para o aumento da produtividade da região. | x | x | x |

| Pontos Fortes | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional | Visibilidade internacional de entidades de referência. | x | | |
| | Esforço de presença em redes e fóruns internacionais. | x | | |
| | Elevados índices de exportação, com alguma expressão para os bens de alta tecnologia, no contexto nacional. | x | | |
| S3 – Boa produtividade científica | Três das sete instituições nacionais com maior contribuição científica na área das nanotecnologias estão presentes na região. | x | | |

*Tabela 6 Análise detalhada para os pontos fortes*

## Pontos fracos

| Pontos Fracos | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia | Consórcios de pequena dimensão e ausência de fóruns formais que cubram de forma alargada o ecossistema de inovação das nanotecnologias. | x | x | |
| | Reduzido nível de patenteamento. | x | | x |
| | Debilidades na organização e comunicação de informação sobre oportunidades de financiamento, e sobre as entidades apropriadas para apoios específicos às empresas. | x | x | |
| | Apoio escasso à prestação de serviços de I&D baseados nas infraestruturas, e de forma geral à adoção e produção de nanotecnologias, bem como aos processos de empreendedorismo e desenvolvimento de negócio e inovação na área. | x | | x |
| | Fragilidades de perceção sobre os aspetos de segurança, certificação e regulação a ter em consideração no desenvolvimento de novos produtos. | x | | |
| | Excessivo foco empresarial e do sistema de apoio e financiamento no curto prazo, que dificulta a compatibilização com os longos tempos de ida para o mercado típicos desta área tecnológica. | x | | |
| | Necessidade de melhorar a articulação e alinhamento do Sistema de Ciência e Tecnologia com a economia, focando em particular as áreas de maior impacto competitivo. | | x | x |

| Pontos Fracos | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| | Limitada inovação tecnológica e não-tecnológica nas empresas em comparação com regiões mais avançadas, aliada a uma baixa capacidade de perceção e absorção tecnológica, e exponenciada pela pulverização empresarial e reduzido *networking*. | | x[1] | x |
| W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento | Alinhamento imperfeito entre a oferta de formação avançada e a capacidade de absorção das empresas. | x | x | x |
| | Pouca absorção de trabalhadores qualificados, nomeadamente de doutorados, e escassez de algumas competências críticas, como a gestão de propriedade intelectual. | x | | |
| W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos | Alinhamento dos sistemas de apoio e incentivos regional, nacional e internacional considerado passível de melhoria. | x | | |
| | Celeridade e cobertura das finalidades de financiamento às entidades de I&D deveria ser fortalecida, por exemplo, no domínio das infraestruturas. | x | | |
| | Insuficiência dos instrumentos de engenharia financeira de suporte à inovação, à internacionalização e ao empreendedorismo. | x | x | |
| W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional | Por comparação com regiões mais avançadas, o reconhecimento internacional é limitado. | x | x | x |
| | O tecido empresarial e o sistema de apoio e financiamento podem crescer na orientação para a internacionalização. | x | | |
| | Capacidade limitada de atrair financiamento externo e fixar visitantes. | | x | x |
| | Fragilidades estratégicas na promoção da região. | | x | |

*Tabela 7 Análise detalhada para os pontos fracos*

[1] Ponto fraco identificado nos domínios de especialização "Sistemas Avançados de produção" e "Sistemas Agroambientais e Alimentação"

## Oportunidades

| Oportunidades | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| O1 – Melhoria de governança | Reavaliação da RIS3 (desenvolvimento de estratégias que promovam e tirem partido de concentração e racionalização de recursos, exploração de sinergias intersectoriais, promoção de mercados tecnológicos, designadamente com participação expressiva das empresas no financiamento à I&D, e fortalecimento do sistema de monitorização e avaliação). | x | x | |
| | A capacitação regulatória da região, nomeadamente valorizando avanços internacionais no domínio das nanotecnologias, desempenhará um papel central para o seu desenvolvimento e utilização. | x | | |
| O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores | A região oferece oportunidades crescentes de aplicação das nanotecnologias, tanto na fortemente presente indústria transformadora, como noutros setores, como a saúde. | x | x[2] | |
| O3 – Integração internacional | Aproveitamento de oportunidades criadas pela presença em redes e fóruns internacionais. | x | x | |
| | Escolha da região por entidades internacionais para desenvolver atividades na área das tecnologias NMP. | x | | |
| | Atuação no domínio das nanotecnologias pode ser potenciada por uma imagem e uma marca dedicada para a promoção da região. | x | | |
| | Potencial relativamente inexplorado de internacionalização das PMEs. | | x | |
| | Capacidade das empresas da região para explorar mercados emergentes de forte crescimento fora da UE. | | x | |
| O4 – Plataformas base de apoio | Potencial das entidades de apoio ao empreendedorismo no apoio ao reforço empresarial. | x | x[3] | |
| | Potencial da digitalização para apoiar a colaboração. | x | x[3] | |
| | Oportunidades associadas à articulação com outras tecnologias com presença relevante na região. | | x[3] | |
| | Atitude pública relativamente à ciência, tecnologia e inovação, e aos desafios globais. | | | x |

