



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE ID&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC

Revisão Intercalar (2013-2017)

Lisboa • junho de 2018

I&D TRANSPORTES

RELATÓRIO 249/2018 – DT/Chefia

Título

PROGRAMA DE ID&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC
Revisão Intercalar (2013-2017)

Autoria

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

António Lemonde de Macedo

Investigador-Coordenador, Diretor do Departamento
Coordenação geral

Elisabete Arsénio

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança
Coordenação setorial e Linhas de investigação L31 e L32

Fátima Batista

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Coordenação setorial e Linha de investigação L11

João Lourenço Cardoso

Investigador Principal com Habilitação, Chefe do Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança
Linhas de investigação L21 e L22

Eduardo Fortunato

Investigador Principal com Habilitação, Chefe do Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Linhas de investigação L12 e L13

Ana Cristina Freire

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Linhas de investigação L11, L12 e L13

Simona Fontul

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Linhas de investigação L12 e L13

Sandra Vieira Gomes

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança
Linhas de investigação L21 e L22

André Paixão

Bolseiro de Pós-Doutoramento, Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Linhas de investigação L12 e L13

Carlos Almeida Roque

Bolseiro de Pós-Doutoramento, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança
Linhas de investigação L21 e L22

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 249/2018

Proc. 0701/1311/19928

PROGRAMA DE ID&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC

Revisão Intercalar (2013-2017)

Resumo

Neste relatório apresentam-se os resultados de uma revisão intercalar do Programa de Investigação, Desenvolvimento & Inovação (ID&I) do Departamento de Transportes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC I.P.). Foram considerados os projetos concluídos ou em curso até dezembro de 2017 em cada uma das sete linhas de investigação que compõem o referido Programa.

Palavras-chave: Transportes / Infraestruturas / Planeamento, tráfego e segurança / Investigação e desenvolvimento / Inovação / Plano

THE RD&I PROGRAMME OF THE TRANSPORTATION DEPARTMENT OF LNEC FOR 2013-2020

Mid-term Revision (2013-2017)

Abstract

This report presents the results of a mid-term revision of the Research, Development and Innovation (RD&I) Program of the Transportation Department of the National Laboratory for Civil Engineering (LNEC I.P.). All the on-going or concluded projects until December 2017 were considered in each of the seven research lines which make up this Program.

Keywords: Transport / Infrastructures / Planning, traffic and safety / Research and development / Innovation / Plan

Índice

1	Introdução.....	1
2	O Programa de ID&I do DT 2013-2020.....	3
3	Avaliação das linhas prioritárias de investigação	6
3.1	Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes (L11).....	6
3.1.1	Caracterização sumária	6
3.1.2	Projetos da linha de investigação L11	6
3.1.3	Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L11.....	12
3.1.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L11	13
3.1.5	Avaliação intercalar da linha L11.....	18
3.1.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	19
3.2	Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes (L12)	20
3.2.1	Caracterização sumária	20
3.2.2	Projetos da linha de investigação L12.....	20
3.2.3	Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L12.....	24
3.2.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L12	25
3.2.5	Avaliação intercalar da linha L12.....	36
3.2.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	37
3.3	Gestão patrimonial de infraestruturas de transportes (L13).....	38
3.3.1	Caracterização sumária	38
3.3.2	Projetos da linha de investigação L13.....	38
3.3.3	Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L13.....	41
3.3.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L13	42
3.3.5	Avaliação intercalar da linha L13.....	52
3.3.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	53
3.4	Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura e mitigação dos fatores de risco rodoviário (L21).....	54
3.4.1	Caracterização sumária	54
3.4.2	Projetos da linha de investigação L21	54
3.4.3	Outras candidaturas de projetos submetidas na L21	58
3.4.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L21	59
3.4.5	Avaliação intercalar da linha L21.....	64
3.4.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	66
3.5	Mobilidade e segurança dos modos ativos de transporte (L22).....	67
3.5.1	Caracterização sumária	67
3.5.2	Projetos da linha de investigação L22.....	67
3.5.3	Outras candidaturas de projetos submetidos na L22	68
3.5.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L22	69
3.5.5	Avaliação intercalar da linha L22.....	71
3.5.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	71
3.6	Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade urbana de baixo carbono (L31)	72
3.6.1	Caracterização sumária	72
3.6.2	Projetos da linha de investigação L31	72

3.6.3	Outras candidaturas de projetos submetidas na L31	76
3.6.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L31	78
3.6.5	Avaliação intercalar da linha L31.....	82
3.6.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	83
3.7	Avaliação de sistemas de transportes, intermodalidade/multimodalidade e equidade social (L32).....	84
3.7.1	Caracterização sumária.....	84
3.7.2	Projetos da linha de investigação L32.....	84
3.7.3	Outras candidaturas de projetos submetidos na L32	87
3.7.4	Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L32	87
3.7.5	Avaliação intercalar da linha L32.....	90
3.7.6	Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020.....	91
4	Avaliação global do programa	93
4.1	Avaliação ao nível das Temáticas Objeto	93
4.1.1	Renovação e Gestão Patrimonial das Infraestruturas de Transportes.....	93
4.1.2	Operação Eficiente e Segura das Redes de Transporte	94
4.1.3	Sistemas de Transporte Custo-Eficazes e Melhoria da Mobilidade Urbana	95
4.2	Relação com a E2I e o P2I do LNEC.....	96
4.3	Aspetos Conclusivos da Avaliação Intercalar do Programa.....	99
5	Recomendações e perspetivas	102
5.1	Recomendações	102
5.2	Perspetivas	103
	Referências bibliográficas	108
	Anexos	109
	ANEXO I Quadros de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos por linha de investigação.....	111
	ANEXO II Quadros de resultados em 2013-2017: total dos indicadores quantitativos por temáticas objeto (TO).....	121
	ANEXO III Indicadores quantitativos da atividade global desenvolvida no âmbito do programa de ID&I do DT no período 2013-2017	127

Índice de figuras

Figura 2.1 – Matriz programática da E2I do LNEC (fonte: LNEC, 2014).....	5
Figura 3.1 – Trecho experimental onde foram aplicados RCD	7
Figura 3.2 – Provetes em mistura betuminosa incorporando plásticos reciclados do tipo <i>Polietileno de alta densidade (PEAD)</i> e <i>Etileno-acetato de vinilo (EVA)</i>	8
Figura 3.3 – Fabrico em laboratório de mistura reciclada incorporando material fresado e emulsão betuminosa, em misturadora específica para a produção a frio (com emulsão ou espuma de betume)	9
Figura 3.4 – Aspeto dos ensaios de carga cíclica no modelo físico da via-férrea à escala real (Projeto GroutRail)	23
Figura 3.5 – Esquema do sistema de inspeção e medição instalado em veículo ferroviário	41
Figura 3.6 – Simulador de ensaios acelerados sobre pavimentos rodoviários.....	51
Figura 3.7 – Colaboração África-Europa no domínio da segurança rodoviária - estabelecimento do Observatório de Segurança Rodoviário Africano e de uma Plataforma de Diálogo.....	56
Figura 3.8 – Conceção da infraestrutura face às necessidades e limitações dos modos ativos de transporte e à promoção da sua mobilidade e segurança	68
Figura 3.9 – Ilustração de aspetos estudados no WP4 do projeto USE-iT.....	75
Figura 3.10 – Ilustração de aspetos estudados no grupo de trabalho 3 da Ação COST	86

Índice de quadros

Quadro 4.1 - Distribuição do número de projetos do programa de ID&I do DT pelas fontes de financiamento.....	97
Quadro 4.2 - Distribuição do número de projetos do Programa de ID&I do DT com envolvimento de outras unidades operativas do LNEC, por linha de investigação.....	97
Quadro 4.3 - Distribuição do número de projetos, por linha de investigação, de acordo com as suas principais ligações aos eixos programáticos e às temáticas prioritárias definidas na E3I do LNEC	98

1 | Introdução

No contexto da Estratégia de Investigação e Inovação do LNEC para 2013-2020 (E2I) e do Plano de Investigação e Inovação (P2I) daí decorrente, o Departamento de Transportes (DT), através dos seus investigadores em sede de Comissão Científica Departamental (CCD), desenvolveu e aprovou uma estratégia e um programa enquadrador dos projetos de investigação do DT para o mesmo período.

O Programa de ID&I do DT foi objeto de um relatório (Macedo, 2015) onde o mesmo está devidamente fundamentado e caracterizado, e que contém as fichas de todos os projetos de investigação que se encontravam ativos na sua fase inicial. No capítulo 2 do presente relatório efetua-se uma descrição sintética deste programa, direcionado para dar resposta a questões que se colocam com acuidade em três grandes áreas temáticas no domínio dos transportes, a seguir enunciadas, cobertas pelas áreas de atividade do DT e consideradas de maior interesse para a sociedade, numa perspetiva de curto/médio prazo, em consonância com preocupações a este nível veiculadas por instâncias internacionais de referência e também ditadas pela realidade nacional:

- *Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transportes;*
- *Operação eficiente e segura das redes de transporte;*
- *Sistemas de transporte custo-eficazes e melhoria da mobilidade urbana.*

Este Programa foi igualmente divulgado numa comunicação (Macedo, 2016) apresentada ao 8º Congresso Rodoviário Português, realizado em maio de 2016.

