



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO  
DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC  
PARA O PERÍODO 2021-2027**





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# **ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC PARA O PERÍODO 2021-2027**

Lisboa • julho 2023

**OAC&T** TRANSPORTES

RELATÓRIO 278/2023 – DT/Chefia

## Título

**ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC PARA O PERÍODO 2021-2027**

## Autoria

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

### **Maria de Lurdes Antunes**

Investigadora-Coordenadora, Diretora de Departamento  
Coordenação

### **António Lemonde de Macedo**

Investigador-Coordenador do LNEC (Aposentado)  
Coordenação

*(Ordem alfabética)*

### **André Paixão**

Investigador Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transporte

### **Elisabete Arsénio**

Investigadora Principal, Departamento de Transportes

### **Sandra Vieira**

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

## Colaboração

*(Ordem alfabética)*

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

### **Ana Cristina Freire**

Investigadora Principal, Chefe do Núcleo de Infraestruturas de Transportes

### **António G. F. de Sousa Coutinho**

Investigador Principal com Agregação, Núcleo de Infraestruturas de Transportes

### **Carlos Almeida Roque**

Investigador Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

### **Fátima A. Batista**

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes

### **João Lourenço Cardoso**

Investigador-Coordenador, Chefe do Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

### **Simona Fontul**

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes

### **Vânia Marecos**

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: [lnec@lnec.pt](mailto:lnec@lnec.pt)

[www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

Relatório 278/2023

Proc. 0701/3102/23799

## ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC PARA O PERÍODO 2021-2027

### Resumo

---

No presente documento apresenta-se a Estratégia de Investigação e Inovação (I&I) referente ao período de 2021 a 2027 para o Departamento de Transportes (DT), elaborado tendo em atenção as principais orientações que decorrem da estratégia de investigação delineada para o LNEC (E2I 21-27).

Os principais aspetos contextuais que constituem referências ao nível internacional, europeu e nacional são particularizados para as áreas de competência do DT, sendo referidos os recursos, em termos de instalações e equipamentos, e as parcerias que se prefiguram disponíveis para a investigação científica a desenvolver.

Apresenta-se um conjunto de Objetivos Temáticos (OT) que incorporam as temáticas prioritárias da E2I do LNEC e respetivos desafios, na sua incidência no domínio dos transportes, e propõem-se Linhas de Investigação nas quais serão inseridos os projetos a desenvolver no âmbito desta Estratégia. Por fim, são feitas referências ao sistema de acompanhamento, que estará em linha com o sistema proposto na E2I do LNEC.

Palavras-chave: Investigação e inovação / Transportes / Linhas de investigação / Projetos

## RESEARCH AND INOVATION STRATEGY FOR LNEC TRANSPORTATION DEPARTMENT FOR THE PERIOD 2021 - 2027

### Abstract

---

This report presents the Transportation Department's Research and Innovation (R&I) Strategy for the period 2021 – 2027, prepared according to the main guidelines set in LNEC's R&I strategy (E2I 21-27).

The references derived from the International, European and National contexts are set for the specific competence areas of the Transportation Department. The available resources, in terms of facilities and equipment and the partnerships for the development of R&I are also considered.

A set of Thematic Objectives, which incorporate the priorities and challenges identified at LNEC's R&I strategy applied to the transport domain are presented and the research lines that will provide a framework for the R&I projects are proposed. Finally, the monitoring system for the plan is addressed, in line with LNEC's E2I system.

Keywords: Research and innovation / Transportation / Research lines



## Índice

1	Introdução .....	1
2	Enquadramento .....	3
2.1	Antecedentes .....	3
2.2	A E2I do LNEC para 2021-2027 .....	7
2.3	Contexto externo.....	9
2.3.1	Agenda 2030 da ONU.....	9
2.3.2	Contexto europeu .....	11
2.3.3	Contexto nacional .....	17
3	Competências e recursos do DT.....	23
3.1	Áreas de atividade e recursos humanos .....	23
3.2	Instalações e equipamentos .....	23
3.3	Colaborações e parcerias .....	24
4	Estrutura do Plano.....	26
4.1	Caracterização geral .....	26
4.2	Objetivos temáticos do Plano .....	27
4.3	Esquema organizativo .....	27
5	Programa de ação do DT .....	29
5.1	Linhas de Investigação .....	29
5.2	Projetos de Investigação.....	31
6	Sistema de acompanhamento .....	33
	Referências bibliográficas .....	35
	ANEXO – ANÁLISE SUCINTA DAS AGENDAS TEMÁTICAS DE I&I DA FCT .....	37

## Índice de figuras

Figura 2.1 – Os ODS da Agenda 2030 da ONU (United Nations, 2015) .....	9
Figura 2.2 – As cinco dimensões críticas que norteiam o desenvolvimento sustentável .....	10

## Índice de quadros

Quadro 2.1 – Agendas Temáticas da FCT.....	18
Quadro 4.1 – Organização das linhas de investigação e projetos do Plano de I&I do DT na sua relação com os objetivos temáticos adotados .....	28
Quadro 5.1 – Relação entre as Linhas de Investigação e os Objetivos Temáticos do Plano de I&I do DT .....	31
Quadro 5.2 – Projetos de I&I do DT para 2021-2027 com financiamento externo .....	32



# 1 | Introdução

Em 2020 ficou concluído formalmente o Plano de Investigação e Inovação (I&I) do Departamento de Transportes (DT) que vigorou desde 2013, alinhado com a Estratégia e o Programa de I&I do LNEC para o mesmo período. Na realidade prosseguiram para além de 2021, vários dos projetos no âmbito desse plano, quer com financiamento do LNEC quer com financiamento externo, em função da respetiva programação.

No presente documento apresenta-se a Estratégia de I&I para o DT, referente ao período que se segue (2021-2027), realizado pelo grupo de trabalho designado para o efeito, e com os contributos dos demais investigadores da Comissão Científica Departamental, que o aprovou.

Como se pode verificar no capítulo sobre os antecedentes (Secção 2.1), a estrutura e a avaliação intermédia e final do Programa de 2013-2020 ficaram devidamente documentadas em relatórios do LNEC. Nesses documentos foram igualmente vertidas conclusões e recomendações, que foram tidas em conta no planeamento da atividade de investigação científica a prosseguir.

Ao longo de 2020/2021 foram encetadas várias iniciativas ao nível do LNEC, e em particular do DT, tendo em vista contributos para a conceção e elaboração do próximo quadro no qual se irá processar o desenvolvimento dos trabalhos de investigação científica da instituição e deste setor, num contexto de pós-pandemia, a qual introduziu, nomeadamente, novos padrões de mobilidade e outros desafios a dar resposta.

Na secção 2.2 focam-se as principais orientações que decorrem da estratégia de investigação delineada para o LNEC e em 2.3 particularizam-se, para as áreas de competência do Departamento de Transportes (DT), os principais aspetos contextuais que ao nível internacional, europeu e nacional, constituirão referências a observar. No capítulo 3 apresentam-se sinteticamente as principais competências detidas no DT, assim como os recursos em termos de instalações e equipamentos que se prefiguram disponíveis para a investigação científica a desenvolver, sem prejuízo da sua complementação quer com os recursos de outras UD do LNEC quer no âmbito de parcerias a estabelecer com entidades nacionais e internacionais.

Das ilações retiradas da execução do plano transato e tendo em conta as orientações que se retiram da preparação da próxima Estratégia de Investigação e Inovação (E2I) do LNEC, apontou-se para uma estrutura do novo Plano de I&I do DT que respondesse adequadamente aos problemas e desafios mais prementes, satisfazendo requisitos de coerência e de consistência, mas também com um intuito de simplificação, e que se apresenta no capítulo 4, organizada em torno de objetivos estratégicos e objetivos temáticos.

A estratégia de I&I do DT irá ter a sua concretização através da condução de programas e de projetos, tal como consta do Programa de Ação a que se refere o capítulo 5.

De inegável importância para a consecução dos objetivos da atividade de investigação que é proposta, importa assinalar o papel do acompanhamento regular da execução do programa de I&I através de um processo, que consta do capítulo 6, adaptado às características do mesmo e que permita uma apreciação periódica dos seus resultados e a introdução de ajustamentos que se afigurem úteis e necessários ao longo da sua vigência.

## 2 | Enquadramento

### 2.1 Antecedentes

A atividade realizada no âmbito do Programa de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I do DT para o período antecedente, de 2013 a 2020, ficou documentada em três relatórios do LNEC/DT/Chefia:

- Relatório 110/2015 (abril de 2015) – *Estratégia e Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC*;
- Relatório 249/2018 (junho de 2018) – *Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC: Revisão Intercalar (2013-2017)*;
- Relatório 216/2021 (maio de 2021) - Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC: Revisão Complementar (2018-2020) e Avaliação Final.

Neste âmbito foi definida uma estratégia de ID&I com o horizonte de 2020, de acordo com a qual, o DT iria prosseguir, em termos de investigação científica nas suas áreas de competência, o seguinte objetivo geral (Macedo, 2015):

*Produzir resultados cientificamente fundamentados que sirvam de contributos para que as redes e os sistemas de mobilidade de pessoas e bens e respetivas infraestruturas de transporte possam satisfazer as principais exigências de qualidade e de sustentabilidade postas pela sociedade no presente, e previsíveis num futuro próximo, contemplando quer as ligações interurbanas quer as redes urbanas.*

Os resultados da atividade de ID&I a desenvolver no DT, no horizonte definido, com a participação de outros setores do LNEC e de parceiros externos, foram então direcionados para responder a necessidades e desafios colocados pela sociedade no domínio dos transportes nas vertentes cobertas pelo DT, enquadrados em três grandes “Temáticas Objeto” (TO), relacionadas com os “eixos programáticos” e as “temáticas prioritárias” da E2I do LNEC:

**TO1 - Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transporte**

**TO2 - Operação eficiente e segura das redes de transporte**

**TO3 - Sistemas de transporte custo-eficazes e melhoria da mobilidade urbana**

Os projetos de ID&I contemplados nesse Programa foram canalizados para as temáticas objeto através da sua inclusão em linhas de investigação prioritárias propostas pelo conjunto dos investigadores nas áreas de competência do Departamento: 3 linhas na TO1, 2 linhas na TO2 e 2 linhas na TO3.

Foi previsto e seguido um processo de acompanhamento da execução do Programa, através quer de intervenções regulares, sobretudo para atualização das fichas dos projetos, com os resultados que iam sendo obtidos ou com a inclusão de novos projetos, quer da realização de duas revisões abrangentes, que tiveram lugar, respetivamente, em 2017, sensivelmente a meio do seu período de vigência, e em 2020, no termo desse período e que incluiu uma avaliação final.

Na revisão intercalar de 2017, muito circunstanciada, foram propostos ajustamentos pontuais ao Programa, assim como emitidas recomendações mais gerais e já aí delineadas algumas perspetivas quanto ao prosseguimento futuro da investigação no domínio em causa, tendo como referência sobretudo orientações europeias dirigidas à preparação do Programa Horizonte Europa (Macedo *et al.*, 2018).

Na revisão complementar e avaliação de 2020, fez-se um balanço final, através de métricas referentes às linhas de investigação, às temáticas objeto e à globalidade do Programa, contemplando os 26 projetos realizados (18 dos quais concluídos), sendo de destacar os seguintes resultados (Macedo e Coutinho, 2021):

- Promoção do conhecimento científico e capacitação - 12 teses de doutoramento e 57 teses de mestrado (média de 7 por ano) orientadas ou coorientadas por investigadores do DT, assim como o acolhimento de 40 alunos para desenvolvimento de trabalhos conducentes, na sua maioria, a dissertação ou tese.
- Publicações científicas e técnicas - 60 artigos publicados em revistas com revisão científica (média superior a 7 por ano), 63 relatórios científicos de projetos conjuntos com entidades externas (média anual de 8), 151 comunicações em livros ou atas com arbitragem publicadas (média anual de 19, das quais cerca de 60 % internacionais).
- Outras ações de disseminação do conhecimento científico e técnico - 92 comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos, dos quais cerca de 2/3 em eventos internacionais (média anual praticamente de 12) e participação na organização de 36 eventos e cursos (média de 3,5 por ano).
- Impacto na sociedade e na sustentabilidade do LNEC - além dos meios desenvolvidos ou adquiridos, como equipamentos experimentais e vários programas informáticos que aumentam o potencial científico e técnico do Departamento e por extensão do LNEC, obtido o financiamento de 875.000 € para a investigação (média de 109.000€/ano), do qual pouco menos de 60 % proveniente de fontes internacionais.

Em termos dos resultados propriamente ditos da atividade de investigação, concluiu-se que os projetos desenvolvidos forneceram vários contributos efetivos para o cumprimento dos objetivos inicialmente definidos, realçando-se os seguintes:

- Novas soluções - tendo presente uma abordagem de economia circular e conjugando o baixo custo com a redução da pegada de carbono - para as operações de reabilitação de pavimentos rodoviários e aeroportuários, obtidas através quer do estudo e validação da aplicação de novos materiais e de novas tecnologias quer do desenvolvimento de misturas inovadoras, envolvendo, nomeadamente, a incorporação de elevadas percentagens de agregados provenientes de materiais reciclados e a sua multi-reciclagem.
- Melhoria do conhecimento das propriedades físicas e mecânicas de materiais de balastro e da sua relevância para o desempenho da via-férrea, através da aplicação de métodos avançados

de análise estrutural e da modelação física e numérica; implicando, além disso, o desenvolvimento de protótipos, tais como um modelo físico para ensaios, sistemas de aquisição de dados, sistemas de ensaios não destrutivos e aplicações específicas.