*Tabela 8 Análise detalhada para as oportunidades*

[2] Oportunidade identificada no domínio de especialização de "Ciências da Vida e Saúde"
[3] Oportunidade identificada no domínio de especialização de "Sistemas Avançados de Produção"

## Ameaças

| Ameaças | | DIAG | RIS3 | PB |
|---|---|---|---|---|
| T1 – Concorrência internacional | A nível internacional a região é crescentemente pressionada pela concorrência das regiões dos países da Europa de Leste e da Ásia (risco de não-diferenciação, com muitas regiões a estarem ativas nos mesmos nichos, sem priorização real que lhes permita excelência). | x | | x |
| | Reduzida atratividade relativa da indústria dificulta a captação de recursos humanos especializados ou de elevada qualificação. | x | x | x |
| | Transferência de centros de decisão e risco de realocação de atividades empresariais para fora da região, particularmente pelas grandes empresas ou grupos económicos. | | x | x |
| T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários | Particularidades das nanotecnologias levam à necessidade de apoios elevados e de longo prazo, confrontando-se com restrições no crédito às empresas e no capital de risco e com o condicionamento da sustentabilidade do sistema regional pelos recursos públicos. | x | x | x |

*Tabela 9 Análise detalhada para as ameaças*

# 4. Elementos para um plano de ação

## 4.1. Dados e métodos

As propostas de visão, objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias foram construídas através de um exercício prospetivo a partir do diagnóstico regional e respetiva matriz SWOT, e da sua conjugação com a análise dos planos nacionais para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) e dos Estados Unidos (NSTC, 2016), países líderes a nível mundial neste domínio tecnológico, considerados como referências para a evolução do ecossistema, bem como de uma análise de enquadramento com a RIS3 da região e com a Comunicação da Comissão Europeia de 2004 "Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias" (Comissão Europeia, 2004).

A análise das relações entre os quadrantes da matriz SWOT conduziu a uma versão preliminar das propostas. Nesta análise partiu-se da identificação de prioridades e desafios internos do ecossistema regional de inovação para as nanotecnologias, bem como de formas de explorar oportunidades e mitigar ameaças, para suportar a definição da visão, dos principais objetivos para o sucesso do ecossistema neste contexto, e das linhas de ação prioritárias para atingir esses objetivos.

A versão preliminar foi posteriormente validada, refinada e completada através da análise comparativa com os planos da Alemanha e dos Estados Unidos, e do enquadramento com a RIS3 da região e com a comunicação fundacional da Comissão Europeia de 2004, melhorando-se em simultâneo a sua consistência interna e externa.

Definiram-se deste modo a visão de uma região que contribui e beneficia plenamente da revolução na tecnologia e na indústria criada pelo entendimento e pelo controlo da matéria à nanoescala, e objetivos e eixos fundamentais de atuação estratégica alinhados com a análise SWOT que permitirão a expansão e consolidação do ecossistema, disponibilizando-se ao mesmo tempo uma base de trabalho para um futuro estabelecimento de prioridades e agendas concretas de execução de medidas.

Esta secção começa por identificar os principais elementos presentes nos contributos iniciais resultantes da análise SWOT e nos planos da Alemanha e dos Estados Unidos que sustentam a definição dos objetivos estratégicos propostos. De seguida, para cada objetivo estratégico, são apresentadas a articulação com a análise SWOT e, à semelhança dos objetivos estratégicos, o suporte nos contributos iniciais resultantes da análise SWOT e nos planos da Alemanha e dos Estados Unidos.