No referido Programa está previsto um processo de acompanhamento, através quer de intervenções regulares, pontuais, sobretudo para atualização das fichas dos projetos, com os resultados que vão sendo obtidos ou com a inclusão de novos projetos, quer da realização de uma revisão mais abrangente, sensivelmente a meio do seu período de vigência. Para o efeito foi criado no âmbito da CCD do DT um grupo de acompanhamento composto por três investigadores, sendo um deles o coordenador da CCD e os outros dois indicados como elementos de ligação por cada um dos núcleos do departamento, respetivamente a IA Elisabete Arsénio pelo NPTS e a IA Fátima Batista pelo NIT.

O presente relatório destina-se a apresentar os resultados da referida revisão intercalar que foi centrada na avaliação dos resultados ao nível das linhas prioritárias de investigação, definidas inicialmente e associadas às referidas áreas temáticas, e para as quais contribuem os resultados dos projetos de investigação que nelas se inserem. Assim, no Capítulo 3, dá-se conta desta avaliação relativa às sete linhas de investigação que constam do Programa de ID&I do DT, efetuada pelo conjunto de investigadores que, em cada uma dessas linhas, foram responsáveis pelos respetivos projetos.

No Capítulo 4 fornece-se o resultado da avaliação, efetuada pelo Coordenador da CCD, do desenvolvimento global do Programa no período em apreço, prosseguindo-se, no Capítulo 5, com recomendações e ajustamentos ao mesmo, bem como previsões de desenvolvimentos, sobre os quais, nesta fase intercalar, a CCD do DT se pronunciou favoravelmente no sentido de uma

adequada prossecução, no período remanescente (2018-2020), dos principais objetivos da investigação que foi programada.

2 | O Programa de ID&I do DT 2013-2020

A atividade de investigação aplicada conduzida no Departamento de Transportes (DT) do LNEC no período 2013-2020 visa a prossecução do seguinte objetivo geral (Macedo, 2015):

“Produzir resultados cientificamente fundamentados que sirvam de contributo 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”.

Para a definição deste programa, com especial incidência sobre o território nacional, foram tidos em consideração designadamente:

- Os problemas atuais de natureza global identificados em várias instâncias internacionais com impacte no funcionamento dos sistemas de transportes (alterações climáticas, descarbonização, energias alternativas, envelhecimento populacional, etc.).
- As políticas e orientações europeias no domínio dos transportes e da investigação em transportes, centradas no Programa H2020, e noutros documentos estratégicos para este setor e setores relacionados (energia, ambiente, território, cidades, etc.).
- A realidade nacional, de contenção económica com fortes restrições ao investimento público, designadamente em infraestruturas de transportes, num país onde, apesar de investimentos passados, existem ainda vários constrangimentos e problemas associados à mobilidade de pessoas e bens e às acessibilidades.
- O contexto nacional em que se desenvolve a investigação científica; sujeito também a restrições que tornam difícil e fortemente competitiva a obtenção de apoios financeiros públicos para projetos e infraestruturas de investigação, verificando-se, nomeadamente, a necessidade de incrementar candidaturas a programas internacionais a par de parcerias com empresas do setor privado, bem como suprir inconvenientes decorrentes da inexistência de um plano nacional para a investigação em transportes.
- A visão, os princípios e os objetivos estratégicos adotados na Estratégia de Investigação e Inovação do LNEC 2013-2020 (E2I), e o modo de organização da investigação a conduzir ao abrigo da mesma.

Tendo em conta o quadro de referência enunciado, foram identificadas no Programa de ID&I do DT três “Temáticas Objeto” (TO) abrangentes, a seguir caracterizadas, no âmbito de cada uma das quais se definiram linhas de investigação prioritárias, atentas as atribuições, competências e meios disponíveis no DT. Para cada uma destas linhas, por seu lado, concorrem um ou mais projetos a cargo dos investigadores da unidade departamental, cujos resultados deverão constituir contributos para os objetivos esperados da investigação na respetiva temática.

TO1 - Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transporte

Objetivos da investigação:

Desenvolver e apoiar a emergência de novos conceitos e soluções, ambientalmente e economicamente sustentáveis, para que a sociedade e a economia venham a dispor de um património renovado de infraestruturas de transporte e beneficiar de processos de gestão avançados desse património, através de progressos na sua conceção, manutenção, reabilitação e construção, com recurso a novos materiais, materiais e produtos reciclados, e tecnologias de construção que incorporem inovações, visando, nomeadamente, uma nova geração de infraestruturas, mais resilientes, duráveis e “inteligentes”.

Linhas de investigação prioritárias:

L11 - Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes

L12 - Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes

L13 - Gestão patrimonial de infraestruturas de transportes

TO2 - Operação eficiente e segura das redes de transporte

Objetivos da investigação:

Contribuir para a melhoria da operação nas diferentes redes de transporte, através quer da gestão eficiente dos tráfegos, tirando o maior proveito possível da capacidade das redes existentes, com recurso, nomeadamente, a soluções intermodais e a sistemas “inteligentes”, quer do incremento da segurança, através de uma adequada avaliação do risco na utilização dos meios de transporte, e, em particular, no caso da rodovia, de soluções para minimizar os efeitos dos fatores reconhecidos como críticos para o número intolerável de vítimas graves de acidentes, considerando, entre outras, as necessidades dos utentes mais vulneráveis.

Linhas de investigação prioritárias:

L21 - Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura e mitigação de fatores de risco rodoviário

L22 - Mobilidade e segurança dos modos ativos de transporte

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

Objetivos da investigação:

Contribuir para o desenvolvimento de soluções que, sem deixar de satisfazer metas ambientais, permitam dar resposta às necessidades e expectativas das populações quanto à qualidade e custo-eficácia do sistema de transporte nas regiões e nas cidades onde habitam, incluindo processos de planeamento da mobilidade sustentável e das acessibilidades, com a adoção de abordagens integradas e multimodais e de medidas inovadoras para eliminar ou reduzir significativamente os impactes negativos do crescimento do tráfego motorizado,

designadamente através da mobilidade “inteligente”, da melhoria do transporte público, de novos serviços de mobilidade e da maior utilização de modos suaves e de veículos elétricos.

Linhas de investigação prioritárias:

L31 - Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade urbana de baixo carbono

L32 - Avaliação de sistemas de transportes, intermodalidade/multimodalidade e equidade social

Cada projeto a desenvolver, inserido numa linha prioritária do Programa de ID&I do DT, não só fica enquadrado por uma “temática objeto”, como estará, à partida, inserido na matriz programática estabelecida no âmbito mais alargado da estratégia de investigação do LNEC (E2I). Esta matriz (Figura 2.1) incorpora e combina 5 eixos programáticos e 9 temáticas prioritárias, traduzindo a articulação entre as competências existentes ou a desenvolver e as respostas à procura institucional e aos desafios da sociedade (LNEC, 2014).

		TEMÁTICAS PRIORITÁRIAS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9									
EIXOS ESTRUTURANTES	E 1	PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO <i>Modernizar e inovar com qualidade</i>																	
		Gestão patrimonial de infraestruturas																	
		Reabilitação das construções																	
		Materiais, componentes e tecnologias da construção																	
	E 2	CIDADES E TERRITÓRIOS <i>Construir o habitat do futuro</i>																	
		Transportes e mobilidade																	
		Regeneração urbana																	
		Governança e qualidade de vida																	
	E 3	RECURSOS NATURAIS <i>Inteligência na valorização do ambiente</i>																	
		Gestão integrada de recursos																	
		Utilizações dos recursos																	
	EIXOS TRANSVERSAIS	E 4	RISCO E SEGURANÇA <i>Reforçar a fiabilidade e a resiliência</i>																
		Avaliação do risco																	
		Medidas e tecnologias para redução do risco																	
		Medidas e tecnologias para garantia de segurança																	
E 5		INSTRUMENTOS PARA A INOVAÇÃO <i>Potenciar a aplicação da investigação</i>																	
	Instrumentos de experimentação																		
	Instrumentos de previsão e análise																		

Figura 2.1 – Matriz programática da E2I do LNEC (fonte: LNEC, 2014)

3 | Avaliação das linhas prioritárias de investigação

3.1 Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes (L11)

3.1.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L11 destina-se a promover a aplicação sustentável de materiais no âmbito da construção de obras de engenharia civil, designadamente no que se refere a infraestruturas de transportes. Para que isso possa ser feito com sucesso é necessário proceder ao estudo das características de materiais não tradicionais, quer naturais quer subprodutos industriais, e à análise do desempenho das obras construídas com estes materiais. Por outro lado, é necessário desenvolver estudos no sentido de aplicar de forma mais eficiente os materiais tradicionais, nomeadamente através de um maior conhecimento do seu comportamento face às solicitações e da utilização de novas tecnologias e processos construtivos.