- Desenvolvimento de novas ferramentas para apoio à gestão patrimonial de infraestruturas de transportes, designadamente: a utilização de modelos e técnicas de inteligência artificial e a melhoria de técnicas de ensaio com recurso ao radar de prospeção para avaliação do desempenho funcional e previsão da evolução da degradação de pavimentos; a realização de um sistema protótipo (equipamento e software) embarcado num veículo ferroviário para avaliação de diferentes parâmetros de resposta de interação dinâmica da via-férrea com o veículo.
- Conceção de uma arquitetura para um sistema de gestão das intervenções em segurança rodoviária na infraestrutura, apoiada por ferramentas avançadas de análise da informação constante de bases de dados, em condições de ser aplicada na Rede Rodoviária Nacional.
- Identificação de fatores associados à envolvente rodoviária e aos seus utentes, estatisticamente relacionáveis com a gravidade das lesões nos ocupantes de veículos em acidentes por despiste, com recurso ao desenvolvimento de modelos matemáticos, quer ordenados quer não ordenados.
- Consolidação do conhecimento sobre soluções de transporte inovadoras e tecnologias a aplicar para a descarbonização da mobilidade urbana, e para a sustentabilidade em geral, suportados pelos resultados da experiência em casos pilotos ao nível de municípios nacionais, incluindo, nomeadamente, a avaliação de comportamentos relativos a escolhas modais envolvendo a disponibilização de novos serviços de mobilidade ou opções de transporte através de inquéritos de preferências declaradas e modelos de escolha discreta.
- Integração das preocupações e critérios de equidade social e intermodalidade/multimodalidade nas análises no âmbito do planeamento e economia de transportes (p. ex., na Análise Custo-benefício e em Planos de Mobilidade Urbana Sustentável).

De registar também que foi desenvolvida uma intensa procura de financiamento externo para projetos de investigação, tendo, para além das submissões bem-sucedidas que permitiram obter a receita acima referida, sido submetidas outras 58 candidaturas a programas nacionais e europeus.

As conclusões vertidas nesse relatório de avaliação final do Programa apontaram para vários aspetos, designadamente para as vantagens da elaboração de uma estratégia própria ao nível da unidade departamental, alinhada com a do LNEC: i) o enquadramento e a motivação que proporciona aos investigadores para atingirem, com os projetos que propõem, objetivos bem definidos e contextualizados; ii) a importância das parcerias com um âmbito alargado incluindo a indústria, na perspetiva dos contributos para a inovação tecnológica; iii) e a necessidade da angariação de financiamento externo para a atividade de investigação científica,

Destacam-se as recomendações que emanaram do referido documento, de especial interesse para a elaboração da nova Estratégia para 2021-2027 que é objeto do presente relatório:

- Revisitar o contexto económico e social que se apresenta atualmente e se perspetiva no médio prazo para o País, para a Europa e o Mundo, de modo a se identificarem os novos desafios e as necessidades emergentes no período pós-COVID nas áreas abrangidas pela atuação do DT;
- Atender aos instrumentos mais atuais de política e estratégicos, europeus e nacionais, que incorporam as principais preocupações, orientações e opções de investimento prioritárias com incidência no setor dos transportes (Pacto Ecológico Europeu, Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente, Política Europeia de Segurança Rodoviária, Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, Programa Nacional de Investimentos 2030, Plano de Recuperação e Resiliência, etc.);
- Atender aos novos programas e demais instrumentos que, entretanto, foram criados e disponibilizados, relevantes para a investigação, em particular no domínio dos transportes (Programa Horizonte Europa e Parcerias Europeias, Agendas Temáticas de Investigação da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), “Position Papers” do FEHRL (“Forum of European Road Research Laboratories”), ECTRI (“European Conference of Transport Research Institutes”) e FERSI (“Forum of European Road Safety Research Institutes”), etc.);
- Fazer o diagnóstico e antevisão do conjunto de recursos humanos, em meios experimentais e outros previsivelmente disponíveis no DT para o período de 2021-2027, que possam ser alocados realisticamente às atividades de investigação científica, sem prejuízo da sua complementação através de parcerias nacionais e internacionais ou mesmo da sua expansão por via de financiamentos futuros que venham a ser angariados;
- Alertar para as insuficiências e colaborar no sentido da desejável agilização e melhoria dos procedimentos internos adotados no LNEC para apoio à gestão dos projetos de investigação (da submissão de candidaturas à execução financeira); o que se prende também com a necessidade de uma reflexão e eventuais correções no que se refere ao formato e procedimentos inerentes à submissão e avaliação dos projetos P2I com financiamento do orçamento do LNEC;
- Selecionar criteriosamente temas e tópicos, e procura de parcerias, no que respeita à submissão de candidaturas externas, procurando privilegiar a qualidade das propostas e não tanto a quantidade das mesmas, poupando excessivos gastos de tempo e concentrando esforços para se conhecerem o melhor possível quais os critérios decisivos de seleção e a forma de os satisfazer nos vários programas, cuja diversificação também deverá ser procurada;
- Continuar a envolver todo o corpo dos investigadores do DT, nomeadamente em sede da Comissão Científica Departamental, desde as fases iniciais de conceção e elaboração do programa às de execução, de acompanhamento, monitorização e avaliação, devidamente articuladas com as fases correspondentes da Estratégia de Investigação do LNEC.
- Continuar a colaborar com outras unidades departamentais do LNEC, privilegiando a interdisciplinaridade e as sinergias que a própria instituição proporciona, e, para além do leque

alargado de potenciais parceiros académicos e do setor público tradicionalmente envolvidos, incluindo municípios, procurar alargar a ligação às empresas (indústria e serviços) do setor e de setores afins, evidenciando as vantagens para ambas as partes e o valor acrescentado para as candidaturas conjuntas, sem prejuízo de se procurar também a obtenção de financiamento para a investigação e inovação proveniente diretamente das empresas.

- Prosseguir a disseminação dos resultados da investigação, sob diferentes formas, procurando nomeadamente a publicação em regime de acesso aberto para a comunidade científica; e contribuindo também para uma maior visibilidade externa do LNEC, em particular da sua estratégia de investigação, quer junto dos decisores quer da sociedade em geral, como forma de afirmação num contexto altamente competitivo na angariação de financiamentos externos.

Quanto à estruturação propriamente dita do Plano de Investigação e Inovação (I&I) do DT para 2021-2027, apontou-se como desejável, em resultado da experiência com a gestão do anterior ciclo, alguma simplificação e uma mais evidente ligação à E2I do LNEC, mormente no que respeita à parcela de financiamento proveniente do orçamento interno. Foram sugeridas algumas linhas orientadoras para essa estrutura que, no essencial, enformam a que foi adotada (ver Cap. 4 do presente relatório).

## 2.2 A E2I do LNEC para 2021-2027

A estratégia E2I do LNEC para 2021-2027 constitui a referência orientadora da definição da Estratégia de I&I do DT para este mesmo período.

Aquela estratégia foi delineada e estruturada a partir de um conjunto de iniciativas envolvendo a comunidade científica do LNEC que permitiram, por um lado, uma avaliação da anterior estratégia, e, por outro, a identificação dos desafios e temáticas prioritárias a abordar.

O grupo de trabalho indigitado para a elaboração da nova E2I e do respetivo plano de ação apresentou um relatório (Antunes *et al.*, 2021) contendo a definição e os objetivos estratégicos deste novo ciclo de investigação e inovação, tendo em conta o enquadramento institucional e os contextos externos em que se irá inserir esta ação, ao nível nacional, europeu e internacional.

Importa realçar a indexação introduzida da atividade de investigação aos vários contextos, nomeadamente aos Objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU, aos grandes temas do programa Horizonte Europa e aos temas da Estratégia Portugal 2030.

A organização da investigação no âmbito da E2I do LNEC assentará num ciclo dinâmico entre a i) procura institucional e os desafios da sociedade; ii) as competências existentes ou a desenvolver pelo LNEC ou pelos seus parceiros; iii) a devolução à sociedade dos resultados da atividade de investigação. Este ciclo em que se baseia o conceito estratégico da E2I é composto por seis etapas: Sociedade; Motivação; Temas e Desafios; Tipo de resultados; Valor acrescentado; e Conetividade.

Entende-se que a Sociedade é sempre o destinatário final da atividade de I&I no LNEC. Em relação à Motivação, entende-se que a resposta à Sociedade é motivada por Necessidades (lacunas de conhecimento identificadas pelos investigadores para a prestação de serviços de C&T), Oportunidades

(iniciativas, financiamentos e parcerias de projetos de investigação), e Solicitações (resposta a pedidos específicos do Governo e outras entidades).

Os desafios identificados neste ciclo estão referidos a 4 grandes Temas:

- **Construção** (*preservação e reabilitação do património construído, natural e cultural; promoção da qualidade e inovação no ambiente construído; mitigação do risco e promoção da segurança e da resiliência do ambiente construído; comunicação e sensibilização da sociedade para os riscos; integração de aspetos sociais, de saúde e da cultura na construção*)
- **Indústria 4.0** <sup>1</sup>(*transição digital na construção, arquitetura, engenharia; desenvolvimento e operacionalização de sistemas de informação para apoio à decisão; desenvolvimento de sistemas de medição e de controlo, qualidade e avaliação da conformidade; contribuição para tecnologias emergentes*)
- **Economia Circular** (*salvaguarda dos recursos naturais e construídos; reutilização de materiais, valorização de resíduos e utilização de produtos reciclados; soluções de engenharia sustentáveis; mobilidade e cidades inteligentes e neutras em carbono; avaliação do ciclo de vida e apoio à decisão*)
- **Alterações Climáticas** (*previsão e mitigação dos efeitos das alterações climáticas; adaptação e proteção de pessoas, infraestruturas e atividades às alterações climáticas; planeamento em contextos de incerteza; interação com a sociedade sobre incertezas e riscos*)

As atividades cobertas pela E2I 21-27 responderão a oito Objetivos Estratégicos (OE), agrupados em três objetivos mais gerais e alinhados com os objetivos definidos no QUAR do LNEC, a saber:

- I. Responder proactivamente à evolução do contexto externo e às necessidades da sociedade no domínio de atuação do LNEC
- II. Construir soluções resilientes de organização e de relacionamento externo, que consolidem a capacidade da instituição para cumprimento da sua missão
- III. Promover o retorno da I&I à sociedade

A tomada de decisões estratégicas e de gestão da atividade de I&I no âmbito da E2I 21-27 será em larga medida fundamentada pela monitorização e avaliação dos resultados calculados para um conjunto de dezasseis indicadores previamente definidos, face às correspondentes metas estabelecidas para os horizontes de 2024 e 2027. Estes indicadores cobrem de várias formas os objetivos traçados, designadamente, a angariação de financiamento externo, o impacto e o retorno à sociedade dos resultados, o valor da atividade de I&I no cômputo da atividade global do LNEC, o esforço na promoção da qualificação científica, o investimento na modernização das infraestruturas de investigação, a promoção da interdisciplinaridade interna, a capacidade de estabelecimento de

---

<sup>1</sup> De acordo com a Comissão Europeia, a "Indústria 5.0" apresenta uma visão da indústria europeia que vai para além dos objetivos de eficiência e de produtividade que norteiam a "Indústria 4.0", vindo reforçar o papel da I&I na transição para uma indústria Europeia sustentável, resiliente e mais centrada no ser humano (Bresque et al., 2021).

parcerias externas e de valorização de redes de I&I, a disseminação e comunicação escrita e oral para o meio científico e técnico e a sociedade em geral.

## 2.3 Contexto externo

No nosso país, são vários os instrumentos de política de nível estratégico, abrangendo a área dos transportes e mobilidade, que estão alinhados, nomeadamente, com a Agenda 2030 da ONU, como seja o Programa Nacional de Investimentos 2030, o Plano de Recuperação e Resiliência ou o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050.

### 2.3.1 Agenda 2030 da ONU

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), aprovada em 2015, apresenta 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas definidas até ao horizonte de 2030 (United Nations, 2015), conforme apresentado na **Error! Reference source not found.** Este conjunto de objetivos tem em vista desenvolver um novo modelo global de desenvolvimento para erradicar a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o ambiente e combater as alterações climáticas, contribuindo, assim, para o desenvolvimento económico, social e ambiental sustentável.



Figura 2.1 – Os ODS da Agenda 2030 da ONU (United Nations, 2015)

Esta Agenda assenta em cinco dimensões críticas, comumente designada de abordagem dos 5 Ps: 1) Pessoas (inclusão social); 2) Prosperidade (crescimento económico); 3) Planeta (proteção ambiental); 4) Parcerias; e 5) Paz. Desta forma, a sustentabilidade, nesta abordagem alargada, pode ser vista como o resultado da interseção das referidas dimensões conforme se ilustra na Figura 2.2.

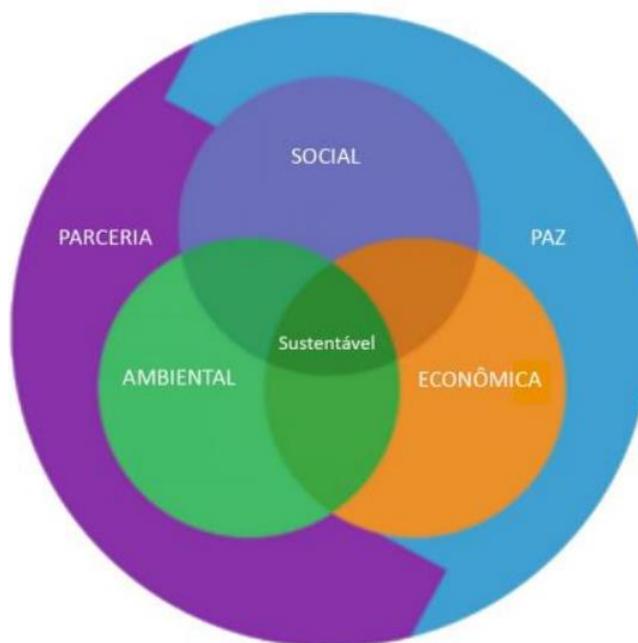


Figura 2.2 – As cinco dimensões críticas que norteiam o desenvolvimento sustentável

Assim, para além da consideração dos efeitos sociais, económicos e ambientais dos planos, programas, projetos e outras ações é também necessário assegurar que os mesmos conduzem a escolhas conscientes, explorando soluções de compromisso e sinergias, abrangendo os eventuais efeitos secundários na população mais vulnerável e fomentando as parcerias relevantes e a mobilização dos meios adequados para a implementação.

Entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda da ONU, acima representados na **Error! Reference source not found.**, assinalam-se aqueles que serão porventura os mais relevantes para a atividade de investigação no setor dos Transportes:

- ODS3** *Saúde de qualidade:* Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar de todos, em todas as idades.
- ODS4** *Educação de qualidade:* Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- ODS7** *Energias renováveis e acessíveis:* Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos.
- ODS8** *Trabalho digno e crescimento económico:* Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos.
- ODS9** *Indústria, inovação e infraestruturas:* Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- ODS11** *Cidades e comunidades sustentáveis:* Tornar as cidades e as comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

- ODS12** *Produção e consumo sustentáveis*: Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.
- ODS13** *Ação climática*: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.
- ODS15** *Proteger a vida terrestre*: Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade.

## 2.3.2 Contexto europeu

### 2.3.2.1 Instrumentos de natureza geral

No contexto europeu identificam-se instrumentos atuais de política e de planeamento a vários níveis com incidência nos transportes e mobilidade. Distinguem-se os de natureza mais geral e abrangente com o foco na sociedade, no ambiente e na economia, os que se dirigem especialmente ao setor dos transportes e os que visam proporcionar financiamento à investigação científica e inovação. Entre os primeiros salientam-se:

- Lei Europeia em matéria de Clima e Pacto Ecológico Europeu (PEE – “Green Deal”)
  - O PEE identifica os seguintes oito domínios de intervenção, destacando-se os seguintes como estando mais diretamente relacionados com a área dos transportes:
  - Aumentar a ambição da UE em matéria de clima para 2030 e 2050;
  - Mobilizar a indústria para a economia circular e limpa;
  - Construir e renovar de forma eficiente em termos de utilização de energia e recursos;
  - Acelerar a transição para a mobilidade sustentável e inteligente;
  - Adotar uma ambição de poluição zero por um ambiente livre de substâncias tóxicas.

De acordo com a referida Lei Europeia em matéria de Clima, a ação climática deverá constituir uma oportunidade para todos os setores da economia da U.E., contribuindo para garantir a liderança da indústria em matéria de inovação ao nível mundial. Neste âmbito, será importante relevar o papel da I&I para a descarbonização do sistema de transportes, incluindo a produção e consumo de energia, e do setor da construção.

- Novo Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC)
  - O Plano de Ação para a Economia Circular (CE, 2020a) é um dos principais alicerces do Pacto Ecológico Europeu pois a circularidade dos processos é apresentada como um pré-requisito para o objetivo da neutralidade carbónica. Assim, o crescimento económico terá de ser dissociado da utilização de recursos e da produção crescente de resíduos, devendo ser incrementada a taxa de utilização de materiais circulares na economia.

O quadro estratégico para a sustentabilidade dos produtos que é apresentado no PAEC centra-se nos seguintes setores: eletrónica e TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação); baterias e veículos; embalagens; plásticos; têxteis; construção e edifícios; alimentos, água e

nutrientes. Relativamente à “mobilidade do futuro” baseada nas baterias e veículos sustentáveis, o PAEC aborda o reforço da sustentabilidade da cadeia de valor das baterias na mobilidade elétrica e também o reforço do potencial para a circularidade das baterias na economia.

Para responder aos desafios da transição para um modelo regenerativo, assente nos princípios da economia circular, alternativo ao modelo de economia linear, o PAEC refere o papel da investigação, inovação e digitalização, essencial para a nova estratégia industrial e para um consumo e produção sustentáveis.

- Estratégia Europeia para a Adaptação às Alterações Climáticas

A nova Estratégia da U.E. para a Adaptação às Alterações Climáticas (CE, 2021a) visa criar uma Europa resiliente às alterações climáticas. Em alinhamento com o Pacto Ecológico Europeu e a sua tradução na Lei Europeia do Clima, pretende-se que em 2050, a Europa seja o primeiro continente com neutralidade carbónica e com uma sociedade totalmente adaptada aos impactos inevitáveis das alterações climáticas, com reforço da cooperação internacional para o efeito.

Considerando a natureza sistémica da política de adaptação às alterações climáticas, prevê-se que sejam implementadas medidas de forma integrada, em conjunto com outras iniciativas que incluem, entre outras, a Estratégia para a Mobilidade Sustentável e Inteligente, os Planos de Ação para a Economia Circular e para a Poluição Zero e a Estratégia Renovada de Financiamento Sustentável. Será essencial que a I&I apoie a conceção e desenvolvimento de investimentos resilientes aos efeitos das alterações climáticas, que evitem os elevados custos sociais e económicos dos impactos (perda de vidas, danos nas infraestruturas, prejuízo económico em operações comerciais, perda de biodiversidade, etc.). A adaptação às alterações climáticas, inserida no objetivo da ação climática, é uma componente chave do orçamento de longo prazo da União 2021-2027.

- Plano de Ação para a Poluição Zero no Ar, na Água e no Solo

O Plano de Ação para a Poluição Zero no Ar, na Água e no Solo (CE, 2021b) está em linha com a Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável e o Pacto Ecológico Europeu. Este Plano dá prioridade à prevenção da poluição em todas as políticas setoriais relevantes da U.E., que incluem a política de transportes e mobilidade, bem como à consideração de sinergias entre as mesmas e de soluções integradas de compromisso. Prevê a adoção dos princípios da precaução e da ação preventiva, com o controlo e correção na fonte da poluição, incluindo uma melhor aplicação do princípio do poluidor-pagador.

De acordo com o Plano de Ação para a Poluição Zero, a União Europeia deve, até 2030 assegurar os seguintes objetivos:

- Uma redução superior a 55 % nos impactos da poluição atmosférica na saúde (mortes prematuras);

- Uma redução de 30 % da percentagem de pessoas cronicamente perturbadas pelo ruído dos transportes;
- Uma redução de 25 % dos ecossistemas da UE em que a poluição atmosférica ameaça a biodiversidade;
- Uma redução de 50 % das perdas de nutrientes, da utilização e do risco de pesticidas químicos, da utilização dos mais perigosos, e das vendas de agentes antimicrobianos para animais de criação e na aquicultura;
- Uma redução de 50 % do lixo de plástico no mar e de 30 % dos microplásticos libertados no ambiente;
- Uma significativa redução na produção total de resíduos e de 50 % dos resíduos urbanos finais.

No seguimento abordam-se os instrumentos dirigidos especificamente ao setor dos transportes que incorporam objetivos de natureza estratégica que decorrem de estratégias europeias.

### 2.3.2.2 *Estratégia Europeia de Mobilidade Sustentável e Inteligente*

A Estratégia Europeia de Mobilidade Sustentável e Inteligente - E2MSI (CE, 2020b) define vários marcos para nortear o caminho do sistema de transportes europeu, visando atingir os objetivos de mobilidade sustentável, inteligente e resiliente. Em seguida, referem-se os objetivos a atingir até 2030, conforme referidos na E2MSI:

- Pelo menos 30 milhões de veículos de emissões nulas em operação nas estradas europeias;
- 100 Cidades europeias com impacto neutro no clima;
- Duplicação do número de comboios de alta velocidade;
- As viagens coletivas programadas de menos de 500 km serão neutras em termos de carbono na U.E.;
- A mobilidade automatizada será implantada em grande escala;
- O transporte de passageiros multimodal sem descontinuidades será facilitado pela bilhética eletrónica integrada e o transporte de mercadorias dispensará o papel;
- Os navios de emissões zero estarão prontos para o mercado em 2035;
- Uma rede transeuropeia de transportes multimodal, equipada para transportes sustentáveis e inteligentes com conectividade de alta velocidade, estará operacional até 2030 no que diz respeito à rede principal.

Até 2050, a E2MSI prevê que as aeronaves de grande porte de emissões nulas estejam prontas para o mercado. Até 2050, a E2MSI refere os seguintes objetivos:

- Quase todos os veículos de passageiros, assim como os veículos pesados novos terão emissões nulas;
- O tráfego ferroviário de mercadorias duplicará;
- O tráfego ferroviário de alta velocidade triplicará;

- O número de vítimas mortais decorrente de acidentes na U.E., incluindo os vários modos de transporte, será próximo de zero (CE, 2019);
- A rede transeuropeia de transportes multimodal, equipada para transportes sustentáveis e inteligentes com conectividade de alta velocidade, estará operacional no que diz respeito à rede global.

A referida E2MSI inclui ainda os seguintes marcos para a internalização dos custos externos dos transportes, considerada essencial para a transição para uma mobilidade de emissões nulas:

- Até 2030, o transporte intermodal ferroviário e marítimo poderá competir em igualdade de circunstâncias com o transporte exclusivamente rodoviário na U.E. (em termos da quota de custos externos internalizados);
- Até 2050, todos os custos externos dos transportes na U.E. serão cobertos pelos utilizadores.

A E2MSI inclui um Plano de Ação com 82 medidas, incluídas em 10 iniciativas (“Flagships”):

1. Impulsionar a adoção de veículos de emissões nulas, de combustíveis renováveis e hipocarbónicos e das infraestruturas conexas;
2. Portos e aeroportos sem emissões;
3. Tornar a mobilidade interurbana e urbana mais sustentável e saudável;
4. Tornar o transporte de mercadorias mais ecológico;
5. Tarifar o carbono e proporcionar melhores incentivos aos utilizadores;
6. Tornar a mobilidade multimodal conectada e automatizada uma realidade;
7. Inovação, dados e inteligência artificial para uma mobilidade inteligente;
8. Reforçar o mercado único;
9. Tornar a mobilidade justa para todos;
10. Melhorar a segurança dos transportes.

### 2.3.2.3 *Mecanismo Interligar a Europa 2021-2027*

O Mecanismo Interligar a Europa (CE, 2021c) é um instrumento de financiamento desenvolvido especificamente para financiar o investimento nas infraestruturas transeuropeias de transporte, energia e digital de modo a resolver problemas de conectividade e estrangulamentos na rede.

O referido Mecanismo visa também apoiar os objetivos da Estratégia de Mobilidade Inteligente e Sustentável e do Pacto Ecológico Europeu, já abordados, visando a redução de 90% das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) até 2050, a alcançar “*com um sistema de transportes inteligente, competitivo, seguro, acessível e a preços comportáveis*”. Neste contexto, prevê-se atividade no âmbito do desenvolvimento de estudos de viabilidade económica de projetos de infraestruturas de transporte (p. ex., estudos de análise custo-benefício) e estudos de viabilidade técnica de soluções alternativas de engenharia de transportes.

O pacote financeiro para o Mecanismo Interligar a Europa ascende a 33,7 mil milhões de EUR, no âmbito do próximo orçamento de longo prazo da UE para o período de 2021-2027.

#### 2.3.2.4 *Banco Europeu de Investimentos*

As áreas de intervenção do Banco Europeu de Investimento (BEI) no período 2021-2030 incluem o “Clima e sustentabilidade ambiental”, “Competências e inovação”, “Infraestruturas”, “Coesão”, “Pequenas e médias empresas” e “Desenvolvimento”. Na área das “Infraestruturas” podem ser financiados projetos visando a eficiência energética, mobilidade sustentável, acessível e inteligente e o desenvolvimento urbano sustentável.

Os programas de financiamento do BEI consideram o setor dos transportes como um dos importantes alvos para concretizar a ambição de tornar a Europa o primeiro continente a atingir a neutralidade carbónica em 2050 (EIB, 2022). O LNEC, através do DT, enquanto membro da ECTRI e coordenador do grupo temático “Transport Economics & Policy”, participou durante 2021 na “Review of the Transport Lending Policy” do BEI, prevendo-se o financiamento de I&I nos vários modos de transporte envolvendo projetos do setor público e privado que respondam às prioridades do BEI, alinhadas com o Pacto Ecológico Europeu e os ODS da Agenda 2030 da ONU. Em 2020, cerca de 2/3 do financiamento concedido na área dos transportes foi dedicado a projetos no âmbito do ODS 13: Ação climática.

#### 2.3.2.5 *Programa Horizonte Europa 2021-2027*

No que respeita mais diretamente ao domínio da investigação, e respetivo financiamento, ao nível europeu sobressai, naturalmente, o programa-quadro FP9 da União Europeia – Horizonte Europa.

O Programa Horizonte Europa abrange quatro pilares: 1- Ciência de excelência; 2 - Desafios globais e competitividade da indústria europeia, 3 - Europa inovadora; e 4 – Alargamento da participação e reforço do Espaço Europeu de Investigação (pilar de natureza transversal).

O pilar dedicado aos Desafios Globais é composto por “clusters” temáticos, como o referente a “Clima, Energia e Mobilidade” para o qual se estabelecem programas de investigação plurianuais que contemplam os tópicos que são objeto das chamadas para submissão de projetos. Introduziu-se também no programa uma nova figura, as designadas “FP9 Missions”, destinadas não só a acelerar os desenvolvimentos tecnológicos e a inovação, como potenciar a transformação da sociedade em determinadas áreas. Além disso, assinala-se a constituição das chamadas parcerias europeias para a investigação que congregam os esforços em torno de áreas prioritárias, e que no caso dos transportes se referem, designadamente a: Mobilidade Conectada, Cooperativa e Automatizada (CCCAM); Ferrovia (EU-Rail; no seguimento da Shift2Rail); Zero Emissões no Transporte Rodoviário (2Zero); e Condução da Transição Urbana para um Futuro Sustentável (DUT).

O Programa Horizonte Europa 2021-2027 é o principal programa plurianual de financiamento da investigação e inovação que sucede ao Programa Horizonte 2020. Tem um orçamento de cerca de 95.5 mil milhões de Euros. Inclui 5,4 mil milhões de Euros do instrumento “*Next Generation EU*” que visa, designadamente o apoio à recuperação económica verde e digital da crise pós-COVID-19. O Programa representa um aumento do financiamento em cerca de 30% relativamente ao Horizonte 2020, relevando o papel da I&I para os seguintes objetivos:

- Acelerar a transformação ecológica e digital da Europa;
- Reforçar a resiliência e a preparação da Europa para enfrentar futuras crises;
- Apoiar a vantagem competitiva da Europa na corrida mundial ao conhecimento.