## 4.2. Referências para os objetivos estratégicos propostos

| | Referências para os elementos para um plano de ação | | |
|---|---|---|---|
| **Objetivos estratégicos** | Contributos iniciais resultantes da análise SWOT | Plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) | Plano nacional para as nanotecnologias dos EUA (NSET) |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | Fortalecer a cadeia de valor das nanotecnologias na região (da criação de conhecimento à comercialização de produtos e serviços). | Aligning nanotechnology support to priority tasks for the future within the new High-Tech Strategy. (p. 9) | Advance a world-class nanotechnology research and development program. (p. 6) |
| B. Promover transferência de tecnologia | Fortalecer a cadeia de valor das nanotecnologias na região (desde a criação de conhecimento à comercialização dos produtos e serviços que dele resultam).<br>Promover uma melhor ligação entre o sistema de investigação e inovação e o sistema empresarial da região.<br>Promover a integração da região na realidade internacional das nanotecnologias. | Improving the competitiveness of German companies by more efficient implementation of results. (p. 9)<br>Alignment of International Activities. (p. 46) | Foster the transfer of new technologies into products for commercial and public benefit. (p. 10) |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | Promover uma melhor ligação entre o sistema de investigação e inovação e o sistema empresarial da região.<br>Clarificar o enquadramento institucional da área das nanotecnologias na região. | Creating innovation-friendly framework conditions for sustainable management (p. 10) | Develop and sustain educational resources, a skilled workforce, and a dynamic infrastructure and toolset to advance nanotechnology. (p. 16) |
| D. Governança para inovação responsável | Clarificar o enquadramento institucional da área NMP na região. | Ensuring responsible governance (…) as a contribution to sustainable development through accompanying risk research and communication. (p. 9)<br>Creating innovation-friendly framework conditions for sustainable management (p. 10) | Advance a world-class nanotechnology research and development program. (p. 6)<br>Support responsible development of nanotechnology. (p. 22) |

*Tabela 10 Referências para os objetivos estratégicos propostos*

### 4.3. Objetivo A. Avanços fortes e priorizados na I&D

Os avanços fortes e priorizados na I&D são possibilitados por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1) e uma boa produtividade científica (S3), e alavancam as dinâmicas dos potenciais mercados utilizadores (O2) e sinergias com capacidades e plataformas transversais e de outras áreas (O4), permitindo também colmatar fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1).

| | **Pontos Fortes (S)** | **Pontos Fracos (W)** | |
|---|---|---|---|
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | Dinamização através de financiamento transversal aos diferentes atores.<br>Condições de base para a promoção de grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | Colmatar fragilidades, sobretudo através da vertente das grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia |
| S3 – Boa produtividade científica | Capacidade de base. | | |
| O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores<br>O4 – Plataformas base de apoio | Alavancadas sobretudo na vertente das grandes iniciativas, articuladas, de reforço sistémico. | Ameaças de natureza sistémica, relevantes para todos os objetivos estratégicos. | T1 – Concorrência internacional<br>T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários |
| | **Oportunidades (O)** | **Ameaças (T)** | |

*Tabela 11 Articulação entre a análise SWOT e o objetivo A. Avanços fortes e priorizados na I&D*

| **Objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias** | **Referências para os elementos para um plano de ação** | | |
|---|---|---|---|
| | Contributos iniciais resultantes da análise SWOT | Plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) | Plano nacional para as nanotecnologias dos EUA (NSTC, 2018) |
| A. Avanços fortes e priorizados na I&D | Fortalecer a cadeia de valor das nanotecnologias na região (da criação de conhecimento à comercialização de produtos e serviços). | Aligning nanotechnology support to priority tasks for the future within the new High-Tech Strategy. (p. 9) | Advance a world-class nanotechnology research and development program. (p. 6) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| A1. Financiamento da investigação fundamental ao desenvolvimento tecnológico, e dos investigadores individuais às redes de organizações | Promover a melhoria de indicadores de resultados científicos.<br><br>Promover uma linha de financiamento base para entidades do sistema de investigação e inovação.<br><br>Promover a facilidade de inclusão do acesso a entidades do sistema de investigação e inovação, nomeadamente Centros de Interface Tecnológico, em projetos já em curso. | Balancing National Funding. (p. 12)<br><br>One central challenge of nanotechnology is the interdisciplinary association of scientific and engineering disciplines. Efficient networking of stakeholders is consequently required for implementing nanotechnology innovations. (p. 12)<br><br>Potential gaps in (…) research funding were addressed by new instruments in order to continuously adapt (…) to the needs of different nanotechnology target groups. (p. 12) | Support R&D that extends the frontiers of nanotechnology and strengthens the intersections of scientific disciplines. (p. 6)<br><br>Activities (…) span a broad continuum, from support for basic and fundamental research (…) to technology development. (…) These efforts are executed through a balanced combination of grants to single investigators, collaborative research teams, and networks; research centers; and user facilities. (p. 8) |
| A2. Grandes iniciativas orientadas ao desenvolvimento de sistemas, em alinhamento com prioridades regionais, e em articulação com outras iniciativas | Promover o alinhamento entre atividades e iniciativas relacionadas com a área das nanotecnologias na região e a estratégia de especialização inteligente regional.<br><br>Promover o alinhamento entre atividades de investigação e desenvolvimento e as necessidades das empresas. | The future economic success of high-tech products will depend on whether advantage is consistently taken of new opportunities created by key technologies like nanotechnology. (p. 9)<br><br>By focusing its research support, the Federal Government is seeking to intensify economic and scientific collaboration, accelerate the extension of thematic strategic partnerships and to contribute to the prosperity and quality of life of our society through targeted transfer of results. (p. 9) | Identify and support nanoscale science and technology research enabled by breakthroughs in science, driven by national priorities, and informed by active engagement with stakeholders. (p. 6)<br><br>Advance a dynamic portfolio of Nanotechnology Signature Initiatives (NSIs) that are each supported by multiple NNI agencies and address significant national priorities. (p. 7)<br><br>Utilize Nanotechnology-Inspired Grand Challenges to engage the broader community to solve problems of national and global importance. (p. 7) |