Esta linha de investigação pretende 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. Assim, através de uma adequada caracterização laboratorial dos materiais, da construção de trechos piloto, e da monitorização do seu desempenho em serviço, será possível contribuir para a sustentabilidade, nas suas diversas vertentes, nomeadamente económica e ambiental, dos projetos de infraestruturas de transporte, em particular em obras de reabilitação.

3.1.2 Projetos da linha de investigação L11

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se seis projetos integrados nesta linha de investigação, descritos seguidamente.

Projeto “Estudo da aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em infraestruturas de transportes” (em curso)

O projeto decorreu de uma solicitação apresentada pela empresa Pragosa Ambiente, S.A., com os objetivos de caracterizar e avaliar a viabilidade de aplicação em infraestruturas de transportes, de vários tipos de RCD. O projeto teve início em 2013, estando também previsto o desenvolvimento de investigação aplicada enquadrada no respetivo tema.

Investigador responsável: Ana Cristina Freire

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 - Sustentabilidade e alterações climáticas

Principais objetivos do projeto: O presente estudo compreende o desenvolvimento de ações necessárias ao estudo e à implementação de RCD produzidos pela empresa, em obras de pavimentação, em particular com a realização de uma pesquisa bibliográfica alargada, na área dos agregados reciclados e sua aplicação em infraestruturas de transportes, em camadas não ligadas; o acompanhamento das condições de fabrico e de controlo das características dos materiais, com a realização de visitas aos locais de produção; e a caracterização laboratorial de RCD, tendo em vista a classificação dos resíduos de acordo com a NP EN 13242. Compreende também o acompanhamento da aplicação de RCD em trecho experimental (Figura 3.1). Com a conclusão dos estudos será elaborado um relatório e um Documento de Aplicação (DA).



Figura 3.1 – Trecho experimental onde foram aplicados RCD

O projeto contempla três fases principais: Fase 1 – Estudo e implementação de RCD em obras de pavimentação com emissão de DA; Fase 2 – Otimização da aplicação de RCD em infraestruturas de transportes; Fase 3 – Divulgação dos resultados.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não há.

Parceiros externos: Construções Pragosa, S.A. / Pragosa Ambiente, S.A. (entidade financiadora).

Taxa de execução em fins de 2017: 50%

Projeto PLASTIROADS – “Desenvolvimento de materiais multifuncionais com resíduos plásticos para pavimentação de estradas” (concluído)

O projeto PLASTIROADS, financiado pela FCT (PTDC/ECM/119179/2010), decorreu de abril de 2012 até setembro de 2015. O projeto, no qual o LNEC participou como parceiro, foi coordenado pelo Centro de Engenharia Civil da Universidade do Minho (CEC/UM).

Investigador responsável (por parte do LNEC): Fátima Batista

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 - Sustentabilidade e alterações climáticas

Principal objetivo do projeto: Promover a utilização de plásticos reciclados em misturas betuminosas multifuncionais, por forma a melhorar o seu desempenho estrutural e funcional e a durabilidade dos pavimentos.

O projeto contemplou duas atividades por parte do LNEC: 1.ª Estudos de métodos de formulação de misturas betuminosas com resíduos plásticos (Figura 3.2), com incidência na avaliação da sua compactabilidade, nomeadamente através do compactador giratório do LNEC; 2.ª Avaliação do desempenho / durabilidade das misturas, nomeadamente quanto à resistência à deformação permanente e à sensibilidade à água.



Figura 3.2 – Provetes em mistura betuminosa incorporando plásticos reciclados do tipo *Polietileno de alta densidade (PEAD)* e *Etileno-acetato de vinilo (EVA)*

Outros setores do LNEC envolvidos: Não houve.

Parceiros externos: CEC/UM

Taxa de execução em fins de 2017: 100 %

Projeto CoRePaSol – “Characterization of advanced cold recycling bitumen stabilized pavement solutions” (concluído)

Este projeto foi financiado pela CEDR (“Conference of European Directors of Roads”), no seguimento de candidatura apresentada à chamada “Transnational Road Research Programme 2012” sobre “Recycling: Road construction in a post-fossil fuel society”, focando-se na harmonização dos métodos de formulação de misturas betuminosas recicladas a frio. O projeto decorreu desde inícios de 2013 até ao final de 2015, tendo sido coordenado pela Universidade Técnica da República Checa em Praga (CTU). O LNEC participou no projeto como parceiro, juntamente com outras duas universidades e uma empresa, tendo liderado o grupo de trabalho relativo aos métodos de formulação das misturas betuminosas recicladas a frio (WG1).

Investigador responsável (por parte do LNEC): Fátima Batista

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 - Sustentabilidade e alterações climáticas

Principal objetivo do projeto: Desenvolver e recomendar um método de formulação das misturas recicladas a frio integrado com procedimentos adequados para a sua caracterização, através do estudo dos métodos de compactação, procedimentos de cura acelerada em laboratório e ensaios de desempenho (Figura 3.3).



Figura 3.3 – Fabrico em laboratório de mistura reciclada incorporando material fresado e emulsão betuminosa, em misturadora específica para a produção a frio (com emulsão ou espuma de betume)

O projeto contemplou seis atividades principais: WP1 – Método de formulação desenvolvido de materiais reciclados a frio através da sua estabilização com ligante betuminoso; WP2 – Durabilidade dos materiais reciclados a frio; WP3 – Dimensionamento de pavimentos com materiais reciclados a frio; WP4 – Reciclabilidade de materiais reciclados a frio; WP5 – Compatibilidade ambiental de materiais reciclados a frio; WP6 – Disseminação e gestão.

Outros setores do LNEC envolvidos: DG e DM.

Parceiros externos: Coordenador - Universidade Técnica da República Checa em Praga (CTU); Universidade de Kassel (Uni-Kassel), na Alemanha; Universidade de Dublin (UCD), na Irlanda e Wirtgen (empresa Alemã).

Taxa de execução em fins de 2017: 100 %

Projeto FunDBitS – “Functional Durability-related Bitumen Specification” (concluído)

O projeto FunDBitS decorreu de uma candidatura à chamada do CEDR “Transnational Road Research Programme 2013” sobre “Energy Efficiency: Materials and Technology”, integrada por um total de 11 parceiros. O projeto decorreu desde inícios de 2013 até ao final de 2015, e foi coordenado pela CTU. O LNEC participou, como parceiro, em todos os grupos de trabalho do projeto (WP1 a WP5), tendo sido responsável pela condução dos trabalhos de avaliação da influência do betume no comportamento à deformação permanente das misturas betuminosas, juntamente com a Universidade de Tecnologia de Viena (TUV).

Investigador responsável (por parte do LNEC): Fátima Batista

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 - Sustentabilidade e alterações climáticas

Principais objetivos do projeto: Elaborar recomendações sobre as propriedades do betume a especificar, por forma a obterem-se misturas betuminosas com o desejado desempenho, nomeadamente no que concerne à sua resistência à deformação permanente, rigidez, fendilhamento a baixas temperaturas, fendilhamento por fadiga e às interações ligante/agregados; e estabelecer correlações que sirvam de base para a elaboração da segunda geração de especificações europeias de betumes baseadas no desempenho.

O projeto contemplou cinco atividades principais: WP1 – Gestão e disseminação do projeto; WP2 – Gestão da coleta de dados: seleção das propriedades fundamentais a pesquisar, definição do formato de aquisição de dados e da sua gestão (online); WP3 – Pesquisa bibliográfica; WP4 – Avaliação da informação recolhida, em particular, para o LNEC, sobre o comportamento à deformação permanente; WP5 – Proposta de requisitos para os betumes.

Outros setores do LNEC envolvidos: DM

Parceiros externos: Czech Technical University in Prague (CTU); University of Kassel (Uni-Kassel), da Alemanha; Belgian Road Research Centre (BRRC); Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG); TRL Limited, do Reino Unido; École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL); European Asphalt Pavements Association (EAPA); Turkish Asphalt Contractors Association (ASMUD); Vienna University of Technology (TUV); Nynas NV.