Na estrutura do programa Horizonte Europa, o cluster “Clima, Energia e Mobilidade”, que inclui a investigação em transportes e infraestruturas, tem um orçamento previsto de 15.123 milhões de Euros. Neste cluster incluem-se, entre outros aspetos, a mobilidade inteligente, transportes não poluentes, seguros e acessíveis, comunidades e cidades e a competitividade da indústria.

As Missões incluídas no programa Horizonte Europa abrangem as cinco áreas seguintes: 1) Cancro; 2) Adaptação às alterações climáticas, incluindo a transformação societal; 3) Cidades inteligentes e com impacto neutro no clima; 4) Produtividade dos solos e alimentação; e 5) Oceanos, mares e águas costeiras e interiores saudáveis. A Missão “Cidades inteligentes e com impacto neutro no clima”, com várias ligações à área dos transportes, pretende concretizar até 2030, pelo menos, 100 cidades europeias inteligentes e neutras em carbono, através de plataformas colaborativas que incluam, designadamente, as cidades, os cidadãos e outras partes interessadas.

O pilar 2 do programa Horizonte Europa inclui para além das “Missões” de investigação acima referidas, as Parcerias Europeias que seguem uma abordagem holística e multidisciplinar da investigação e inovação para concretizar as prioridades estratégicas da Comissão Europeia.

#### 2.3.2.6 Conferência TRA 2022 em Lisboa

A realização em Lisboa da conferência europeia “Transport Research Arena” (TRA 2022), em cuja candidatura e subsequente organização participou o LNEC, afigurou-se de grande interesse e nela houve oportunidade, não só de se fazer um balanço, em perspetiva, dos resultados dos projetos concluídos até 2021 (como foi o caso dos projetos europeus que integraram o Programa de I&I do DT), mas também de se apontarem novos caminhos da investigação em transportes sob a égide de um novo Programa-Quadro. Os temas e subtemas da conferência, definidos pelo comité científico deste evento (“Programme Committee”), no qual participaram quatro investigadores do LNEC/DT, foram os seguintes:

##### Tema 1 – Soluções Inteligentes e Sociedade

- Mobilidade inclusiva e focada no utente
- Mobilidade multimodal, conectada e automatizada
- Inovação e a utilização de dados, ITS e inteligência artificial
- Logística eficiente e inovadora

##### Tema 2 – Mobilidade Verde e Descarbonização

- Neutralidade carbónica e veículos com zero emissões
- Eficiência energética, eletrificação e combustíveis alternativos
- Mobilidade urbana e interurbana sustentável
- Transporte de mercadorias mais verde

### Tema 3 – Infraestruturas Inovadoras para a Europa de 2030

- O mercado único para a TEN-T numa Europa mais alargada
- Sistemas de infraestruturas inteligentes, resilientes e cooperativas
- Hubs inovadores
- Segurança

### Tema 4 – Políticas e Economia para uma Europa Competitiva

- Política e planeamento de transportes para a recuperação e resiliência
- Modelos de negócio e de governança inovadores
- Internalização das externalidades dos transportes e a tarifação do carbono
- Suporte a políticas de Competitividade & Indústria

## 2.3.3 Contexto nacional

No contexto nacional, a atenção incidirá sobre as agendas temáticas de I&I da FCT e sobre o quadro comunitário de apoio, com incidência no Programa Nacional de Investimentos 2030 e, complementarmente, no Plano de Recuperação e Resiliência.

Neste contexto, haverá que, com base numa correta interpretação e reflexão sobre as mudanças operadas nos últimos anos em Portugal, incluindo os efeitos da pandemia, em termos dos sistemas de mobilidade urbana e interurbana, na sua articulação com as redes e sistemas de transportes, em especial do espaço europeu onde se insere, identificar as áreas para as quais os contributos da investigação sejam mais úteis e promissores, face às necessidades da economia e às expectativas da sociedade.

### 2.3.3.1 *Agendas Temáticas de I&I da FCT*

A FCT previu a elaboração de Agendas Temáticas de Investigação e Inovação com o objetivo de mobilizar peritos de instituições de I&D e de empresas na identificação de desafios e oportunidades a nível do sistema científico e tecnológico nacional e que possam contribuir para o desenvolvimento de investigação e inovação dando contributos para a resposta a problemas ou necessidades de diferentes setores da sociedade.

Foram previstas 15 agendas temáticas, sendo que à data da elaboração deste documento, se encontravam concluídas apenas 7. No **Error! Reference source not found.** listam-se as 15 agendas temáticas da FCT e identificam-se aquelas para as quais se procuraram sinergias com as áreas de investigação do DT. Em anexo apresenta-se uma análise sucinta dos vários documentos consultados.

Quadro 2.1 – Agendas Temáticas da FCT

Agendas Temáticas FCT	Analizadas	Documentos consultados
Agroalimentar, Florestas e Biodiversidade	x	-
Alterações Climáticas	✓	Sem documentos disponíveis
Arquitetura Portuguesa	x	-
Ciência Urbana e Cidades para o Futuro	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda
Cultura e Património Cultural	x	-
Economia Circular	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda Versão final da Agenda (em fase de edição)
Espaço e Observação da Terra	x	-
Inclusão Social e Cidadania	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda Versão da Agenda em Fase de Finalização
Indústria e Manufatura	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda
Mar	x	-
Saúde, Investigação Clínica e de Translação	x	-
Sistemas Ciberfísicos e formas avançadas de Computação e Comunicação	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda
Sistemas Sustentáveis de Energia	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda
Trabalho, Robotização e Qualificação de Emprego em Portugal	x	-
Turismo, Hospitalidade e Gestão do Lazer	✓	Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT) Breve Apresentação da Agenda Versão da Agenda em Fase de Finalização

Os principais desafios e oportunidades elencados pela FCT, enunciam-se em seguida:

- Agenda Temática sobre Ciência Urbana e Cidades para o Futuro

Novas acessibilidades e interconetividades para cidades inclusivas; novos paradigmas de mobilidade urbana em contexto de economia de baixo carbono; vida saudável e envelhecimento ativo nas cidades; economia circular e de baixo carbono para cidades sustentáveis.

- Agenda Temática sobre Economia Circular

Promoção de territórios inteligentes; fomento de iniciativas para a valorização dos recursos biológicos e naturais centradas na economia circular; integração e articulação de funções e infraestruturas do território; gestão e utilização comum de tecnologias de informação e comunicação e de redes digitais e TIG (Tecnologias de Informação Geográfica); aplicar

princípios da ecologia industrial onde os subprodutos e resíduos de uns sirvam como matéria-prima de outros.

- Agenda Temática sobre Inclusão Social e Cidadania

No eixo sobre a Equidade Territorial e Mobilidade, é referida a importância das desigualdades no acesso à mobilidade.

- Agenda Temática sobre Indústria e Manufatura

Inovação em materiais avançados (p. ex. novos compósitos multifuncionais; novos biopolímeros e biomateriais; novos materiais para fabrico aditivo; valorização de resíduos ou a modelação de materiais); nos processos tecnológicos industriais avançados é referido o desenvolvimento de novos sistemas para fabrico aditivo e a diferentes escalas; e na gestão eficiente de recursos e processos, é referida a importância da gestão circular e integrada de recursos.

- Agenda Temática sobre Sistemas Ciberfísicos e formas avançadas de Computação e Comunicação

No sector dos Transportes, particularmente no que se refere à condução autónoma, destaca-se o tema das tecnologias e aplicações emergentes, onde se inclui a I&I em algoritmos de aprendizagem automática (*Machine Learning*), em técnicas de análise de grandes volumes de dados (*Big Data*) e, de uma forma generalizada, a investigação em sistemas inteligentes, nas suas mais variadas formas.

- Agenda Temática sobre sistemas sustentáveis de energia

Nos transportes e mobilidade sustentável são enunciadas as seguintes áreas de I&D prioritárias: organização e gestão do sistema de transportes e mobilidade terrestre, ferroviária, transporte marítimo e aviação; Gestão de frotas e eficiência energética na mobilidade convencional; Mobilidade urbana eletroquímica (baterias e células de combustível); Armazenamento eletroquímico de energia elétrica para a aplicação em veículos; Sistemas de propulsão híbridos e *flex fuel*; Gestão inteligente do carregamento de veículos elétricos; Planeamento e operação de sistemas elétricos com grande integração de sistemas de carregamento rápido e convencionais + recursos energéticos renováveis; Sistemas de carregamento de veículos de tração elétrica de elevado rendimento wireless e bidirecionais com integração em *smart grids* (V2G, V2H, Utilização das baterias dos veículos de tração elétrica num contexto de armazenamento distribuído em instalações domésticas e interação com os DSO (“distribution system operator”) locais; Tecnologias avançadas de produção de biocombustíveis líquidos e gasosos para a mobilidade, nos setores da aviação, marítimo e transporte rodoviário de longas distâncias).

- Agenda Temática sobre Turismo, Hospitalidade e Gestão do Lazer

No eixo sobre ‘Territórios e Recursos’, foi identificado como desafio de investigação para 2030 o tema da mobilidade, fluxos e dinâmicas turísticas. O eixo ‘Gerar Redes e Conectividade’

refere objetivos de reforço dos sistemas de mobilidade, aéreo e rodoferroviários e de navegabilidade, na acessibilidade e turismo para todos, na mobilização do trabalho em rede e no envolvimento da comunidade.

Do exposto anteriormente conclui-se que, ao nível nacional, não obstante não ter sido contemplada pela FCT a elaboração de uma “Agenda de Investigação” para os Transportes e Infraestruturas, a par de outras agendas já finalizadas ou em preparação, várias questões relacionadas com a mobilidade e os transportes constam dessas agendas.

### 2.3.3.2 *Programa Nacional de Investimentos 2030*

O Programa Nacional de Investimentos (PNI 2030) é o “instrumento de planeamento do próximo ciclo de investimentos estratégicos e estruturantes de âmbito nacional” (MIH, 2020), integrando os principais investimentos em infraestruturas e equipamentos a realizar entre 2021 e 2030 em Portugal Continental. Apresenta um âmbito multissetorial e integra investimentos distribuídos por quatro áreas temáticas: “Transportes e Mobilidade”, “Ambiente”, “Energia” e “Regadio”, com um total de 85 programas/projetos.

No PNI 2030, a área dos “Transportes e Mobilidade” representa um investimento total de 21 660 M€, que representa 52% do investimento total do Programa, com 44 programas/projetos distribuídos segundo os seguintes subsetores: Mobilidade e Transportes Públicos (9); Ferrovia (16); Rodovia (8); Marítimo-portuário (8); Infraestruturas aeroportuárias (3). O investimento público na área dos Transportes e Mobilidade é de 17 694 M€ e o investimento privado de 3 966 M€.

Os objetivos estratégicos do PNI 2030 podem ser enumerados em seguida (MIH, 2020):

- Coesão, reforçando a coesão territorial, em particular através do reforço da conectividade dos territórios, e da atividade económica, valorizando o capital natural;
- Competitividade e Inovação, aumentando e melhorando as condições infraestruturais do território nacional, capitalizando o potencial geográfico atlântico nacional e reforçando a inserção territorial de Portugal na Europa, em particular na Península Ibérica;
- Sustentabilidade e Ação Climática, promovendo a descarbonização da economia e a transição energética, adaptando os territórios às alterações climáticas e garantindo uma maior resiliência das infraestruturas.

Os eixos estratégicos do setor dos Transportes e Mobilidade incidem sobre as seguintes vertentes:

- Acessibilidade equitativa, reforçando a rede do sistema de mobilidade no território nacional para promover a equidade de acesso;
- Conectividade alargada, alargando a conectividade externa, reforçando as infraestruturas de conexão internacional e suas ligações intra e intermodais;
- Mobilidade inteligente, promovendo a implementação de soluções inovadoras e de tecnologias de futuro aplicadas ao ecossistema da mobilidade;
- Mobilidade sustentável e neutralidade carbónica, impulsionando a mobilidade sustentável e contribuindo para a descarbonização do setor dos transportes;

- Infraestruturas e equipamentos resilientes, robustecendo as redes existentes, assegurando funcionalidade, desempenho, segurança, flexibilidade e resiliência.

O LNEC foi incumbido pelo Governo de conduzir o processo de “avaliação ambiental estratégica”, em linha com a legislação em vigor. O DT coordenou o processo global com o DHA, sendo que a área dos transportes e mobilidade contou com coordenação setorial no DT, em interação com a equipa interna e externa (IGOT, LNEG, INIAV). Neste âmbito, foram desenvolvidos pelo LNEC quatro relatórios (Relatório Ambiental, Relatório dos Possíveis Efeitos Transfronteiriços, Relatório de Consultas e Relatório Final), que incluem um conjunto importante de recomendações de seguimento e monitorização dos efeitos ambientais do PNI 2030.

### 2.3.3.3 *Plano de Recuperação e Resiliência*

O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) é um programa desenvolvido pelo Governo, que pretende implementar um conjunto de reformas e de investimentos ao nível nacional a concretizar até 2026, visando a retoma, o crescimento económico sustentado, a convergência com os objetivos estratégicos da Europa e de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (MP, 2021). O PRR é um instrumento de importância central para a implementação da Estratégia Portugal 2030, que materializa um quadro orientador para a promoção do desenvolvimento económico, social e territorial de Portugal.

No geral, o PRR está em linha com a Estratégia Europeia 2030 e com os pilares relevantes europeus da política comunitária: Transição verde; Transformação digital; Crescimento inteligente, sustentável e inclusivo; Coesão social e territorial; Saúde e resiliência económica, social e institucional; Políticas para a próxima geração, crianças e jovens, incluindo educação e competências.