*Tabela 12 Referências para as linhas de ação prioritárias propostas para o objetivo A. Avanços fortes e priorizados na I&D*

### 4.4. Objetivo B. Promover transferência de tecnologia

A promoção da transferência de tecnologia é possibilitada por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1), pelos elementos de visibilidade e integração em redes a nível internacional (S2, O3) e pela boa produtividade científica (S3), e alavanca as dinâmicas dos potenciais mercados utilizadores (O2) e as plataformas base de apoio, com ênfase nas que facilitam a aproximação entre os atores (O4), colmatando fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1) e limitações na orientação e reconhecimento internacional (W4).

<table>
<tr><th colspan="2">Pontos Fortes (S)</th><th colspan="2">Pontos Fracos (W)</th></tr>
<tr><td>S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento</td><td>Dinamização através de apoios à comercialização.<br>Contexto de partida de plataformas e atividades de aproximação entre os vários atores e dinâmicas de internacionalização.</td><td rowspan="3">Apoios à comercialização, disponibilização de plataformas e atividades de aproximação entre os atores, e internacionalização.</td><td rowspan="2">W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia</td></tr>
<tr><td>S2 – Elementos de visibilidade e participação em redes a nível internacional</td><td>Condições de partida para os esforços de internacionalização.</td></tr>
<tr><td>S3 – Boa produtividade científica</td><td>Sustentação através de uma dinâmica relevante de produção de novo conhecimento.</td><td rowspan="2">W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional</td></tr>
<tr><td>O2 – Dinâmica dos potenciais mercados utilizadores</td><td>Explorada de forma transversal.</td><td rowspan="3">Ameaças de natureza sistémica, relevantes para todos os objetivos estratégicos.</td><td>T1 – Concorrência internacional</td></tr>
<tr><td>O3 – Integração internacional</td><td>Ativação sobretudo no domínio dos esforços de internacionalização.</td><td rowspan="2">T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários</td></tr>
<tr><td>O4 – Plataformas base de apoio</td><td>Explorada com ênfase na disponibilização de plataformas e atividades de aproximação.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Oportunidades (O)</th><th colspan="2">Ameaças (T)</th></tr>
</table>

*Tabela 13 Articulação entre a análise SWOT e o objetivo B. Promover transferência de tecnologia*

| Objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias | Referências para os elementos para um plano de ação | | |
|---|---|---|---|
| | Contributos iniciais resultantes da análise SWOT | Plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) | Plano nacional para as nanotecnologias dos EUA (NSTC, 2018) |
| B. Promover transferência de tecnologia | Fortalecer a cadeia de valor das nanotecnologias na região (desde a criação de conhecimento à comercialização dos produtos e serviços que dele resultam).<br><br>Promover uma melhor ligação entre o sistema de investigação e inovação e o sistema empresarial da região.<br><br>Promover a integração da região na realidade internacional das nanotecnologias. | Improving the competitiveness of German companies by more efficient implementation of results. (p. 9)<br><br>Alignment of International Activities. (p. 46) | Foster the transfer of new technologies into products for commercial and public benefit. (p. 10) |
| B1. Financiamento a projetos de comercialização | Reforçar apoio ao empreendedorismo e desenvolvimento de negócios na área das nanotecnologias.<br><br>Promover e apoiar a transversalidade de aplicação das nanotecnologias, nomeadamente através do reforço do tecido empresarial em setores de interesse para a região e com potencial de aplicação das nanotecnologias.<br><br>Promover a melhoria de indicadores de sofisticação empresarial.<br><br>Sensibilizar vários atores da cadeia de valor para a natureza de médio-longo prazo e de tempos dilatados de ida para o mercado das nanotecnologias. | To this end, small and medium-sized innovative companies in particular are to be supported by means of targeted measures, in order to transfer more quickly pre-competitive technology developments into marketable commercial products. (p. 9)<br><br>The Federal Government supports both the generation of safe products as well as a culture of technological openness in the economy and society by means of (…) financing options for SMEs and start-ups (…). (p. 10-11)<br><br>Measures for the protection of intellectual property rights (p. 11) | Increase focus on nanotechnology-based commercialization and related support for public-private partnerships. (p. 10) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Promover a diferenciação entre entidades do sistema de investigação e inovação e facilitar a identificação por parte das empresas da entidade desse sistema mais adequada para satisfazer as suas necessidades.<br><br>Promover informação acerca dos sistemas de incentivo e sua utilização. | SMEs are of great significance for Germany as a business location and for the creation of new jobs in nanotechnology. It is therefore extremely important for SMEs to obtain facilitated access to research findings. The Federal Government thus promotes the innovative power of SMEs through targeted measures and reduces existing barriers to innovation. (p. 29) | Assist the nanotechnology-based business community in understanding the Federal Government's R&D funding and regulatory environment. (p. 10)<br><br>Promote broader accessibility and utilization of user facilities, cooperative research centers, and regional initiatives to accelerate the transfer of nanoscale science from lab to market. (p. 11) |
| B2. Plataformas e atividades de envolvimento dos atores | Promover iniciativas/projetos colaborativos entre empresas desenvolvedoras e utilizadoras de nanotecnologias, visando também incentivar a sua fertilização cruzada (intersectorial), em parceria com as entidades do sistema de investigação e inovação, sempre que necessário.<br><br>Promover a capacitação e o desenvolvimento dos clusters existentes na região, nomeadamente o seu papel de promotores de dinâmicas de colaboração e de inter-clusterização.<br><br>Promover mais colaborações entre o sistema de investigação e inovação e o sistema empresarial. | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| B3. Apoio à participação em iniciativas internacionais | Apoiar a participação ativa das entidades regionais nas redes e iniciativas europeias.<br><br>Promover a cooperação internacional, tanto do sistema de investigação e inovação como do sistema empresarial. | The appropriate avenues of international cooperation will also be extended in order to be able to utilise the knowledge available globally. (p. 9)<br><br>Potential strategic partners for scientific and technical cooperation are addressed at an early stage through the selection of international trade fair locations, associated with the accompanying evaluation of scientific and economic performance of the respective target region. (p. 29)<br><br>Alignment of International Activities (p. 46) | Engage in international activities integral to the development and responsible commercialization of nanotechnology-enabled products and processes. (p. 11) |
| B4. Visibilidade internacional | Criação e promoção de uma marca regional para as nanotecnologias.<br><br>Promover a diferenciação da região a nível internacional, no que diz respeito às nanotecnologias, e uma comunicação adequada dessa diferenciação. | Activities for the marketing of Germany as a location for nanotechnology include trade fair presentations and conference appearances, which support companies in the initiation of international cooperation. (p. 29) | - |

*Tabela 14 Referências para as linhas de ação prioritárias propostas para o objetivo B. Promover transferência de tecnologia*

## 4.5. Objetivo C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura

O desenvolvimento e a manutenção destas plataformas base são possibilitados por um ecossistema com uma base de atores, parcerias e alinhamento (S1), e alavancam sinergias com capacidades de outras áreas, bem como com plataformas transversais existentes e novas, por exemplo uma ciber-infraestrutura (O4), colmatando também fragilidades nos processos de transferência de tecnologia (W1) e desalinhamentos e défice de absorção de talento (W2).