Taxa de execução em fins de 2017: 100 %

Projeto “Estudo de incorporação de agregado siderúrgico inerte para construção (ASIC) em Misturas Betuminosas para Pavimentação” (em curso)

O presente Projeto foi proposto pelo DT/NIT para integrar o P2I do LNEC, na sequência de estudos iniciados para a Siderurgia Nacional, e tem como objetivo estudar a viabilidade de aplicação do Agregado Siderúrgico Inerte para Construção (ASIC) às infraestruturas rodoviárias, nomeadamente às misturas betuminosas. O projeto teve início em fevereiro de 2015, com parecer positivo da Comissão de Acompanhamento do P2I 2013-2020.

Investigador responsável: Ana Cristina Freire

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 - Sustentabilidade e alterações climáticas

Principal objetivo do projeto: Estudar a viabilidade de aplicação de Agregado Siderúrgico para Construção (ASIC) em infraestruturas rodoviárias, nomeadamente em misturas betuminosas; assunto ainda pouco estudado a nível internacional e quase desconhecido a nível nacional, procurando promover a criação de um novo mercado para a sua utilização.

O projeto contempla quatro tarefas principais: 1 – Pesquisa bibliográfica; 2 -Caracterização, formulação e seleção de mistura betuminosa com incorporação de ASIC; 3 - Avaliação do desempenho de misturas betuminosas fabricadas com incorporação de ASIC; 4 – Divulgação de resultados.

Outros setores do LNEC envolvidos: DM e DG.

Parceiros externos: Siderurgia Nacional (entidade financiadora); Infraestruturas de Portugal, S.A. Taxa de execução em fins de 2017: 75%

Projeto “Misturas betuminosas do tipo *Stone Mastic Asphalt* para camadas de desgaste de elevado desempenho” (concluído)

O presente Projeto foi proposto pelo DT/NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC, na sequência de estudos iniciados em 2010, tem em vista o aprofundamento dos conhecimentos no domínio da formulação, fabrico, aplicação e comportamento mecânico de misturas betuminosas do tipo *Stone Mastic Asphalt* (SMA) em Portugal. O projeto teve início em maio de 2015, após parecer positivo da Comissão de Acompanhamento do P2I 2013-2020.

Investigador responsável: Fátima Batista

Eixo Programático LNEC: E1 - Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T2 - Novas tecnologias

Principal objetivo do projeto: Estabelecer uma metodologia prática para a formulação das misturas do tipo SMA, recorrendo à otimização volumétrica da mistura, por forma a garantir o efeito “stone on stone” entre “partículas ativas”, ou seja, de forma a promover o contacto entre as referidas partículas de agregados (“agregados grossos” de dimensão superior a um determinado peneiro de referência).

O projeto contemplou quatro atividades principais: T1 – Pesquisa bibliográfica; T2 – Processo de formulação, fabrico e compactação em laboratório; T3 – Avaliação do desempenho de misturas betuminosas do tipo SMA fabricadas em laboratório e *in situ*; T4 – Análise do ciclo de vida das misturas betuminosas do tipo SMA.

Outros setores do LNEC envolvidos: CD e DM.

Parceiros externos: ISEL/IPL e IST/UL.

Taxa de execução em fins de 2017: 100 %

3.1.3 Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L11

Além dos referidos projetos, nesta linha L11 participou-se nas seguintes candidaturas de projetos a fontes de financiamento externo que não foram contempladas:

- Projeto “*HECATE - High Efficiency design, Construction and maintenance of roads of the future using Advanced virtual Technologies for modelling and Evaluation*” (RIA); candidatura submetida em 2015, no âmbito do programa H2020 - MG.8.1-2014, coordenado pela empresa IDIADA (Espanha).
- Projeto “*DURACEL Cost-effective, DURable and environmentally friendly precAst Concrete ELements*”; candidatura submetida em 2016, no âmbito do programa H2020 - MG.7.2-2017, coordenado pelo KTI - - Institute for Transport Sciences Non Profit Ltd. da Hungria.
- Projeto “*D’AMI – Durability Enhanced Asphalt Mixtures by Long-Term Material Assessment and Application of Smart Additives*”; candidatura submetida ao H2020 em outubro de 2016, no âmbito do tópico “Melhoria da durabilidade do material em edifícios e infraestruturas, incluindo no alto mar” (NMBP-06-2017), sob coordenação da Universidade Técnica de Viena (TUV) da Áustria.
- Projeto “*CARTOPS – Cold asphalt and recycling techniques for optimal pavement solutions*”; candidatura submetida ao H2020 em janeiro de 2017, no âmbito do tópico “Optimisation of transport infrastructure including terminals” (MG-7-2-2017), sob coordenação da Universidade de Kassel (UniKassel) da Alemanha.
- Projeto “*Development of New Improved Asphalt Mixes in Hot Climates for Emirate of Sharjah*”; candidatura elaborada em finais de 2016 / inícios de 2017, no âmbito do Memorando de Entendimento assinado, em maio de 2016, pelo LNEC e pela Sharjah Research Academy, dos Emiratos Árabes Unidos.

Foram ainda submetidas as seguintes candidaturas:

- Projeto “*SHEAR - Development and optimization of self-healing asphalt roads with encapsulated healing agents*”, candidatura a projeto financiado pela FCT, Portugal 2020; 02/SAICT/2017, Projetos de IC&DT (em avaliação).
- Projeto “*REFORM - Road pavements rEhabilitatiOn wiht high percentages of Recycled Materials*”, que foi proposto pelo DT/NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC, e que terá início em 2018.

3.1.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L11

A atividade desenvolvida permitiu apoiar a orientação de teses de mestrado e de doutoramento, tal como a seguir se sintetiza:

- Simões, R. (2013). “Estudo do comportamento de Resíduos de Construção e Demolição aplicados em camadas não ligadas de pavimentos”. Dissertação de Mestrado, IST/UL.
- Pimentel, C. (2013). “Formulação de misturas betuminosas a quente: contribuição para um novo método de formulação”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (FE/ULHT), Lisboa.
- Costa, P. (2015). “Estudo da compactabilidade em laboratório de Misturas Betuminosas com Resíduos Plásticos”. Dissertação de Mestrado, ISEL/IPL.
- Andrade, R. (2015). “Caracterização Laboratorial de Misturas Betuminosas com Incorporação de Agregado Siderúrgico Inerte para Construção (ASIC)”. Dissertação de Mestrado, ISEL/IPL.
- Miranda, H. (2016). “Misturas Betuminosas de Alto Desempenho do Tipo *Stone Mastic Asphalt* – Formulação, Fabrico e Aplicação”. Tese de Doutoramento, IST/UL.
- Fernandes, D. (2017). “Avaliação da Qualidade de Misturas Betuminosas para a Reparação Rápida, a Frio, de Pavimentos”. Dissertação de Mestrado, IST/UL.
- Farto, H. (2017). “Caracterização de rejeitados de escombreira de pedreira de mármore para aplicação em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Antunes, V. (em curso). “*Incorporation of high percentage of Recycled Materials in Warm Mix Asphalt with promotion of self-healing behaviour – a cost-effective solution*”. Tese de Doutoramento a submeter ao IST/UL.

De forma geral, a realização dos referidos trabalhos foi levada a cabo por alunos de mestrado e de doutoramento com acolhimento no LNEC, tal como a seguir se apresenta:

- Entre 2011 e 2016, acolhimento do Eng.º Henrique Miranda, então Eq. Assistente 2º T do ISEL, para desenvolvimento de estudos de doutoramento no DT/NIT.
- Em 2013, acolhimento do aluno da FE/ULHT Carlos Alberto de Almeida Pimentel e do aluno do IST/UL Ricardo Coutinho Martins Mendes Simões, para a realização de trabalhos de mestrado.
- Em 2014/2015, acolhimento da bolseira FCT Patrícia Lourenço Costa, ao abrigo da Bolsa de Técnico de Investigação (BTI) que lhe foi atribuída no âmbito do Projeto PLASTIROADS (PTDC/ECM/119179/2010); e acolhimento do aluno do ISEL/IPL Ricardo Manuel Azevedo Andrade, para a realização de trabalhos de mestrado.
- Em 2015/2016, acolhimento do aluno da FCT/UNL Humberto Eduardo Ferreira Farto para a realização da dissertação de mestrado.
- Desde 2017, acolhimento do Eng.º Vítor Filipe Silva Antunes, ao abrigo de uma Bolsa de Doutoramento FCT, para o desenvolvimento de estudos de doutoramento.