O PRR está organizado em vinte componentes que integram, por sua vez, um total de 37 Reformas e de 83 Investimentos, os quais estão agrupados em torno de três dimensões consideradas estruturantes: a Resiliência; a Transição Climática; e a Transição Digital.

O investimento nas dimensões da Transição Climática e Digital representa cerca de 1/3 do investimento total no PRR, estando os restantes 2/3 alocados à vertente da Resiliência que abrange a resiliência económica, a resiliência territorial e as vulnerabilidades sociais.

Na dimensão da Resiliência, o PRR inclui um investimento total de cerca de 11125 M€, distribuído por nove áreas temáticas (serviço nacional de saúde, habitação, respostas sociais, cultura, capitalização e inovação empresarial, qualificações e competências, infraestruturas, florestas e gestão hídrica). Cerca de 6,2% do investimento total nesta dimensão, 690 M€, está alocado a infraestruturas, abrangendo o seguinte: alargamento da rede de carregamento de veículos elétricos; áreas de acolhimento empresarial; “missing links” (e.g., ligações rodoviárias à rede principal em falta) e aumento da capacidade da rede; ligações ferroviárias transfronteiriças; áreas de acolhimento empresarial – acessibilidades rodoviárias; circuitos logísticos – rede viária regional dos Açores.

Na dimensão da Transição climática, o PRR inclui um investimento total de 3059 M€, distribuído por 6 áreas temáticas: mar, descarbonização da indústria, bioeconomia sustentável, eficiência energética

dos edifícios, hidrogénio e renováveis e mobilidade sustentável. A área da mobilidade sustentável absorve um investimento de 967 M€, representando 31.6% do investimento total nesta dimensão, abrangendo a reforma do ecossistema de transportes, a expansão da rede de metro de Lisboa – Linha Vermelha até Alcântara, Expansão da Rede de Metro do Porto – Casa da Música – Stº Ovídio, Metro Ligeiro de Superfície Odivelas-Loures, Linha BRT Boavista-Império e a Descarbonização dos Transportes Públicos. Nesta dimensão as opções de investimento estão em linha com os objetivos da redução de emissões de gases com efeito de estufa entre 45% e 55% até 2030, em relação a 2005, na incorporação de 47% de fontes de energia renovável no consumo final bruto de energia e na promoção da eficiência energética traduzida na redução de 35% de energia primária.

## 3 | Competências e recursos do DT

### 3.1 Áreas de atividade e recursos humanos

O Departamento de Transportes (DT) é uma unidade departamental do LNEC cujas principais áreas de atuação, de acordo com o consignado no Regulamento Interno em vigor (Despacho n.º 6376/2013) são as seguintes:

- a) Estradas, aeroportos e caminhos de ferro;
- b) Tráfego e segurança rodoviária;
- c) Planeamento e economia de transportes.

A estrutura organizativa do DT conta, para além do setor de chefia, com dois Núcleos: o Núcleo de Infraestruturas de Transportes (NIT) e o Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança (NPTS). Adstrita a cada um destes núcleos encontram-se duas unidades laboratoriais, inseridas na estrutura LNEC-EM, respetivamente: a Unidade Operativa de Pavimentos e Materiais para Infraestruturas de Transporte (UPAVMAT), acreditada pelo IPAC; e a Unidade Operativa de Equipamentos e Análise de Tráfego Rodoviário (UETRAF).

Em termos de pessoal permanente, prestam serviço atualmente no DT, 11 elementos da carreira de investigação, dos quais 7 na área científica de “Estradas, caminhos de ferro e aeródromos” e 4 na área científica de “Transportes”. Para além disso o DT acolhe temporariamente bolseiros de investigação de vários níveis, licenciados ou doutorados, nomeadamente no âmbito do desenvolvimento de teses ou de projetos que se enquadram nos planos de investigação da instituição.

Nas carreiras técnicas de apoio à atividade científica e técnica o DT conta com 6 técnicos superiores e 3 assistentes técnicos.

### 3.2 Instalações e equipamentos

O DT dispõe de um conjunto de instalações experimentais e laboratórios de ensaios no seu edifício no campus do LNEC, assim como equipamentos para ensaios de campo.

No caso das infraestruturas de transportes salienta-se a disponibilidade de instalações experimentais para ensaios em modelos físicos em escala real. Por seu lado a unidade acreditada UPAVMAT está equipada com um conjunto alargado de equipamentos que permitem, designadamente, a caracterização laboratorial de agregados, misturas betuminosas, materiais tratados com ligantes hidráulicos ou outros ligantes não tradicionais.

Para a realização de ensaios em campo, o DT dispõe de equipamentos para recolha de dados de caracterização funcional e estrutural de pavimentos de estradas e de pistas de aeroportos, assim como de infraestruturas ferroviárias, tais como o “Griptester” (medição do coeficiente de atrito), o equipamento “IRI” (medição da irregularidade longitudinal), o “FWD” (medição da deflexão) e o “Georadar” (medição

da espessura de camadas de pavimentos), entre outros sistemas para medição de diversas grandezas físicas relativas à resposta estrutura e funcional deste tipo de infraestruturas.

Para recolha e processamento de diversificada informação sobre a estrada, o parque automóvel, o tráfego e de dados complementares, o DT dispõe, na unidade operativa UETRAF de diversos tipos de equipamentos para análise do tráfego rodoviário (sensores indutivos, magnéticos, radar e lidar), equipamentos de recolha de imagens de vídeo e seu processamento automático, bem como equipamento de referenciação geográfica.

### 3.3 Colaborações e parcerias

Os recursos adstritos à investigação científica são complementados e alargados para efeito do desenvolvimento de projetos, numa perspetiva multidisciplinar, quer com meios internos ao LNEC provenientes de outras unidades departamentais, quer externos através de parcerias ao nível nacional e internacional.

Internamente realça-se a colaboração que se tem acentuado entre o DT e os outros setores do LNEC na submissão a financiamento e na realização de projetos de investigação. Com efeito, conforme reportado no relatório de avaliação final do Programa referente a 2013-2020 (Macedo; Coutinho, 2021), os projetos e candidaturas em que participou o DT envolveram, no seu conjunto, investigadores de todas as unidades orgânicas (e do Conselho Diretivo) do LNEC.

Em relação a parcerias externas, de acordo com o mesmo relatório, a aposta nas abordagens multidisciplinares saldou-se na colaboração com cerca de 25 entidades nacionais (entre Universidades, Institutos Públicos e Empesas) e mais de meia centena de entidades internacionais nos projetos conjuntos europeus.

Ao nível internacional as colaborações bem-sucedidas havidas com entidades de referência no domínio dos transportes facilitam os contactos quer exploratórios quer efetivos para a constituição de futuras parcerias. São de referir nomeadamente os casos do *International Transportation Forum* (ITF) e do *International Traffic Safety Data and Analysis Group* (IRTAD) da OCDE; do “*International Research Activities Subcommittee*” AKD20 sobre “*Roadside Safety Design*”, do *Transportation Research Board* (TRB) norte-americano; e ainda do Banco Mundial.

Ao nível europeu é importante neste contexto a presença do LNEC como membro das três associações de institutos, que cobrem no seu conjunto as diferentes vertentes da investigação na área dos transportes e infraestruturas na Europa: o FEHRL, o FERSI e a ECTRI. No seio das mesmas tem sido possível encontrar parceiros e líderes de muitas das candidaturas nas quais o LNEC/DT se tem integrado.

Ao nível nacional importa referir não só as parcerias que decorrem de protocolos do LNEC com as principais universidades do País mas também com instituições públicas e privadas no domínio dos transportes, como a Carris, a Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP), o Instituto de Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) ou a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), com as concessionárias, como a Brisa; Ascendi, entre outras, bem como as parcerias encontradas por via da

participação como membro de associações que envolvem um leque alargado de partes interessadas como sejam: a “Associação Portuguesa para a Normalização e Certificação Ferroviária” (APNCF) e a “Plataforma Ferroviária Portuguesa” (PFP).

## 4 | Definição Estratégica

### 4.1 Caracterização geral

Na elaboração da Estratégia de I&I do DT seguiram-se as seguintes orientações principais:

- I. A conformidade com os Objetivos Estratégicos (OE) definidos no âmbito da E2I do LNEC para 2021-2027.
- II. A definição de um conjunto restrito de Objetivos Temáticos (OT), tendo em conta as competências detidas e os recursos previstos no DT, contemplando e compartilhando as grandes temáticas consideradas ao nível do LNEC nas suas vertentes associadas à Engenharia de Transportes (p. ex. Economia Circular; Alterações Climáticas e Descarbonização; Resiliência; Sistema Seguro; Automação e Sistemas Inteligentes), assim como as que integram o “cluster” Clima, Energia e Mobilidade do programa Horizonte Europa.
- III. A estruturação em Linhas de Investigação, em número compatível com a massa crítica existente, cada uma das quais dirigida a, pelo menos um OT do DT.
- IV. A associação de programas e projetos de investigação específicos a essas Linhas de Investigação, tendo cada qual um investigador responsável que o proporá (designação, âmbito, objetivos, meios, etc.) e demais investigadores do departamento e externos a serem mobilizados.
- V. A necessária flexibilização da estrutura permitindo a cessação, reformulação e renovação dos programas e projetos de investigação em função de avaliações intercalares, num processo previamente definido de acompanhamento regular da execução da Estratégia de I&I.

Os OE da E2I do LNEC, partilhados por esta Estratégia, são os seguintes:

- OE<sub>21</sub>1** - Manter a estratégia e a atividade de I&I **alinhadas com as prioridades temáticas** definidas a nível nacional, europeu e internacional.
- OE<sub>21</sub>2** - **Reforçar a atividade de I&I** para os clientes privados e os organismos públicos.
- OE<sub>21</sub>3** - **Antecipar e dar resposta** às necessidades de conhecimento da sociedade.
- OE<sub>21</sub>4** - Promover a **qualificação científica de alto nível**.
- OE<sub>21</sub>5** - **Modernizar as infraestruturas**.
- OE<sub>21</sub>6** - Potenciar **respostas interdisciplinares e flexíveis**.
- OE<sub>21</sub>7** - Valorizar as **redes de inovação** e investir no desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços em **parceria com entidades nacionais ou internacionais**.
- OE<sub>21</sub>8** - Promover a **aplicação e a apropriação pela sociedade** dos resultados da investigação.

## 4.2 Objetivos temáticos

Os Objetivos Temáticos (OT) são específicos da Estratégia de I&I do DT e incorporam as temáticas prioritárias da E2I do LNEC e respetivos desafios, na sua incidência no domínio dos transportes, em particular nas áreas de atividade cobertas pelo Departamento (ver secção 2.5) e tendo como objetivo geral o de contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de transportes nas suas várias vertentes e incidências territoriais. Na sequência apresentam-se e descrevem-se os sete OT que foram adotados neste âmbito, tendo o OT7 um carácter mais transversal.

- OT1 – Incorporar conceitos e práticas da Economia Circular na Engenharia de Transportes
- OT2 – Satisfazer requisitos de qualidade, resiliência, segurança, eficiência económica e de adaptação aos efeitos das alterações climáticas, no desempenho das infraestruturas de transporte e na respetiva gestão patrimonial.
- OT3 – Contribuir para a descarbonização e a neutralidade carbónica dos sistemas de transportes.
- OT4 – Reduzir o risco na operação dos sistemas de transportes e incrementar a segurança dos seus utentes de acordo com os princípios do Sistema Seguro.
- OT5 – Melhorar a eficiência da gestão do tráfego de passageiros e de mercadorias nas redes de transporte.
- OT6 – Contribuir para o desenvolvimento de sistemas de transportes multimodais, intermodais e inclusivos.
- OT7 – Promover a aplicação de ferramentas da Indústria 4.0 na engenharia de transportes, contemplando objetivos da transição digital.

## 4.3 Esquema organizativo

De acordo com os pressupostos e a orientação adotada (ver secção 4.1), a atividade de I&I do DT é organizada segundo linhas de investigação, LI, cada uma incorporando um ou mais projetos e eventualmente programas, visando a satisfação de pelo menos um dos objetivos temáticos (OT) que foram atrás definidos, conforme se esquematiza no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1 – Organização das linhas de investigação e projetos de I&I do DT na sua relação com os objetivos temáticos adotados**

E2I LNEC (2021- 2027)		Temáticas Prioritárias do LNEC						
Estratégia de I&I DT (2021 - 2027)		Objetivos Temáticos DT						
Linhas e Projetos de Investigação		OT1	OT2	OT3	OT4	OT5	OT6	OT7
LI1	P1j							
LI2	P2j							
LI3	P3j							
LI4	P4j							
.....	.....							

Cada um dos projetos é proposto por um investigador responsável, que o define, justifica, envolve os demais investigadores interessados e especifica os recursos necessários, as eventuais parcerias, o respetivo prazo de execução, o modo de financiamento e os principais resultados a alcançar. Caso se afigure vantajoso para o desenvolvimento do plano, vários projetos poderão fazer parte de um “programa de investigação” que os congrega.

No Plano de Ação associado a esta Estratégia (ver capítulo 5), estão caracterizadas as linhas de investigação adotadas à partida e identificados alguns dos projetos a desenvolver, sendo regularmente atualizado face à conclusão destes ou à inclusão de novos projetos. As próprias linhas de investigação poderão ser objeto de alterações, em fases intermédias de avaliação.

## 5 | Plano de ação do DT

### 5.1 Linhas de Investigação

São propostas 4 Linhas de Investigação, destinadas a responder aos principais desafios que se colocam atualmente na área dos Transportes:

#### **L1 – Conceção, materiais e tecnologias construtivas para infraestruturas de transporte mais sustentáveis**

A linha de investigação L1 destina-se a promover a sustentabilidade no âmbito da construção de obras de engenharia civil, designadamente no que se refere às infraestruturas de transportes, através da aplicação de novas conceções, materiais e de tecnologias construtivas que minimizem o impacto das construções no seu ciclo de vida e que que contribuam para os desígnios da economia circular.