| | **Pontos Fortes (S)** | | **Pontos Fracos (W)** |
|---|---|---|---|
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | Base disponível de plataformas e atividades de aproximação entre os vários atores. | Programas educacionais e acesso e partilha da rede de infraestruturas. | W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia<br><br>W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento |
| O4 – Plataformas base de apoio | Sinergias com capacidades de outras áreas e plataformas transversais existentes e novas, por exemplo ciber-infraestruturas. | Ameaças de natureza sistémica, relevantes para todos os objetivos estratégicos. | T1 – Concorrência internacional<br><br>T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários |
| | **Oportunidades (O)** | | **Ameaças (T)** |

*Tabela 15 Articulação entre a análise SWOT e o objetivo C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura*

| **Objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias** | **Referências para os elementos para um plano de ação** | | |
|---|---|---|---|
| | Contributos iniciais resultantes da análise SWOT | Plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) | Plano nacional para as nanotecnologias dos EUA (NSTC, 2018) |
| C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura | Promover uma melhor ligação entre o sistema de investigação e inovação e o sistema empresarial da região.<br><br>Clarificar o enquadramento institucional da área das nanotecnologias na região. | Creating innovation-friendly framework conditions for sustainable management (p. 10) | Develop and sustain educational resources, a skilled workforce, and a dynamic infrastructure and toolset to advance nanotechnology. (p. 16) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| C1. Comunicação com o público | - | (…) public discussion on the potential risks of nanotechnology. (p. 9)<br>Implementing Transparent and Open Communication. (p. 44) | Expand outreach and informal education programs in order to inform the public about the opportunities and impacts of nanotechnology. (p. 16) |
| C2. Programas educacionais | Promover o alinhamento da formação avançada oferecida pelas entidades do sistema de investigação e inovação com as necessidades do tecido empresarial.<br>Capacitar as empresas para a absorção de recursos humanos altamente qualificados.<br>Promover competências de estratégia e gestão de propriedade intelectual especificamente focadas em nanotecnologias. | Well qualified specialists, sufficient new scientific talent and needs-oriented training and further education for workers. (p. 11) | Establish and sustain programs that assist in developing and maintaining a skilled nanotechnology workforce. (p. 16) |
| C3. Rede acessível de infraestruturas, com ênfase em infraestruturas partilhadas | Apoiar a prestação de serviços por parte de entidades do sistema de investigação e inovação, nomeadamente dos Centros de Interface Tecnológico, com base nas suas infraestruturas. | - | Provide, facilitate the sharing of, and sustain the physical and cyber R&D infrastructure, notably user facilities and cooperative research centers. (p. 16) |
| C4. Ciber-infraestrutura | - | - | Promote the storage and sharing of data and the development and use of informatics tools for nanotechnology R&D. (p. 16) |

*Tabela 16 Referências para as linhas de ação prioritárias propostas para o objetivo C. Desenvolver e sustentar plataformas base de comunicação, talento e infraestrutura*

### 4.6. Objetivo D. Governança para inovação responsável

O ecossistema base de atores, parcerias e alinhamento (S1) e as oportunidades de melhoria de governança (O1) serão determinantes para colmatar as fraquezas apontadas nos objetivos anteriores e, em particular, os desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos (W3).

| | **Pontos Fortes (S)** | | **Pontos Fracos (W)** |
|---|---|---|---|
| S1 – Ecossistema com base de atores, parcerias e alinhamento | Contexto de partida de articulação abrangente entre entidades. | Reforço da coordenação e colaboração, bem como da difusão de boas práticas. | W1 – Fragilidades nos processos de transferência de tecnologia<br>W2 – Desalinhamento e défice de absorção de talento<br>W3 – Desalinhamentos nos sistemas de apoio e incentivos<br>W4 – Limitações na orientação e reconhecimento internacional |
| O1 – Melhoria da governança | Reforço da coordenação e colaboração.<br>Capacitação regulatória da região. | Ameaças de natureza sistémica, relevantes para todos os objetivos estratégicos. | T1 – Concorrência internacional<br>T2 – Incerteza nos apoios elevados e de longo prazo tipicamente necessários |
| | **Oportunidades (O)** | | **Ameaças (T)** |