A atividade desenvolvida deu origem a diversos documentos, como sejam:

– Relatórios publicados:

- Batista, F.; Valentin, J.; Čížková, Z.; Valentová, T.; Simnofske, D.; Mollenhauer, K.; Tabakovic, A.; McNally, C.; Engels, M. (2014). “*Report on Available Test and Mix Design Procedures for Cold-Recycled Bitumen Stabilised Materials*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D1.1).
- Freire, A.C. (2014). “Estudo da aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em Infraestruturas de transportes – Fase 1”. LNEC, Relatório 142/2014-NIT, Proc.º 0702/111/18432, Lisboa.
- Valentin, J.; Mondschein, P.; Fiedler, J.; Mollenhauer, K.; Batista, F.; Freire, A.C. (2014). “*Report on Incorporation of Cold-Recycled Pavement Layers in Empirical and Mechanistic Pavement Design Procedures*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D3.1).
- Batista, F.; Valentin, J.; Mollenhauer, K.; McNally, C.; Engels, M.; Suda, J.; Čížková, Z.; Simnofske, D. (2015). “*Report on Harmonised Mix Design Procedure: Recommendations for Mix Design Procedure: Mixing and Applicable Methods*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D1.2).
- Čížková, Z.; Valentin, J.; Suda, J.; Krpálek, O.; Simnofske, D.; Mollenhauer, K.; Batista, F. (2015). “*Report on Durability of Cold-Recycled Mixes: Test Procedures for Stiffness Determination*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D2.1a).

- Mollenhauer, K.; Simnofske, D.; Valentová, T.; Valentin, J.; Kotoušová, A.; Batista, F. (2015). “*Report on Recyclability and Multiple Recyclability of Cold-recycled Asphalt Mixes in Cold and Hot Recycling*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D4.2).
 - Nicholls, C.; Valentin, J.; Soukupova, L.; Mollenhauer, K., Vansteenkiste, S.; Visscher, J.; Tušar, M.; Bueche, N.; Bressi, S.; Karcher, C.; Batista, F.; Sá da Costa, M.; Malkoc, G.; Hofko, B.; Soenen, H. (2015). “*Identified Correlations between Bitumen and Asphalt Properties*”. Relatório do projeto FunDBitS (Deliverable D1).
 - Tabakovic, A.; McNally, C.; Quinn, A.; Batista, F.; Maia, A.; Valentin, J.; Engels, M. (2015). “*Environmental Evaluation of Materials Used for Cold Recycled Mixes*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D5.1).
 - Valentin, J.; Čížková, Z.; Valentová, T.; Tabakovic, A.; McNally, C.; Batista, F.; Mollenhauer, K.; Simnofske, D. (2015). “*Report on Durability of Cold-Recycled Mixes: Moisture Susceptibility*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D2.1b).
 - Valentin, J.; Mollenhauer, K.; Batista, F.; McNally, C. (2015). “*Report on Proposed Harmonised Test Procedures for Durability Characterization*”. Relatório do projeto CoRePaSol (Deliverable D2.2).
 - Batista, F.; Sá da Costa, M.; Hofko, B.; Visscher, J.; Tanghe, T. (2016). “*Correlations between Bitumen and Asphalt Properties: Permanent Deformation (rutting)*”. Relatório do projeto FunDBitS (Deliverable D2b).
 - Batista, F.; Sá da Costa, M.; Hofko, B.; Visscher, J.; Tanghe, T. (2016). “*Proposal for Specification Requirements: Permanent Deformation (rutting)*”. Relatório do projeto FunDBitS (Deliverable D3b).
 - Freire, A.C.; Maia, A. (2017). “Estudo da incorporação de agregado siderúrgico inerte construção (ASIC) em misturas betuminosas para pavimentação – Fase 1”. LNEC, Relatório 419/2017 – DT/NIT, Proc.º 0702/12/19320, Lisboa.
- Artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, com revisão científica:
- Silva, H.; Oliveira, J., Costa, L.; Peralta, J.; Batista, F.A. (2014). “Estudo para Produção de Misturas com Betume Borracha a Menores Temperaturas”. Revista “Engenharia Civil”, Universidade do Minho, n.º 49, pp. 29-42.
 - Valentin, J.; Čížková, Z.; Suda, J.; Batista, F.; Mollenhauer, K.; Simnofske, D. (2016). “*Stiffness Characterization of Cold Recycled Mixtures*”. Published by Elsevier B.V (doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.065), Edited by Leszek Rafalski & Adam Zofka, Transportation Research Procedia 14 (2016) 758 – 767.

- Batista, F.A.; Hofko, B; De Visscher, J.; Tanghe, T; Sá da Costa, M. (2017). “*Towards improved correlations between bitumen properties and rutting resistance of bituminous mixtures – FunDBitS literature review*”. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 236 012001.

- Artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, por convite:
 - Antunes, M.L.; Batista, F.A. (2013). “Reabilitação de Pavimentos - Reciclagem de misturas betuminosas”. Revista “Construção Magazine”, n.º 53, pp. 10-16.
 - Antunes, M.L.; Freire, A.C. (2014). “Aplicação de Resíduos de construção e demolição em Infraestruturas Rodoviárias”. Revista “Construção Magazine”, n.º 62, pp. 30-33.

- Livros:
 - “Materiais tratados e reciclados em infraestruturas de transporte”. Publicação © LNEC, J.Neves, A.C.Freire e F.Batista (eds.), 1.ª edição (2017), ISBN 978-972-49-2293-5.

- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos internacionais, com arbitragem científica:
 - Valentin, J.; Suda, J.; Formanová, Z.; Mollenhauer, K.; Engels, M.; Batista, F.; McNally, C (2016). “*Introduction to European CoRePaSol Project on Harmonizing Cold Recycling Pavement Techniques*”. Proceedings of the “Transport Research Arena 2016 (TRA2016)”, Paris (paper ID 18431).
 - Mollenhauer, K.; Simnofske, D.; Valentin, J.; Čížková, Z.; Suda, J.; Batista, F.; McNally, C. (2016). “*Mix designs for cold recycled pavement materials considering local weather and traffic conditions*”. Proceedings of the “6th Eurasphalt & Eurobitume Congress”, Paper ID 357: 10p., Praga, República Checa (<http://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=1097>; DOI: [dx.doi.org/10.14311/EE.2016.357](https://doi.org/10.14311/EE.2016.357)).
 - Freire, A.C., Lopes, G., Andrade, R. (2016). “*Mechanical behavior of asphalt mixtures with steel slag aggregate for construction to be used in road pavement layers*”. Proceedings of the “6th Eurasphalt & Eurobitume Congress”, Paper ID 108: 8p., Praga, República Checa (<http://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=956>; DOI: [dx.doi.org/10.14311/EE.2016.108](https://doi.org/10.14311/EE.2016.108)).

- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos nacionais, com arbitragem científica:
 - Martinho, F; Lanchas, S; Núñez. R.; Batista, F.A; Miranda, H. (2013). “A experiência Portuguesa em misturas do tipo SMA com fibras celulósicas”. Atas do 7.º Congresso Rodoviário Português, artigo n.º 27, Lisboa, Portugal; Resumos executivos: pp.143-144; Comunicações em CD-ROM: 10p.

- Miranda, H.; Batista, F.A.; Antunes, M.L.; Lanchas, S.; Martinho, F. (2013). “Análise comparativa de métodos de ensaio para avaliação do escorrimento, em misturas betuminosas do tipo “Stone Mastic Asphalt”, segundo a norma europeia EN 12697-18”. Atas do 7.º Congresso Rodoviário Português, artigo n.º 123, Lisboa, Portugal; Resumos executivos: pp.221-222; Comunicações em CD-ROM: 10p.
- Batista, F.; Valentin, J.; Mollenhauer, K. (2016). “Caracterização de misturas betuminosas recicladas a frio – Projeto CoRePaSol”. Atas do 8.º Congresso Rodoviário Português, artigo n.º 60, Lisboa, Portugal; Resumos executivos: pp.195-196; Comunicações em CD-ROM: 10p.
- Freire, A.C., Simão, J.; Farto, H. (2016). “Caracterização de rejeitados de escombreciras de pedreiras de rocha ornamental para aplicação em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários”. Atas do 2º Encontro Nacional sobre Qualidade na Construção (QIC2016), 21 a 23 de novembro, LNEC, Lisboa; ISBN 978-972-49-2289-8.

Foram também realizadas diversas ações de difusão do conhecimento adquirido no âmbito da presente linha de investigação, destacando-se as seguintes:

– Comunicações apresentadas em pódio (palestras e outras apresentações orais) em encontros científicos e técnicos:

- Batista, F.: “*Harmonized advanced mix design for cold recycling*”, palestra apresentada por convite no “*International workshop on Recycling - Road construction in a post-fossil fuel society*”, na CTU – Praga, em 24 de setembro de 2015.
- Batista, F.: “Método harmonizado para a formulação de misturas recicladas a frio”, palestra apresentada por convite nas Jornadas Técnicas “Reciclagem: Novos desafios para a reabilitação de pavimentos”, no LNEC, em 12 de novembro de 2015.
- Batista, F.: “Caracterização de misturas betuminosas recicladas a frio – Projeto CoRePaSol”, comunicação oral apresentada no 8.º Congresso Rodoviário Português, no LNEC, em 13 de abril de 2016.
- Batista, F.: “*Permanent Deformation (rutting): Correlations and recommendations for further bitumen testing*”, palestra apresentada por convite nos dois Workshops do projeto FunDBitS realizados no âmbito do evento do CEDR relativo ao programa “Energy Efficient Materials and Technologies for Durable and Sustainable Roads” (call 2013), no BRRC, em 10 de novembro de 2016.
- Batista, F.: “Aplicação de borracha reciclada de pneus em infraestruturas de transportes – Infraestruturas rodoviárias”, palestra apresentada por convite nas Jornadas Técnicas “Gestão de resíduos: Eficiência na utilização de recursos”, no LNEC, em 7 de março de 2017.