Para atingir esse objetivo pretende-se contribuir para o desenvolvimento de infraestruturas com uma conceção mais otimizada, com a realização de estudos dedicados sobre as características de materiais não tradicionais, naturais ou subprodutos industriais, sobre as técnicas de construção e de controlo de qualidade na sua aplicação e sobre a análise do ciclo de vida das obras. Por outro lado, pretende-se desenvolver estudos conducentes à aplicação de materiais tradicionais, de modo mais eficiente, nomeadamente através de um maior conhecimento do seu comportamento face às solicitações, da utilização de novas tecnologias e de conceções e processos construtivos alternativos ou inovadores.

Esta linha de investigação pretende assim contribuir, quer para que materiais não tradicionais possam vir a ser utilizados em infraestruturas de transportes, quer para que os materiais tradicionais possam ser aplicados de forma mais eficiente, utilizando abordagens de conceção baseadas na Economia Circular que promovam uma maior sustentabilidade e aplicando tecnologias de construção inovadoras. Através de uma adequada caracterização laboratorial dos materiais, da construção de trechos piloto, da monitorização do seu desempenho em serviço e da análise do ciclo de vida das infraestruturas construídas, será possível contribuir para aumentar a sustentabilidade das infraestruturas de transportes, nas suas diversas vertentes, nomeadamente económica e ambiental, em particular em obras de conservação e reabilitação.

#### **L2 – Avaliação do comportamento e gestão de ativos em infraestruturas de transportes**

As redes de infraestruturas de transportes constituem um elemento vital das sociedades de hoje, quer nos países mais desenvolvidos, quer nos países emergentes. Em Portugal, como nos restantes países Europeus, considera-se que as infraestruturas de transportes se encontram numa fase de maturidade, pelo que os desafios atuais se concentram na sua manutenção, reabilitação e renovação, de forma que se mantenham fiáveis, acessíveis e seguras ao longo do seu ciclo de vida, num ambiente de otimização dos recursos disponíveis e de gestão do risco, em particular o associado às alterações climáticas.

A caracterização do comportamento das infraestruturas de transporte e a capacidade de previsão da sua evolução ao longo do ciclo de vida constituem elementos essenciais para o apoio à tomada de decisão na gestão das redes de infraestruturas existentes. Para o efeito, torna-se necessário dispor de modelos que permitam simular adequadamente a resposta das infraestruturas às ações a que estão sujeitas e de métodos de ensaio que permitam quantificar os parâmetros que intervêm nestes modelos.

As crescentes capacidades para gerir e analisar dados massivos constituem uma excelente oportunidade para otimizar e integrar a informação gerada ao longo do ciclo de vida das infraestruturas, incluindo os dados relativos à sua conceção e construção e ao seu comportamento em serviço.

Pretende-se, com esta linha de investigação, contribuir para o desenvolvimento, melhoria e implementação de métodos de caracterização do comportamento de infraestruturas, de modelos de análise inteligentes e de metodologias integradas para a sua exploração na gestão de ativos de redes de infraestruturas.

### **L3 - Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura rodoviária**

Esta linha destina-se à melhoria da eficácia das ferramentas utilizadas no âmbito de um Sistema de Gestão de Segurança Rodoviária (SGSR) suscetíveis de apoiar a intervenção na infraestrutura para mitigação da sinistralidade, mediante a qualificação das relações entre envolvente rodoviária, tráfego, utente e segurança rodoviária, e a avaliação dos efeitos de medidas de engenharia de segurança.

Os processos de decisão relativos à segurança rodoviária do sistema de tráfego podem ser melhorados e qualificados mediante a sua estruturação em sistemas de gestão dedicados, de que são exemplos o especificado na Diretiva 2019/1936 do Parlamento Europeu e do Conselho (de aplicação obrigatória nas estradas da rede transeuropeia, nas autoestradas e estradas com condicionamento de acessos cofinanciadas pela UE) e na norma ISO 39001:2012 (de aplicação voluntária). Basicamente um SGSR deve atender à forma de governação da organização a que se destina, estabelecer a liderança, definir os instrumentos de planeamento (indicadores de funcionamento, objetivos e formas de os atingir e verificar), determinar os recursos a afetar, estruturar o controlo operacional e definir a forma de avaliação dos resultados obtidos.

Aas entidades responsáveis pela operação de infraestruturas rodoviárias e pela gestão do espaço público urbano podem obter melhorias de eficiência em várias componentes do respetivo SGSR, mediante a complementação dos dados tradicionais com outros provenientes de aplicações de sistemas inteligentes e conectados (C-ITS) e o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas integrando modelos matemáticos que representem, com grau de simplificação adequado, as inter-relações relevantes entre elementos do sistema de tráfego.

### **L4 - Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade**

O objetivo desta linha é contribuir para a concretização da mobilidade sustentável e multimodal, através da avaliação e modelação de soluções de transporte integradas e de novos serviços de mobilidade inteligente, alinhados com o desígnio da transição justa para a neutralidade carbónica. Considerando as parcerias concretizadas para a I&I nesta linha de investigação, prevê-se que esta incida sobre a otimização da operação do transporte coletivo de passageiros e de mercadorias (incluindo a logística urbana e a micromobilidade), a acessibilidade equitativa, a eficiência energética e a redução progressiva das emissões de gases com efeito de estufa e de outras externalidades do sistema de transportes.

No Quadro 5.1 representa-se a relação entre as Linhas de Investigação definidas anteriormente e os Objetivos Temáticos da Estratégia de I&I do DT. Nesse quadro utiliza-se a cor mais escura para exprimir uma relação mais forte entre Linhas de Investigação e Objetivos Temáticos.

Quadro 5.1 – Relação entre as Linhas de Investigação e os Objetivos Temáticos do Plano de I&I do DT

I&I do DT (2021 - 2027)	Objetivos Temáticos DT						
	OT1	OT2	OT3	OT4	OT5	OT6	OT7
L1							
L2							
L3							
L4							

## 5.2 Projetos de Investigação

No Quadro 5.2 apresenta-se uma lista de projetos com financiamento externo em curso, que integrarão este novo ciclo. Para além dos projetos identificados neste Quadro, existem candidaturas a financiamento externo que se encontram em avaliação, bem como candidaturas em fase de preparação.

Quadro 5.2 – Projetos de I&I do DT para 2021-2027 com financiamento externo

Designação do projeto	Fonte de Financiamento	Linha de Investigação	Colaboração de outras UDs
TRA VISIONS 2022	CE/ Programa H2020 Transportes	L1, L2, L3, L4	
MOVING TOGETHER	CE/Programa H2020 Transportes	L1, L2, L3, L4	DHA
BIOROADPAV - novos bio-ligantes	P2020	L1	DM
BE-Ready - Resilient pavement for sustainability	EA Grants	L1	
Ferrovias4.0 - Projeto Mobilizador	P2020	L1	CIC
DENSER – Desempenho Estrutural e Aspetos Geotécnicos da Via-Férrea com Balastro Reciclado na Camada de Sub-Balastro	USP	L1	
PEDLER - Estudos experimentais sobre a aplicação de LECA em infraestruturas ferroviárias	LECA	L1	
Projeto Mobilizador Digital Construction Revolution	P2020	L2	DED, NTIEC
Support Study For The Ex-Post Evaluation Of Directive 96/53/EC On Weights And Dimensions	CE	L2, L3	
Possível Revisão Normativa dos Pesos e Dimensões Máximas de Determinados Veículos	CE	L2, L3	
TRENDLINE - Indicadores de desempenho em segurança rodoviária	CE	L3	
Study on the influence of passive safe poles in run-off-road crash severity. A study case of the Province of Oost Vlaanderen	Safety Product	L3	
Avaliação do impacto sistemas de trotinetes elétricas partilhadas na descarbonização da mobilidade e na equidade social	FCT / BD LNEC e UM	L4	
Aprendizagem a partir de dados massivos para otimizar o transporte urbano e alcançar objetivos de sustentabilidade	FCT / BD LNEC e IST	L4	NTIEC
ADMIRAL – “Advanced multimodal marketplace for low emission and energy transportation”	CE/Programa Horizonte Europa	L4	NTIEC

Sem prejuízo de outras áreas em que se venham a submeter projetos de investigação, com ou sem financiamento externo, indicam-se em seguida alguns temas para projetos a integrar no novo Plano de I&I do DT, no seguimento de projetos pertencentes ao ciclo anterior:

- i) Reabilitação de pavimentos rodoviários com incorporação de elevadas percentagens de materiais reciclados;
- ii) Análise e modelação do comportamento da via-férrea;
- iii) Aplicação de dados massivos e de modelos de análise inteligentes na gestão de ativos em infraestruturas de Transportes
- iv) Mapeamento de risco rodoviário e avaliação macroscópica de custo-eficácia de medidas mitigadoras na infraestrutura.

## 6 | Sistema de acompanhamento

O sistema de acompanhamento da implementação da Estratégia e do Plano de I&I do DT estará em linha com a monitorização da E2I 21-27 do LNEC, assentando no apuramento contínuo dos indicadores da atividade de investigação realizada no Departamento e na análise dos resultados do ponto de vista do seu enquadramento na E2I 21-27 do LNEC, do seu contributo para a prossecução dos objetivos estratégicos e para as metas nela fixadas.

Tal como previsto na E2I 21-27, a monitorização e avaliação de cada programa ou projeto de investigação, basear-se-á no preenchimento, pelo investigador responsável, de fichas de autoavaliação com uma periodicidade de 2 anos, nas quais deverão ser comparados os resultados inicialmente previstos com os efetivamente atingidos, face aos recursos disponibilizados. Estas fichas de autoavaliação são preenchidas, no decurso do projeto ou programa, com um intervalo máximo de dois anos e analisadas na CCD do DT.

No final do projeto ou programa, as fichas de autoavaliação são objeto de apresentação e discussão na CCD.

Tal como previsto na E2I 21-27, o investigador responsável poderá propor e justificar, nas fichas de autoavaliação intercalares, a alteração da ficha de programa ou da ficha de projeto. A nova versão da ficha será de objeto de análise pelo painel de apreciação.

Será constituído um grupo de trabalho para acompanhamento da execução do Plano de I&I do DT, que promoverá as respetivas avaliações intercalar e final, baseadas tanto na análise conjunta dos resultados obtidos nos programas e projetos de investigação executados no Departamento, bem como na respetiva contribuição para as metas da E2I 21-27, por forma a fornecer elementos para a avaliação da E2I 21-27 do LNEC.

Lisboa, LNEC, junho de 2023

VISTO

A Diretora do Departamento de Transportes



Maria de Lurdes Antunes

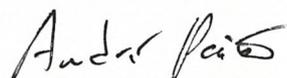
AUTORIA



Maria de Lurdes Antunes  
Investigadora-Coordenadora



António Lemente de Macedo  
Investigador-Coordenador



António Paixão  
Investigador Auxiliar



Elisabete Arsénio  
Investigadora Principal



Sandra Vieira  
Investigadora Auxiliar

## Referências bibliográficas

- ANTUNES, M. L.; BARBOSA, A.; BRANCO PEDRO, J.; VIEGAS, J.; LAMAS, L., 2021 – **E2I-Estratégia de Investigação e Inovação 2021-2027 - Enquadramento e proposta de definição estratégica**. LNEC - Proc. 0102/3111/1023111. Relatório 358/2021 – CD.
- BRESQUE, M.; DE NUL, L.; PETRIDIS, A., 2021 – **Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry**. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.
- CE - Comissão Europeia, 2019 – **EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 - Next steps towards Vision Zero**, SWD (2019) 283 final, Bruxelas.
- CE - Comissão Europeia, 2020a – **Um novo Plano de Ação para a Economia Circular. Para uma Europa mais limpa e competitiva, COM (2020) 98 final**, Bruxelas.
- CE - Comissão Europeia, 2020b – **Estratégia de mobilidade sustentável e inteligente – pôr os transportes europeus na senda do futuro, COM (2020) 789 final**, Bruxelas.
- CE - Comissão Europeia, 2021a – **Criar uma Europa resiliente às alterações climáticas - a nova Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas, COM (2021) 82 final**, Bruxelas.
- CE - Comissão Europeia, 2021b – **Caminho para um planeta saudável para todos Plano de ação da UE: Rumo à poluição zero no ar, na água e no solo, COM (2021) 400 final**, Bruxelas.
- CE - Comissão Europeia, 2021c, – **Comunicado de imprensa sobre o Mecanismo Interligar a Europa**, Bruxelas.
- EIB – European Investment Bank, 2022 – **Transport Lending Policy 2022: The Way Forward. Investing in a cleaner and smarter transport system**, Luxembourg.
- MACEDO, A.L., 2015 – **Estratégia e Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC**. LNEC - Proc. 0701/1311/19928. Relatório 110/2015 – DT/Chefia.
- MACEDO, A.L.; ARSÉNIO, E.; BATISTA, Fátima; CARDOSO, J.L.; FORTUNATO, E.; FREIRE, A.C.; FONTUL, S.; GOMES, S.V.; PAIXÃO, A.; ROQUE, C.A., 2018 – **Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC. Revisão Intercalar (2013-2017)**. LNEC - Proc. 0701/1311/19928. Relatório 249/2018 – DT/Chefia.
- MACEDO, A.L.; COUTINHO, A.S., 2021 – **Programa de ID&I 2013- 2020 do Departamento de Transportes do LNEC. Revisão complementar (2018-2020) e Avaliação final**. LNEC - Proc. 0701/3102/19928. Relatório 216/2021 – DT/Chefia.
- MIH – Ministério das Infraestruturas e Habitação, 2020 – **Programa Nacional de Investimentos 2030**. XXII Governo da República Portuguesa.
- MP – Ministério do Planeamento, 2021 – **PRR – Recuperar Portugal, Construindo o Futuro**. XXII Governo da República Portuguesa.
- UNITED NATIONS, 2015 – **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Division for Sustainable Development Goals**. New York, NY, USA.