*Tabela 17 Articulação entre a análise SWOT e o objetivo estratégico D. Governança para inovação responsável*

| **Objetivos estratégicos e linhas de ação prioritárias** | **Referências para os elementos para um plano de ação** | | |
|---|---|---|---|
| | Contributos iniciais resultantes da análise SWOT | Plano nacional para as nanotecnologias da Alemanha (BMBF, 2016) | Plano nacional para as nanotecnologias dos EUA (NSTC, 2018) |
| D. Governança para inovação responsável | Clarificar o enquadramento institucional da área NMP na região. | Ensuring responsible governance (…) as a contribution to sustainable development through accompanying risk research and communication. (p. 9)<br>Creating innovation-friendly framework conditions for sustainable management (p. 10) | Advance a world-class nanotechnology research and development program. (p. 6)<br>Support responsible development of nanotechnology. (p. 22) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| D1. Criação de uma Iniciativa Regional de Nanotecnologia, articulada com os órgãos regionais relevantes, com subgrupos de inovação e desenvolvimento responsável | Envolver os diferentes atores da cadeia de valor na concetualização de futuros sistemas de incentivo.<br><br>Alinhar sistemas de incentivo a nível regional, nacional e europeu, nomeadamente através da harmonização de critérios, otimização de metodologias de avaliação e otimização de processos de seleção.<br><br>Tornar os sistemas de incentivos mais céleres e previsíveis.<br><br>Regulamentar questões de segurança e certificação para as nanotecnologias. | (…) the Federal Government has bundled its activities and measures for nanotechnology support into one inter-departmental approach, the so-called "Action Plan Nanotechnology 2020". (p. 5)<br><br>A responsible innovation policy addresses both opportunity safeguarding and risk research. Close cooperation between politics, business, science and society is important for the success of such a sustainability-oriented strategy. (p. 8)<br><br>Coordinated collaboration amongst the federal ministries involved is necessary, especially in areas such as nanotechnology. Science, economy and politics will work closely together in the established manner to ensure early networking of participants to accelerate the efficient implementation of research results into applications and services. (p. 9)<br><br>(…) ensuring responsible governance of nanotechnology as a contribution to sustainable development through accompanying risk research and communication (p. 9)<br><br>(…) ensure the safe, environmentally friendly development of nanotechnology. (p. 10) | The activities (…) are coordinated under the Nanoscale Science, Engineering, and Technology (NSET) Subcommittee (…). NSET members work together to develop a comprehensive nanotechnology R&D program by establishing shared goals, priorities, and strategies that complement agency-specific missions and activities and provide opportunities for collaboration and leveraging of participating agencies' resources and investments. (p. 3)<br><br>In addition, the NNI provides a central interface for stakeholders and interested members of the general public, including those from academia, industry, and regional/state organizations, as well as international counterparts. (p. 3)<br><br>Working groups established by the NSET Subcommittee serve to strengthen interagency coordination and collaboration in critical areas such as commercialization and the environmental, health, and safety aspects of nanotechnology (nanoEHS). (p. 3)<br><br>Incorporate sustainability in the responsible development of nanotechnology. (p. 23) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| D2. Apoios dedicados a investigação e *intelligence*, promovendo a produção, sistematização, disseminação e adoção de conhecimento e boas práticas | Promover a caracterização periódica e sistemática da realidade da área das nanotecnologias na região. | This also includes the assessment of possible risks from nanotechnology and ensuring safe use of nanomaterials in production processes and products. (p. 9)<br><br>(…) better assessment of the potential risks and the operation of differentiated risk management by means of research projects. (p. 10)<br><br>Norms and standards can open up markets for innovative technologies and create market transparency. (p.11)<br><br>(…) supports the active involvement of (…) experts in the respective committees. (p. 11) | Assess the performance of the U.S. nanotechnology R&D program. (p. 7)<br><br>Support the creation of a comprehensive knowledge base for evaluation of the potential risks and benefits of nanotechnology to the environment and to human health and safety. (p. 22)<br><br>Create and employ means for timely dissemination, evaluation, and incorporation of relevant environmental, health, and safety (EHS) knowledge and best practices. (p. 23)<br><br>Develop the national capacity to identify, define, and responsibly address concepts and challenges specific to the ethical, legal, and societal implications (ELSI) of nanotechnology. (p. 23) |

*Tabela 18 Referências para as linhas de ação prioritárias propostas para o objetivo D. Governança para inovação responsável*