- Batista, F.: “*Recycling road related materials: from research to practice*”, palestra apresentada por convite na conferência “Green Pavements Lisbon 2017 IRF/RAF – Cost effective pavement today for a greener tomorrow”, no LNEC, em 25 de maio de 2017.
 - Batista, F.: “*Towards improved correlations between bitumen properties and rutting resistance of bituminous mixtures – FunDBitS literature review*”, comunicação oral apresentada na conferência internacional “BESTInfra2017”, na CTU – Praga, em 21 de setembro de 2017.
- Comunicações apresentadas em painel (“posters”) em encontros científicos e técnicos:
- “*Stiffness Characterization of Cold Recycled Mixtures*”, na conferência TRA2016, que se realizou em Varsóvia, em abril de 2016 (*poster* apresentado em conjunto pelos autores Jan Valentin, Zunana Čížková e Fátima Batista).
 - “*Mechanical behaviour of asphalt mixtures with steel slag aggregate for construction to be used in road pavement layers*”, no Congresso E&E2016, que se realizou em Praga, em junho de 2016 (*poster* apresentado pela autora Ana Cristina Freire).
- Organização de eventos:
- Jornadas Técnicas “Reciclagem: Novos Desafios para a Reabilitação de Pavimentos”, organizadas em conjunto pelo LNEC e pela Moviter, realizadas no dia 12 de novembro de 2015 no LNEC.
 - Jornadas Técnicas “Gestão de resíduos: Eficiência na utilização de recursos”, organizadas pela Moviter e pelo LNEC, realizadas no dia 7 de março de 2017 no LNEC.

3.1.5 Avaliação intercalar da linha L11

Neste período programático em apreço foi dada continuidade a alguns dos estudos que vinham sendo feitos no âmbito do programa de investigação antecedente. Realizou-se pesquisa e revisão bibliográfica no que se refere a diferentes tipos de materiais e tecnologia de reabilitação de pavimentos rodoviários, construíram-se e ensaiaram-se trechos experimentais com a aplicação de diferentes soluções construtivas e efetuou-se a caracterização laboratorial de materiais prevista.

Foram submetidas diversas candidaturas de projetos a programas de financiamento externo à investigação.

O trabalho desenvolvido permitiu obter resultados importantes, de que se destacam a conclusão de uma tese de doutoramento, seis teses de mestrado, dois relatórios LNEC, 11 relatórios de projetos de ID&I, três artigos em revistas com revisão científica, dois artigos em revistas por convite, sete artigos em atas de encontros científicos e técnicos com revisão científica. Foram também apresentadas sete comunicações em pódio e duas em painel em encontros nacionais e internacionais, tendo ainda havido colaboração na organização de dois eventos científicos.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

3.1.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

De acordo com o que foi referido, foram concluídos quatro projetos e estão ainda em execução dois projetos, sendo que se prevê que todos terminem durante a vigência do P2I do LNEC.

Em função dos resultados já obtidos e dos objetivos estabelecidos inicialmente para a linha de investigação L11 – Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes, e para a temática na qual se insere (TO1 – Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transportes), considera-se de elevado interesse prosseguir com a investigação nesta linha

No que se refere aos pavimentos rodoviários e aeroportuários prevê-se continuar a estudar e validar a aplicação de novos materiais e tecnologias inovadoras para que se possam recolher dados de caracterização e monitorização de vias antigas e vias reabilitadas, os quais deverão servir para obter informação relevante para os projetos desta área.

No âmbito desta linha de investigação foi proposto pelo NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC o projeto REFORM – “Road pavements rEhabilitatiOn wiht high percentages of Recycled Materials”. O projeto terá o seu início em 2018, tendo como principal objetivo o desenvolvimento de misturas inovadoras envolvendo a aplicação de elevadas percentagens de agregados provenientes de materiais reciclados. Tendo em consideração as contribuições que a aplicação deste tipo de materiais tem nas camadas dos pavimentos rodoviários, será possível encontrar soluções de pavimento de baixo custo conjugadas com uma diminuição no consumo de energia, e uma redução da pegada de carbono associada à indústria da pavimentação, durante as operações de reabilitação.

Aguarda-se o desfecho da candidatura do projeto SHEAR, submetida a um concurso da FCT, que, a ser aprovada, permitiria reforçar o financiamento desta linha de investigação, particularmente na área rodoviária e aeroportuária, aprofundar a colaboração com outras entidades e contribuir para um melhor conhecimento do comportamento de diferentes materiais a aplicar em infraestruturas de transportes.

3.2 Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes (L12)

3.2.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L12 destina-se a contribuir para tornar mais eficientes, em termos económicos e ambientais, as infraestruturas de transportes, promovendo a sua gestão com base no conhecimento do respetivo comportamento. O conhecimento da resposta estrutural, face às diversas solicitações, permite introduzir alterações ao nível da conceção, construção, manutenção e reabilitação, com vista a melhorar o desempenho das infraestruturas de transportes. Essas alterações podem estar relacionadas com a introdução de novos materiais, com distintas formas de conceber os elementos da infraestrutura e com novas metodologias de monitorização.

Pretende-se estudar a resposta estrutural das infraestruturas de transportes quer com recurso a modelos numéricos e físicos, estes últimos devidamente caracterizados e instrumentados, quer através da monitorização de trechos em serviço.

Perspetiva-se que o conhecimento que venha a ser obtido permita desenvolver indicadores de desempenho e implementar alterações com vista à melhoria do comportamento estrutural face às solicitações, conduzindo assim ao aumento da disponibilidade das infraestruturas e à redução dos custos de manutenção e reabilitação.

3.2.2 Projetos da linha de investigação L12

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se quatro projetos integrados nesta linha de investigação, descritos seguidamente.

Projeto “Avaliação do comportamento das zonas de transição na via-férrea” (em curso)

Este projeto transitou do PIP 2009-2012.

Investigador responsável: Eduardo Fortunato

Eixos Programáticos LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas e T8 – Desenvolvimento de competências e transferência de conhecimentos

Principais objetivos do projeto: O objetivo principal consiste no desenvolvimento de uma metodologia integrada para a avaliação do desempenho das zonas de transição em vias-férreas, recorrendo ao desenvolvimento e calibração de modelos numéricos com base em dados de monitorização, os quais deverão permitir estabelecer indicadores de desempenho que contribuam para reduzir os custos de conservação da infraestrutura.

O projeto contempla oito atividades principais: Conceção e configuração de equipamentos; Instalação de equipamento em obra; Observação do comportamento da via-férrea – I; Ensaio de materiais; Modelação do comportamento estrutural da via-férrea – I; Observação do comportamento da via-férrea – II; Modelação do comportamento estrutural da via-férrea – II; Observação do comportamento da via-férrea a longo prazo – III.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não há.

Parceiros externos: REFER (atual IP); Centro do Saber da Ferrovia (CSF) e Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Taxa de execução em fins de 2017: 85%.

Na continuação deste projeto prevê-se a realização de mais campanhas de monitorização da via-férrea, a finalização e publicação de um artigo científico dedicado a uma parte específica da investigação e a elaboração de um relatório final que contemple, nomeadamente, o comportamento a longo prazo das estruturas monitorizadas.

Projeto “Modelação do Comportamento da camada de balastro ferroviário” (em curso)

Projeto proposto pelo DT/NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC. Teve o seu início em julho de 2014.

Investigador responsável: Eduardo Fortunato

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas, T2 – Novas tecnologias e T9 – Indústria para a globalização

Principais objetivos do projeto: Aumentar o conhecimento relativo ao comportamento da via, em particular da camada de balastro, no sentido de otimizar o seu funcionamento e reduzir o custo do ciclo de vida da infraestruturas; e avaliar se a integração de alguns materiais não tradicionais poderá vir a contribuir para um funcionamento mais eficiente da via-férrea. Estes objetivos serão alcançados com recurso à análise dos dados de monitorização das linhas em serviço, à caracterização de materiais e à utilização de modelos físicos e numéricos.