ANEXO  
ANÁLISE SUCINTA DAS AGENDAS TEMÁTICAS DE I&I DA FCT



## Alterações Climáticas

Sem documentos para analisar

## Ciência Urbana e Cidades para o Futuro

### Breve Apresentação da Agenda

Nos objetivos é referido: “Estimular e apoiar a transição das cidades portuguesas para um novo paradigma de cidade inclusiva, **segura**, resiliente e sustentável, no contexto europeu e global”

O trabalho foi organizado por pilares. Referem-se os conteúdos relevantes na área dos transportes.

- Pilar 1 - Ambiente natural, ambiente construído e mobilidade:
  - **Novas acessibilidades e interconetividades para cidades inclusivas**
  - **Novos paradigmas de mobilidade urbana em contexto de economia de baixo carbono**
- Pilar 2 - Sociedade, Cultura e Qualidade de Vida:
  - **Vida saudável e envelhecimento ativo nas cidades**
- Pilar 3 - Economia Urbana e Competitividade
  - **Economia circular e de baixo carbono para cidades sustentáveis**

### Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)

- Referem a necessidade de refletir sobre as necessidades da investigação e da inovação (I&I) nas áreas da i) inclusão, integração e coesão social, ii) **ambiente natural e construído e mobilidade**, iii) informação, participação e governação e iv) economia urbana e competitividade.
- Dos documentos estratégicos internacionais ao nível da ONU e da EU, designadamente a Espanha, França, Suécia e Holanda identificam as seguintes áreas prioritárias de I&I (com enfoque nas tecnologias digitais e ‘big data’ numa perspetiva transversal):
  - iii) Mobilidade urbana sustentável: sistemas de transporte inteligentes (ITS) - seguro, acessível, dinâmico, adaptável e sustentável, numa relação de proximidade de serviços e infraestruturas e numa perspetiva urbano-regional;
- Nas Questões e Temas em análise estabeleceram-se quatro pilares para a *Agenda de Investigação e Inovação Ciência Urbana e Cidades para o Futuro*:
  - **Ambiente Natural, Ambiente Construído e Mobilidade**

Na relação entre o ambiente natural, o ambiente construído e a mobilidade, tendo como base um modelo focado na gestão eficiente e integrada dos recursos existentes, identificam-se a segurança, a qualidade ambiental e a acessibilidade das cidades como desafios inerentes a esta temática. Assim, assumem particular relevância as questões relacionadas com a capacidade de resposta a

eventos extremos e às alterações climáticas, o desenvolvimento de cidades resilientes e o combate à vulnerabilidade das cidades costeiras. Por outro lado, torna-se importante potenciar os recursos endógenos das cidades, tornando os seus subsistemas mais eficientes e eficazes reduzindo a pegada ecológica, adotando modelos de economia circular e dando prioridade a uma valorização integrada da cidade. Atenção deve ser dedicada à gestão, monitorização e processamento de elevados volumes de informação, em particular de dados climáticos. Por forma a combater os fenómenos de fragmentação e dispersão dos espaços urbanos, promovendo a sua concentração e inclusividade, é necessário desenvolver esforços sob o ponto de vista da conectividade e acessibilidade a recursos e serviços.

No contexto desta discussão, ganha relevo a importância da adaptação climática do edificado e das infraestruturas associadas a serviços críticos como a água, a energia e os transportes. Destaca-se também a necessidade de atuar ao nível do desenho e avaliação de medidas de adaptação climática e de investir em desenvolvimentos tecnológicos que facilitem a integração e análise de informação, a sua monitorização em tempo real, bem como a automação de processos. Em termos de subsistemas críticos, salientam-se os relacionados com a energia, onde se inclui a eficiência, armazenamento e integração de renováveis em ‘smart grids’, gestão e valorização de resíduos, infraestruturas verdes e qualidade e manutenção do edificado, qualidade do ar e da água, usos do solo e transportes e mobilidade, incluindo tecnologias de sistemas de transporte inteligente, soluções integradas de mobilidade dirigida à inclusão e plataformas de sistemas de mobilidade.

- **Sociedade, Cultura e Qualidade de Vida**

- **Informação, Participação e Governação**

O rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) tem permitido conhecer, monitorizar e avaliar os fenómenos urbanos em “tempo quase real”, com impacto no modo como as cidades se organizam, funcionam e são geridas. Dotando as cidades de novas formas de “inteligência urbana”, geram-se oportunidades para novas dinâmicas e novas relações nas cidades e destas com os territórios em que se inserem. Mas, ao criar novas oportunidades de recolha, processamento e disseminação de informação, a expansão das TIC coloca também novos desafios em áreas tão diversas como a privacidade, a segurança, a resiliência, o civismo e a ética das pessoas e das organizações. A exploração destas novas oportunidades e a superação destes desafios através de I&I articulada com as práticas urbanas terão um lugar importante no futuro.

- **Economia Urbana e Competitividade**

Enquanto polos de produção económica, industrial e de inovação, há que promover nas cidades a indústria sustentável, o desenvolvimento tecnológico, o planeamento e infraestruturas urbanas com logística inteligente e sustentável, a gestão e otimização dos transportes, a utilização

sustentável dos recursos, o uso eficiente da energia, bem como a regeneração e a reabilitação urbanas, a melhoria habitacional e a gestão do imobiliário.

...

Para a sustentabilidade das cidades contribui a economia “verde”, com serviços inovadores e atividades económicas ecoeficientes, energias renováveis e eficiência energética, infraestruturas ecológicas, mobilidade sustentável e espaços verdes, capacidade de gerir riscos sociais e económicos das alterações climáticas e de potenciar a economia circular com produção e consumo sustentáveis, novas formas de gerir resíduos e reduzir desperdícios, promovendo a sociedade ecológica e a formação e consciencialização ambientais.

## **Economia Circular**

### **Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)**

A Economia Circular (EC) é uma abordagem estratégica e operacional que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia potenciando o valor e, conseqüentemente, o tempo de vida útil dos produtos, materiais e recursos na economia.

Agenda desenvolvida em torno de quatro pilares fundamentais:

1. Design e desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços

Refere nos temas de investigação científica e de inovação tecnológica identificados para este pilar a exploração do potencial do fabrico aditivo na produção, reparação e refabricação de produtos para o aumento da sustentabilidade das cadeias de valor.

2. Gestão sustentável dos ciclos de recursos
3. Governança e território
4. Novos modelos de negócio, comportamento e consumo

### **Breve Apresentação da Agenda**

São apresentados 3 eixos prioritários:

1. Simbioses Industriais

- Como promover a reorganização dos sistemas industriais para aproveitamento sistemático de matérias primas, água e energia tendo em conta os aspetos tecnológicos, económicos, culturais, jurídicos, de governação e ambientais?
- Quais são as implicações económicas e de competitividade para os agentes industriais resultantes de produtos, processos e serviços mais circulares ?
- Que tipo de redes para a valorização de recursos e energia, entre indústrias e diferentes setores, promovem as simbioses industriais?
- Qual é o papel dos diferentes atores diretamente envolvidos na cadeia de valor, no design para a circularidade da economia?
- Como é que a sociedade vai responder às novas tecnologias? Como é que podemos avaliar a influência das tecnologias existentes e antecipar o impacte das novas tecnologias na sociedade?

## 2. Bioeconomia Circular

- De que forma se poderá promover a utilização sustentável de recursos primários e procura de fontes alternativas?
- Como desenvolver processos mais ecoeficientes, incluindo o recurso a ferramentas biotecnológicas?
- Como diminuir ou eliminar a produção de resíduos e garantir a valorização integrada (orgânica e energética) de resíduos orgânicos e inorgânicos?
- Quais os fatores que influenciam a sustentabilidade de ferramentas e estratégias de circularidade no design de produtos, processos e serviços?
- Como é que o design de produtos contribui para o fecho de ciclos biológico e tecnológico ?
- Como é que o design pode influenciar comportamentos mais sustentáveis (e.g., contribuir para desperdício zero) dos consumidores?

## 3. Territórios Circulares

- Como utilizar as soluções baseadas na natureza para aumentar a resiliência e coesão territorial?
- Qual é a melhor forma de incluir o conceito da economia circular nos instrumentos de gestão territorial e dos recursos , de modo a contribuir para valorização dos recursos endógenos, análise de fluxos de matérias e de energia e metabolismo urbano?
- Qual é o papel do conhecimento comportamental dos cidadãos em meio urbano e periurbano para desenvolver aplicações de otimização do funcionamento dos territórios circulares?
- Quais as fontes primárias minerais existentes em Portugal capazes de assegurar, no todo ou em parte, o abastecimento presente e futuro das matérias-primas críticas e/ou estratégicas
- Que fatores potenciam/bloqueiam a criação e adoção de práticas de circularidade e novos modelos de consumo? Quais são os mecanismos/formas de organização social que facilitam a difusão destas práticas?
- Como avaliar o risco de projetos/iniciativas circulares?

## Versão final da Agenda (em fase de edição)

Saliento as oportunidades de inovação apresentadas no pilar Governança e território (os restantes parecem distantes daquela que é a nossa atividade):

- promoção de **territórios inteligentes** com convergência entre as dimensões ambiental, humana e tecnológica, com dinâmicas de coesão territorial;
- implementação de **novas abordagens de governança, planeamento estratégico e políticas** de desenvolvimento inteligente do território e da economia;
- fomento de iniciativas de **inovação social e dinâmicas de bioeconomia** para a valorização dos recursos biológicos e naturais, centradas na economia circular;
- integração e articulação de **funções e infraestruturas do território**;
- Gestão e utilização comum de **tecnologias de informação e comunicação e de redes digitais e TIG**;
- evolução ao nível das cadeias logísticas e capacidade do tecido industrial para, de forma integrada, aplicar princípios da ecologia industrial onde os subprodutos e resíduos de uns sirvam como matéria-prima de outros;
- processos de **cooperação entre atores políticos, económicos e sociais** - inovação ao nível da formação e da participação pública, incluindo “on job training” e novos métodos de interação, recolha e uso inteligente de informação (ex., gamificação);
- **inovação e empreendedorismo social e inclusão digital** ao nível dos serviços públicos e privados (saúde, segurança, educação, cultura, turismo, entre outros).

## Inclusão Social e Cidadania

### Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)

As principais questões analisadas incidem sobre os seguintes temas: 'inclusão social na sociedade do conhecimento', 'proteção social, rendimento e emprego', 'cidadania e qualidade de democracia' e 'equidade territorial e mobilidade'.

Na quarta questão observam-se itens como:

- Habitação,
- Ambiente,
- Mobilidade e migrações,
- Segregação espacial,
- Regeneração e gentrification
- Territórios de baixa densidade.

### Breve Apresentação da Agenda

Análise estruturada em 4 aspetos:

1. Inclusão na Sociedade do Conhecimento
2. Proteção Social, Rendimento e Emprego
3. Inclusão Cívica e Democrática Cidadania e Qualidade da Democracia
4. Equidade Territorial e Mobilidade
  - Eixo 1 - Assimetrias territoriais de carácter socioeconómico e demográfico
  - Eixo 2 - Estigmatização dos territórios e segregação socio espacial
  - Eixo 3 - Consequências socio espaciais da regeneração urbana e da turistificação
  - Eixo 4 - Défices habitacionais e novas formas de exclusão residencial
  - Eixo 5 - Sustentabilidade urbana e desigualdades sociais
  - Eixo 6 - Desigualdades no acesso à mobilidade
  - Eixo 7 - Migrações e inclusão dos migrantes e descendentes
  - Eixo 8 - As funções da cultura e da arte no reconhecimento e integração de lugares e comunidades

No Ponto 4, sobre Equidade Territorial e Mobilidade, são referidos os seguintes eixos de inovação:

- Eixo 1 Reforço e investimento na investigação ação
- Eixo 2 Promoção da aproximação entre a academia e a sociedade civil (alianças de conhecimento);
- Eixo 3 Validação e disseminação do conhecimento produzido no quadro da investigação desenvolvida em ciências sociais;
- Eixo 4 Definição de linhas orientadoras para uma estratégia de intervenção que vá ao encontro dos desafios sociais ligados à territorialidade;

- Eixo 5 Ligação entre inovação nas ciências sociais e inovação técnica e tecnológica no âmbito dos estudos sobre equidade territorial (centros de investigação de tipo diverso, empresas, 3ºsetor);
- Eixo 6 Implementação de medidas inovadoras no campo do empowerment e da integração sócio territorial de grupos vulneráveis;
- Eixo 7 Reforço da capacidade de analisar prospectivamente os processos socioterritoriais e de antecipar problemas.

## Versão final da Agenda (em fase de edição)

### Subtema 4: Equidade territorial e mobilidade

#### 1. Desafios e objetivos para Portugal até 2030

##### Eixo 5 - Desigualdades no acesso à mobilidade

A mobilidade de indivíduos e famílias, essencial para potenciar as oportunidades sociais (emprego, consumo, relações sociais, etc...) e reforçar o acesso aos serviços e demais recursos territorializados, é marcada por profundas desigualdades, sendo sabido que, por exemplo, os grupos sociais mais desfavorecidos, os idosos e as mulheres registam possibilidades de deslocação mais limitadas. Neste domínio, outra questão central corresponde à mobilidade ativa, também denominada mobilidade suave - andar a pé e de bicicleta -, que nada tem de suave quando se trata de analisar os espaços de mobilidade que, historicamente, tendem a reproduzir geometrias de poder, uma vez que os fluxos são conduzidos, regulados, controlados e governados. A mobilidade ativa deve ser entendida em função de quatro dimensões - a materialidade, os fluxos, a economia e as relações com a saúde -, sendo de frisar o papel da atividade física na remediação de problemas sociais e na resposta ao aumento da esperança de vida, contribuindo para melhorar a qualidade de vida da população sénior. Segundo a OMS (WHO, 2015), reduzir o comportamento sedentário e ser mais ativo pode ajudar a evitar doenças associadas à falta de atividade física e promover estilos de vida mais saudáveis, incluindo-se neste quadro as pessoas com deficiência, uma vez que ser móvel é uma questão fundamental para a sua participação, qualidade de vida e inclusão social.