## Referências


Allan, J., Ferreri, A., Grande, S., Giannantonio, R., & Matteucci, F. (2019). *Technology Transfer in Nanotechnology*. EUR 29686 EN. Publication Office of the European Union. Luxembourg. ISBN 978-92-76-00671-8, doi:10.2760/183529, JRC115968. Acedido em https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC115968/jrc115968_jrc115968_technical_report_on_technology_transfer_in_nanotechnology.pdf.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF – Ministério Federal da Educação e Investigação). (2016). *Action Plan Nanotechnology 2020 – An inter-departmental strategy of the Federal Government*. Bonn. Acedido em https://www.bam.de/_SharedDocs/EN/Downloads/as-nano-action-plan-nanotechnology-2020.pdf?__blob=publicationFile.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). (2014). *Estratégia Regional de Especialização Inteligente*. Porto. Acedido em https://www.norte2020.pt/sites/default/files/public/uploads/documentos/norte2020_ris3.pdf.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). (2018a). Projeto NMP-REG. *Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte*. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/cooperacao-nmp-reg.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). (2018b). *Norte Estrutura, Ano I / Nº 4*. Porto. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrn/ficheiros_RegNorte/norteestrutura_20180320.pdf.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). (2018c). *Norte Estrutura, Ano II / Nº 5*. Porto. Acedido em https://www.ccdr-n.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrn/ficheiros_RegNorte/norteestrutura_primaveraverao2018.pdf.

Comissão Europeia. (2004). *Comunicação da Comissão – Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias*. Bruxelas. Acedido em https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0c0b7b1f-bd96-43e5-8f63-b26b2398b908/language-pt.

Comissão Europeia. (2009). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu e ao Comité Económico e Social Europeu – Nanociências e Nanotecnologias: Plano de Acção para a Europa 2005-2009 – Segundo Relatório de Execução 2007-2009*. Bruxelas. Acedido em https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52009DC0607&from=EN.

Comissão Europeia. (2018). *NanoData Impact Assessment – Energy, Health, ICT, Manufacturing, Photonics – Synthesis Report*. Bruxelas. Acedido em https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0fef9ab2-fccf-11e7-b8f5-01aa75ed71a1/language-en.

Comissão Europeia. (2019a). Regional Competitiveness Index 2019. *European Structural and Investment Funds Data*. Acedido em

https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/Regional-Competitiveness-Index-2019/363v-4uq6/.

Comissão Europeia. (2019b). *Regional Innovation Scoreboard 2019 – Regional profiles Portugal.* Acedido em https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36287/attachments/1/translations/en/renditions/native.

Comissão Europeia. (2019c). Regional Innovation Monitor Plus – North Region of Portugal. *European Commission.* Acedido em https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/base-profile/north-region-portugal.

Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC). (2017). *Inquérito aos Doutorados 2015 (CDH15) – Sumários estatísticos*. Lisboa. Acedido em http://www.dgeec.mec.pt/np4/69/.

European Science Foundation (ESF). (2017). *2017 Career Tracking Survey of Doctorate Holders – Project Report*. Strasbourg. Acedido em http://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/F-FINAL-Career_Tracking_Survey_2017__Project_Report.pdf.

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). (2013). *Diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação – Desafios, forças e fraquezas rumo a 2020*. Lisboa. Acedido em https://www.fct.pt/esp_inteligente/docs/SWOT_FCT_2013_Pt.pdf.

Gobierno Vasco. (2014). *PCTI Euskadi 2020 – A Smart Specialization Strategy – Research & Innovation Smart Specialisaton Strategy – RIS3*. Vitoria-Gasteiz. Acedido em http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/pcti_euskadi_2020/es_def/adjuntos/pcti_libro_en.pdf.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2019). *Anuário Estatístico da Região Norte*. Lisboa. Acedido em https://www.ine.pt/xurl/pub/410498016. ISSN 0871-911-x. ISBN 978-989-25-0506-0.

National Science and Technology Council (NSTC). (2016). *National Nanotechnology Initiative Strategic Plan*. Washington. Acedido em https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/2016-nni-strategic-plan.pdf.

National Science and Technology Council (NSTC). (2018). *The National Nanotechnology Initiative – Supplement to the President's 2019 Budget*. Washington. Acedido em https://www.nano.gov/sites/default/files/NNI-FY19-Budget-Supplement.pdf.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). (2017). Key Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). (2017). Key Nanotechnology Indicators. *OECD*. Acedido em http://oe.cd/kni.

Sociedade Portuguesa de Inovação (SPI). 2018. *Roadmap para a Promoção da Nanotecnologia na Região Norte de Portugal*. No âmbito do projeto nanotech@NortePT.

StatNano. (2019). Countries. *StatNano: Nano Science, Technology and Industry Information*. Acedido em https://statnano.com/countries.

White House. (2018). *White House FY2019 Budget Request – Research and Development*. Washington. Acedido em https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/02/ap_18_research-fy2019.pdf.