O projeto contempla sete atividades principais: Pesquisa e revisão bibliográfica; Análise de dados de geometria da via obtidos em campanhas de auscultação periódicas; Modelação física da via-férrea utilizando materiais e tecnologias inovadoras; Calibração de leis de degradação; Modelação numérica do comportamento da via-férrea; Estabelecimento de recomendações sobre materiais e tecnologias inovadoras; Divulgação de resultados.

Outros setores do LNEC envolvidos: DBB; CIC.

Parceiros externos: Centro do Saber da Ferrovia (CSF)/Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP); Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL); Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL)

Taxa de execução em fins de 2017: cerca de 70%.

Procedeu-se à análise de dados de geometria da via obtidos em campanhas de auscultação periódicas. Foram construídos e ensaiados modelos físicos que permitiram obter interessantes conclusões acerca do comportamento da via-férrea balastrada, quando solicitada por cargas cíclicas. No que se refere à modelação numérica do comportamento da via-férrea, este projeto encontra-se relativamente atrasado pelo facto de não ter sido possível adquirir um programa de cálculo automático que permita, tal como previsto, proceder à análise estrutural da camada de balastro através de modelos discretos. Nestas circunstâncias, a equipa de projeto está a encetar diligências no sentido de poder vir a utilizar um programa de cálculo de utilização livre.

Projeto ReTRACK – “Reabilitação de plataformas ferroviárias em operação” (em curso)

Projeto proposto pelo DT/NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC. Teve o seu início em janeiro de 2015 e enquadra o projeto GroutRail – “Reabilitação de Plataformas Ferroviárias com Tratamento de Solos” (POCI-01-0247-FEDER-017978), o qual obteve financiamento no âmbito do programa Portugal 2020 (“33/SI/2015 – Projetos de I&DT empresas em copromoção”, Programa Operacional Competitividade e Internacionalização). O projeto “GroutRail” desenvolve-se em parceria entre o LNEC e a empresa Mota-Engil, tendo sido iniciado em novembro de 2016.

Investigador responsável: Eduardo Fortunato

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas e T8 – Desenvolvimento de competências e transferência de conhecimentos

Principais objetivos do projeto: Pretende-se desenvolver um método expedito para reforço da fundação da via-férrea através de injeção de ligante, sem necessidade de remoção da camada de balastro e do armamento da via, viabilizando este tipo de intervenção na subestrutura com a via-férrea em operação.

O projeto contempla seis atividades principais: Seleção e caracterização laboratorial de solos; Estudos exploratórios em modelos físicos na câmara de ensaios da empresa Mota-Engil; Caracterização de estruturas recorrendo a ensaios de carga cíclica sobre modelos físicos na instalação experimental do LNEC (Figura 3.4); Caracterização laboratorial de provetes de grandes dimensões recorrendo a ensaios de carga triaxial

cíclica; Desenvolvimento para aplicação industrial e aplicação em trecho experimental;
Divulgação de resultados.



Figura 3.4 – Aspeto dos ensaios de carga cíclica no modelo físico da via-férrea à escala real (Projeto GroutRail)

Outros setores do LNEC envolvidos: CIC.

Parceiros externos: Mota-Engil

Taxa de execução em fins de 2017: Este projeto foi reprogramado na sequência de se ter obtido financiamento externo com origem numa candidatura ao programa Portugal2020. O projeto encontra-se com uma taxa de execução de cerca de 30%, estando a iniciar-se a caracterização de estruturas recorrendo a ensaios de carga cíclica sobre modelos físicos na instalação experimental do LNEC e o desenvolvimento do equipamento para aplicação industrial e aplicação em trecho experimental.

Projeto “Forever Open infrastructure across [X] all modes (FOX)” (concluído)

Este projeto foi financiado no âmbito de uma candidatura (CSA) ao programa H2020 (tópico MG 8.1-2014 – *Smarter design, construction and maintenance*) focando-se nos aspetos mais relevantes das atividades de construção, manutenção, inspeção e de reciclagem e reutilização na rede de transportes, considerando os 4 modos de transporte – rodoviário, aeroportuário, ferroviários e marítimo. O projeto decorreu desde 2015 até outubro de 2017, tendo sido coordenado pelo FEHRL (*Forum of European National Highway Research Laboratories*). O LNEC participou como “3rd party” através do FEHRL, tendo desenvolvido atividade no WP4 – “*Inspection*” e no WP6 – “*Dissemination & exploitation / implementation*”.

Investigador responsável (por parte do LNEC): Ana Cristina Freire

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T2 – Novas tecnologias

Principais objetivos do projeto: O projeto FOX pretendeu implementar, de forma prática e concreta, os aspetos mais relevantes das atividades de construção, manutenção, inspeção e de reciclagem e reutilização da infraestrutura, na rede de transportes. Foi considerada a necessidade de identificar o potencial existente e desenvolver as funcionalidades de todos os modos de transporte de modo a formar um sistema de transporte integrado, para o futuro.

Deste modo o projeto FOX visou garantir a continuidade e o reforço das redes estabelecidas entre as várias partes interessadas nas áreas rodoviária, ferroviária, da água e do ar, definindo uma abordagem multimodal na área da construção, inspeção, manutenção e reciclagem e reutilização de infraestruturas de transportes.

Estes objetivos foram prosseguidos através da identificação de necessidades comuns, bem como de técnicas inovadoras e do estabelecimento de mecanismos para a cooperação necessária entre os vários modos de transporte, no futuro.

O projeto contemplou seis atividades : WP1 – Project management ; WP2 – Construction ; WP3 – Maintenance ; WP4 – Inspection ; WP5 – Recycle & Reuse ; WP6 – Dissemination & exploitation/implementation.

Outros setores do LNEC envolvidos: DHA.

Parceiros externos: Coordenador – Forum of European Highway Research Laboratories (FEHRL), Bélgica; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Alemanha; Zavod za Gradbeništvo (ZAG), Eslovénia; Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), França; Nederlandse Organisatie voor toegepastnatuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), Holanda; European Rail Research Network of Excellence (EURNEX), Alemanha; Service technique de l'aviation civile (STAC), França.

Taxa de execução em fins de 2017: 100 %

3.2.3 Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L12

Além dos referidos projetos, nesta linha L12 participou-se nas seguintes candidaturas de projetos a fontes de financiamento externo que não foram contempladas:

- Projeto “*PEACH - Pavement performance Evolution with respect to climAte CHange*”, liderado pelo KTI. Candidatura submetida em 2014, no âmbito do programa MG-8.4a-2015 (RIA) do H2020.

- Projeto “DEMGRAN – Modelação pelo Método dos Elementos Discretos para uma utilização mais eficiente de materiais granulares em infraestruturas ferroviárias” (PTDC/ECM-GEO/2414/2014), submetida ao Concurso para Projetos de I&D em todos os Domínios Científicos – 2014, da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Janeiro de 2015.
- Projeto “RAILCAPACITY – Aumento de Capacidade do Sistema Ferroviário” (LISBOA-01-0247-FEDER-017937). Candidatura ao programa Portugal 2020, “10/SI/2016 – Sistema de incentivos à investigação e desenvolvimento tecnológico (SI I&DT)” de 2016, financiado pela ANI. Outubro de 2016.

Foi também submetida a seguinte candidatura, que se encontra em fase de avaliação.

- Projeto “*In4Track – Innovative Integrated Approach for improvement of Railway Track Sustainability*”. Candidatura a projeto financiado pela FCT (ref.^a C494402512-00092500), Portugal 2020; 02/SAICT/2017, Projetos de IC&DT.

Foram igualmente efetuadas duas candidaturas a bolsas, uma de doutoramento e outra de pós-doutoramento, no âmbito de concursos para atribuição de bolsas individuais de doutoramento e pós-doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), conforme se indica seguidamente:

- Bolsa de Doutoramento FCT da Mestre em Engenharia Civil Ana Luísa Ramos (não financiada);
- Bolsa de Pós-Doutoramento do BPD André Paixão (SFRH/BPD/107737/2015, financiada até 6 anos, a partir de março de 2016).

3.2.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L12

A atividade desenvolvida permitiu apoiar a orientação de teses de mestrado e de doutoramento, tal como a seguir se sintetiza:

- Antunes, V. (2013). “Influência do fíler no comportamento de mástiques betuminosos”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Paixão, A. (2014). *Transition zones in railway tracks: An experimental and numerical study on the structural behaviour*. Tese de doutoramento, FEUP.
- Jerónimo, P. (2014). “Caracterização Mecânica, Digitalização Volumétrica e Modelação Numérica de Partículas Rochosas para Balastro Ferroviário”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Cerdeiral, J. (2014). “Influência da Substrutura na Evolução da Degradação da Qualidade Geométrica da Via-férrea”. Dissertação de Mestrado, FEUP.