2. Principais desenvolvimentos científicos nos últimos dez anos
3. As questões chave para uma agenda de investigação

##### Eixo 5 - Desigualdades no acesso à mobilidade

Avaliar as consequências dos processos de privatização e reforma dos transportes públicos no agravamento das desigualdades sócio-espaciais em termos de mobilidade. □ Analisar as consequências da introdução de novas formas de mobilidade urbana de carácter individual apoiada pelos sistemas públicos, quer suave, quer pesada, em termos de (des)igualdade de acesso e oportunidades para os grupos e bairros mais desfavorecidos. □ Aprofundar as análises em torno da mobilidade ativa e da sua promoção, enquanto estratégia para melhorar a qualidade de vida de determinados grupos, como a população sénior e a população com deficiência. □ Estudar a relação entre as ofertas de transportes públicos e de formas de mobilidade suave, tanto ao nível urbano, como ao nível regional, cruzando-a com as necessidades específicas de uma população envelhecida, sabendo que a tendência para o envelhecimento se mantém.

4. Fatores críticos para o desenvolvimento futuro

### Áreas estratégicas para I&I

Para além da questão da habitação, a mobilidade 'fora de portas' é outro desafio de I&I. Neste âmbito, são requeridos conhecimentos, metodologias e instrumentos que potenciem novas redes alargadas de transportes – públicos, privados – e novas formas de mobilidade – ativa, suave ou pesada – nas cidades e comunidades. Pensar como melhorar os mecanismos de monitorização e avaliação da mobilidade, nomeadamente identificando os seus impactos, em termos de risco de exclusão e de desigualdades

sociais, relativamente a zonas ou a indivíduos. Uma especial atenção é devida à população sénior ou com deficiência, à literacia da atividade física e à articulação entre as zonas urbanas e rurais. Segue o enunciado de mais questões carentes de investigação e de soluções de âmbito social:

- Avaliar os efeitos de uma alocação desigual de recursos às comunidades urbanas e rurais;
- Compreender melhor os constrangimentos dos territórios de baixa densidade e os efeitos de bairro, nomeadamente em termos de cidadania e inclusão social;
- Aprofundar as políticas públicas que visam o combate à injustiça e à vulnerabilidade espaço-social e que promovem a sustentabilidade ambiental. Neste âmbito, explorar o contributo da participação cidadã e das novas tecnologias.

## **Indústria e Manufatura**

### **Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)**

Do ponto de vista das cadeias de abastecimento, as iniciativas visam aumento da eficiência energética e dos recursos através da valorização ótima e utilização e gestão inteligente das matérias-primas existentes, alternativas e renováveis.

No respeitante às aplicações, devem desenvolver-se processos para produzir materiais para aplicações de mercado que aumentam a eficiência energética e de recursos a jusante e a montante na cadeia de valor. E por fim a conversão de resíduos em recursos pela prevenção, valorização e reutilização dos fluxos de resíduos dentro e entre setores, incluindo a reciclagem de fluxos de resíduos pós-consumo e novos modelos de negócio para a eco-inovação.

Vetores estratégicos dos países europeus:

Materiais avançados: impressão 3D, design de materiais e compósitos, materiais para a energia sustentável, materiais para a saúde, sistemas de elevada tecnologia e materiais ativos e inteligentes, revestimentos ativos, materiais de ligação, ciclos de vida de materiais sustentáveis, microfluidos, objetos inteligentes, nanoelectrónica, compreender a relação entre a estrutura, a composição e a função

### **Breve Apresentação da Agenda**

Nos materiais avançados é referido nas Oportunidades 2030:

- Superfícies funcionais e inteligentes;
- Multifuncionalidade e compatibilidade;
- Novos compósitos multifuncionais;
- Novos biopolímeros e biomateriais;
- Novos materiais para fabrico aditivo;
- Valorização de resíduos, Ecodesign;
- Modelação de materiais

Nos Processos Tecnológicos Industriais Avançados é referido relativamente aos Tópicos de Investigação:

- Desenvolvimento de novos sistemas para fabrico aditivo;
- Processos multi-escala: fabricação a diferentes escalas (nano-micro-meso-macro) ;

Na gestão eficiente de recursos e processos, é referido relativamente aos tópicos de investigação:

- Gestão Circular e Integrada de Recursos
- Implementação de soluções descentralizadas do tipo Blockchain;

## **Sistemas Ciberfísicos e formas avançadas de Computação e Comunicação**

### **Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)**

No sector dos Transportes, particularmente no que se refere à condução autónoma, destaca-se o tema das tecnologias e aplicações emergentes, onde se inclui a I&I em algoritmos de aprendizagem automática (*machine learning*), em técnicas de análise de grandes volumes de dados (*big data*) e, de uma forma generalizada, a investigação em sistemas inteligentes, nas suas mais variadas formas.

## **Sistemas Sustentáveis de Energia**

### **Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)**

Refere-se o SET-Plan (Plano Estratégico para as Tecnologias Energéticas), estabelecido pela UE, que tem sete temas prioritários de aplicação generalizada em toda a UE:

- a) Tecnologias baseadas em Energias de Fontes Renováveis eficientes e com menores custos;
- b) Novas tecnologias e serviços para os consumidores;
- c) Um sistema energético seguro e resiliente;
- d) Novos materiais e tecnologias para os edifícios;
- e) Eficiência energética nos edifícios e na indústria;
- f) Baterias eficazes e competitivas para a mobilidade (transportes);
- g) Biocombustíveis.

Nas Questões e Temas em análise referem-se os aspetos da descarbonização segundo as seguintes quatro vertentes:

- a) recurso a opções de utilização responsáveis da energia, seja pela valorização da suficiência como da eficiência energéticas, em todos os setores (edifícios e cidades, transportes, indústria e agricultura),
- b) exploração de Fontes de Energia Renováveis (FER), um recurso em que Portugal é um país rico,
- c) aposta na digitalização do setor energético, na implementação das “smart grids”, e
- d) aproximação a uma contribuição de 100% de FER na produção de eletricidade, com soluções adequadas de armazenamento, e com uma incorporação de pelo menos 50 % de processos/ produtos/soluções nacionais, num horizonte temporal verosímil.

É apresentado um vector prioritário sobre os Transportes sustentáveis: redução de 25 % nas emissões de GEE comparativamente a 2005:

O setor dos transportes é responsável por cerca de 25 % das emissões totais de gases com efeito de estufa (GEE), e ainda depende em cerca de 95 % (teor energético) do petróleo. A mobilidade de tração elétrica, sendo uma aposta de médio-longo prazo em termos de potencial futuro de redução das emissões de GEE, carece de ser complementada com outras soluções de descarbonização mais eficazes no curto e médio prazos, baseadas ainda nos atuais motores de combustão interna mas usando biocombustíveis ou outros, no horizonte 2030.

É contudo ainda também necessário o desenvolvimento de tecnologias de conversão da biomassa mais eficientes para a produção de biocombustíveis gasosos e líquidos. É também de salientar o hidrogénio como vetor energético, produzido por processos eletroquímicos (hidrólise da água usando o excedente das VREs), fotoeletroquímico, termoquímico, químico (e.g., a partir da biomassa) ou biológico. Finalmente, sendo a biomassa um recurso renovável mas finito, é fundamental que a sua utilização seja efetuada de forma sustentável tendo por base uma utilização em cascata de valor, aplicando-se os princípios da economia circular.

Identificaram-se as seguintes áreas prioritárias:

- Cidades e edifícios inteligentes: suficiência e eficiência energética, nos espaços urbanos, no parque habitacional e de serviços (edifícios existentes e novos);
- Eficiência energética e sustentabilidade na indústria e na agricultura;
- O consumidor-produtor e o seu papel central na gestão avançada do sistema elétrico e na eficiência dos consumos;
- Digitalização do sistema elétrico, redes inteligentes (smart grids) e integração e otimização da geração renovável variável (VRE) explorando soluções avançadas de flexibilidade operacional;
- Descarbonização da energia; produção de eletricidade e calor a partir de fontes renováveis;
- Novos combustíveis, produzidos a partir de fontes renováveis (incluindo a solarquímica e o hidrogénio), biocombustíveis, e tecnologias associadas;
- Armazenamento de energia para produção de eletricidade e calor, incluindo o carregamento/descarregamento de baterias em veículos elétricos;
- Descarbonização da mobilidade e transportes em todos os setores.

## Breve Apresentação da Agenda

Nas áreas de I&D prioritárias são destacadas:

1. Conversão e armazenamento de energia para produção de eletricidade e calor;
2. Recursos renováveis e eficiência/suficiência energética;
3. Sistema elétrico flexível e inteligente;
4. Transportes e mobilidade sustentável.
  - a. Organização e gestão do sistema de transportes e mobilidade terrestre, ferroviária, transporte marítimo e aviação;
  - b. Gestão de frotas e eficiência energética na mobilidade convencional;
  - c. Mobilidade urbana eletroquímica (baterias e células de combustível);
  - d. Armazenamento eletroquímico de energia elétrica para a aplicação em veículos;
  - e. Sistemas de propulsão híbridos e flex fuel;
  - f. Gestão inteligente do carregamento de veículos elétricos;
  - g. Planeamento e operação de sistemas elétricos com grande integração de sistemas de carregamento rápido e convencionais + recursos energéticos renováveis;
  - h. Sistemas de carregamento de veículos de tração elétrica de elevado rendimento wireless e bidirecionais com integração em smart grids (V2G, V2H,
  - i. Utilização das baterias dos veículos de tração elétrica num contexto de armazenamento distribuído em instalações domésticas e interação com os DSO locais;
  - j. Tecnologias avançadas de produção de biocombustíveis líquidos e gasosos para a mobilidade, nos setores da aviação, marítimo e transporte rodoviário de longas distâncias).

## **Turismo, Hospitalidade e Gestão do Lazer**

### **Extrato do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCT)**

As reflexões a prosseguir deverão ter em conta as grandes dinâmicas sociais contemporâneas, entre as quais se salientam: a mobilidade; as alterações demográficas; a alteração de comportamento e lugar dos operadores do sector; as alterações climáticas – integração do desenvolvimento sustentável no turismo; as especificidades nacionais – mutação no turismo, (passagem de segmentos tradicionais a novas formas de negócio) e os processos de inovação.

No domínio das atividades de investigação, foram identificados os seguintes domínios:

- Territórios e Recursos: ... O território abordado não apenas enquanto o lugar/cenário em que os recursos se encontram distribuídos, mas como um recurso ele próprio. Abordagem das disparidades e assimetrias regionais, nomeadamente em termos da logística. Neste âmbito, importa também considerar as acessibilidades para e no destino, incluindo a mobilidade interna nos territórios.

- Sustentabilidade: Esta dimensão constitui um alicerce da competitividade no turismo, envolvendo os padrões de desenvolvimento sustentável associados à especialização da oferta turística. Sustentabilidade acrescentando valor ao nível dos processos, preocupações de sustentabilidade ambiental e social associáveis a todos os consumos turísticos – alojamento, alimentação, animação, experiências, e a mobilidade, entre outros.

### **Breve Apresentação da Agenda**

Desafios da investigação:

- Territórios e recursos
- Cultura e globalização
- Comportamentos e perfis
- Competitividade
- Sustentabilidade

Desafios da inovação:

- Territórios e Recursos
- Empresas, Organizações e Mercados
- Inovação Social
- Sustentabilidade
- Inovação Tecnológica

### **Versão final da Agenda (em fase de edição)**

As áreas estratégicas no âmbito das quais foram identificados desafios para 2030 são as seguintes:

(...)

- Territórios e Recursos

Investigação

- Mobilidade, fluxos e dinâmicas turísticas
- Modelos de ocupação turística, ciclo de vida dos destinos
- Diversidade de destinos e especificidades territoriais
- Turistificação, gentrificação, capacidade de carga dos recursos e destinos
- Valorização de recursos e destinos e marketing territorial
- Alterações climáticas e riscos naturais, tecnológicos e sociais
- Big Data, geoinformação, modelização e análise espacial
- Redes e coopetição territorial
- Planeamento dos espaços turísticos e gestão territorial

Desafios para a agenda de investigação e inovação

A Estratégia Turismo 2027 identificou 5 eixos estratégicos, nomeadamente valorizar o território, impulsionar a economia, potenciar o conhecimento, gerar redes e conectividade e projetar Portugal.

O eixo 'Gerar Redes e Conectividade' - centrado nos objetivos de reforço dos sistemas de mobilidade, aéreo e rodoferroviários e de navegabilidade, na acessibilidade e turismo para todos, na mobilização do trabalho em rede e no envolvimento da comunidade – encontra-se também ele acomodado nos domínios temáticos Competitividade, Comportamentos e Perfis, Territórios e Recursos, Cultura e Globalização (investigação). Os domínios Inovação Tecnológica, Inovação Social, Territórios e Recursos, Inovação para a Sustentabilidade, abordam igualmente estas questões pelo lado da inovação.

(...)

Desafio 1. Desafios relativamente a Portugal enquanto recetor de turismo internacional

- Objetivo específico 1.3. Estudar métodos de planeamento estratégico e modelos de gestão do turismo, democráticos e participados, num contexto de crescimento tendencial da procura turística internacional.

Com base nestes pressupostos são consideradas a seguir três dimensões da sustentabilidade:

(...)

Sustentabilidade ambiental: investigar formas de redução dos impactos negativos do turismo sobre o ambiente investigando formas mais sustentáveis de mobilidade turística (modos suaves de deslocação e redução da pegada de carbono); de alojamento turístico (controlo da edificação, reabilitação e certificação); de lazer e ócio poluentes, do consumo de recursos (incluindo água e energia), da produção de resíduos e das perturbações de espécies e habitats naturais.

(São ainda referidos aspetos relacionados com a criação de condições no destino para receber pessoas com deficiência, com dificuldade de mobilidade, de orientação, de comunicação e seniores com limitações. Parecem-me pouco relevantes, na medida em que são focados apenas nos turistas e não na população geral)





[www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL  
tel. (+351) 21 844 30 00  
lnec@lnec.pt [www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)