- Correia, B. (2015). “Resposta dinâmica do sistema veículo-via férrea”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Ribeiro, V. (2015). “Estudos sobre métodos não destrutivos de caracterização do comportamento dinâmico da via-férrea com diversos tipos de fundação”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Simões, D. (2015). “Caracterização de materiais da subestrutura da via-férrea com aplicação de cargas cíclicas”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Gil, C. (2015). “Estudo da ligação entre camadas betuminosas de pavimentos flexíveis”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Domingos, P. (2016). “Modelação do comportamento de pavimentos rodoviários flexíveis através de métodos incrementais”. Tese de Doutoramento, IST/UL.
- Pais, F. (2016). “Caracterização de solos de fundação de infraestruturas de transporte”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Pereira, L. (2016). “Influência do fíler no comportamento mecânico de mástiques betuminosos”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Reis, J. (2016). “*Contribution to the mechanical characterization of unbound sub-base and base road pavement layers containing reclaimed asphalt pavements*”. Dissertação de Mestrado, IST/UL.
- Martins, M. (2017). “*Numerical modelling of the behaviour of the railway track with reinforced substructure*”. Dissertação de Mestrado, FEUP.

A realização dos referidos trabalhos foi frequentemente levada a cabo por alunos de mestrado e de doutoramento com acolhimento no LNEC, tal como a seguir se apresenta:

- De 2010 a 2016, acolhimento do Eng.º Pedro Miguel Guerra Domingos para desenvolvimento de estudos de doutoramento no DT/NIT, no âmbito do convénio de cooperação com o IST, tendo beneficiado de Bolsa de Doutoramento FCT.
- Em 2013, acolhimento do aluno da FCT/UNL Vítor Filipe Silva Antunes, para a realização da dissertação de mestrado.
- Em 2014, acolhimento dos alunos da FEUP João Carlos Ferreira Cerdeiral e Patrícia da Silva Jerónimo, para a realização de trabalhos de mestrado.
- Em 2014/2015, acolhimento da aluna da FCT/UNL Carla Alexandra Andrade Gil, para a realização da dissertação de mestrado.
- Em 2016, acolhimento da aluna da FEUP Filipa Alexandra Pereira Malheiro Pais, da aluna da FCT/UNL Laura Raquel Piloto Pereira e do aluno do IST/UL José António Filipe dos Reis, para a realização de trabalhos de mestrado.

- Em 2017, acolhimento da aluna da FEUP Margarida Milicic Cameira Martins, para a realização de dissertação de mestrado.

No âmbito da atividade desenvolvida, foi também concluído o seguinte Programa de Investigação:

- Fortunato, E. (2016). “Comportamento estrutural de vias férreas balastradas. Contributos para melhorar a eficiência e a qualidade da operação”. TPI 82, Teses e Programas de Investigação LNEC. Lisboa: LNEC. 255 p. (ISBN 978-972-49-2280-5).

A atividade desenvolvida deu origem a diversos documentos, como sejam:

– Relatórios publicados:

- Paixão, A.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2015). “Avaliação do comportamento das zonas de transição na via-férrea da Variante de Alcácer – Relatório Final”. Relatório LNEC/FEUP 07/2015, Não seriado, Lisboa: LNEC.
- Bizjak, K., Kokot, D., Broutin, M., Freire, A.C., Hornych, P., Peelen, W., Blume, U., Saleh, P., Wessel, J. (2016) – “*Description of the best practices of inspection and testing useful for other transportation modes and identification of common research*”, Deliverable FOX D4.2. Project FOX, 146 p.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; (2016). “Estudos experimentais e numéricos sobre o comportamento estrutural da via-férrea no âmbito do projeto MODER-B2”. Proc. 0702/121/19721. Relatório 31/2016 – DT/NIT, Lisboa: LNEC, 39 p.
- Paixão, A.; Fortunato, E. (2016). “Sistemas de controlo e monitorização de ensaios de cargas cíclicas no âmbito do projeto MODER-B2”. Proc. 0702/121/19721. Relatório 32/2016 – DT/NIT, Lisboa: LNEC, 39 p.
- Paixão, A.; Francisco, A.; Fortunato, E. (2017). “Modelação numérica da resposta estrutural da via-férrea com reforços de plataforma”. Relatório intercalar do projeto “GroutRail – Reabilitação de Plataformas Ferroviárias com Tratamento de Solos”. Proc. 0702/112/20115 e Proc. 0702/111/20012. Relatório 430/2017 – DT/NIT, Lisboa: LNEC, 59 p.

– Artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, com revisão científica:

- Fortunato, E.; Paixão, A.; Calçada, R. (2013). “*Railway track transition zones: design, construction, monitoring and numerical modelling*”. International Journal of Railway Technology. Volume 2, Issue 4, pp.33-58. Saxe-Coburg Publications, 2013. ISBN:2049-5358. Doi:10.4203/ijrt.2.4.3.

- Paixão, A.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2014). “*Transition zones to railway bridges: track measurements and numerical modelling*”. Engineering Structures; 80; p. 435-443; doi: 10.1016/j.engstruct.2014.09.024
- Ramos, A.; Fortunato, E.; Resende, R.; Muralha, J. (2014). “Caracterização e modelação numérica da rugosidade de descontinuidades rochosas”. Geotecnia, Sociedade Portuguesa de Geotecnia, N°132, pp.5-22. ISSN 0379-9522.
- Varandas, J.; Paixão, A.; Fortunato, E.; Hölischer, P.; Calçada, R. (2014). “*Numerical modelling of railway bridge approaches: influence of soil non-linearity*”. The International Journal of Railway Technology; 3 (4); pp.73-95; doi: 10.4203/ijrt.3.4.4
- Alves Ribeiro, C.; Paixão, A.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2015). “*Under sleeper pads in transition zones at railway underpasses: numerical modelling and experimental validation*”. Structure and Infrastructure Engineering; 11 (11), pp.1432–1449; doi: 10.1080/15732479.2014.970203
- Paixão, A.; Alves Ribeiro, C.; Pinto, N.M.P.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2015). “*On the use of under sleeper pads on transition zones at railway underpasses: experimental field testing*”. Structure and Infrastructure Engineering; 11(2); p. 112-128; doi:10.1080/15732479.2013.850730
- Paixão, A.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2015). “*Design and construction of backfills for railway track transition zones*”. Journal of Rail and Rapid Transit; 229(1); p. 58-70; doi:10.1177/0954409713499016
- Paixão, A.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2015). “*The effect of differential settlements on the dynamic response of the train-track system: a numerical study*”. Engineering Structures; 88; p. 216-224; doi:10.1016/j.engstruct.2015.01.044
- Resende, R.; Muralha, J.; Ramos, A.; Fortunato, E. (2015). “*Rock joint topography: three-dimensional scanning and numerical analysis*”. Géotechnique Letters, 5(4), pp. 318–323; doi:10.1680/jgele.15.00046.
- Paixão, A., Fortunato, E., Calçada, R. (2016). “*A contribution for integrated analysis of railway track performance at transition zones and discontinuities*”. Construction and Building Materials; 111, pp. 699-709; doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.02.126
- Paixão, A.; Fortunato, E. & Calçada, R. (2016). “*A numerical study on the influence of backfill settlements in the train/track interaction at transition zones to railway bridges*”. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. Vol. 230(3), March 2016, pp. 866-878. Doi:10.1177/0954409715573289.
- Cruz, N.; Rios, S.; Fortunato, E.; Rodrigues, C.; Cruz, J.; Mateus, C.; Ramos, C. (2017). “*Characterization of soil treated with alkali-activated cement in large-scale specimens*”. Geotechnical Testing Journal. American Society for Testing and Materials International (ASTM). Vol. 40, No. 4., pp. 618-629. Doi:10.1520/GTJ20160211.

- Varandas, J.; Paixão, A.; Fortunato, E. (2017). “*A study on the dynamic train-track interaction over cut-fill transitions on buried culverts*”. Computers and Structures; 189; pp. 49-61; doi:10.1016/j.compstruc.2017.04.017.
- Capítulos de livro:
- Freire, A.C., Quaresma, L., Gil, C. (2016). “*Comparative Analysis of Interlayer Bonding Behaviour of Different Types of Pavement Interfaces*”. In book: 8th RILEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements, pp.513-518. DOI: 10.1007/978-94-024-0867-6_72.
- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos internacionais, com arbitragem científica:
- Varandas, J.N.; Paixão, A.; Fortunato, E.; Hölscher, P. & Calçada, R. (2014). “*Non-linear elastic behaviour of unbound aggregates in FEM representing railway transition zones*”. Railways 2014, 2nd Int. Conf. on Railway Technology: Research, Development and Maintenance; Ajaccio, Corsica, France; 8-11 Abr.; p. 21.
 - Fontul, S.; Fortunato, E.; Chiara, F. (2014). “*Evaluation of ballast fouling using GPR*”. 15th International Conference on Ground Penetrating Radar – GPR 2014. June 30 – July 4, Brussels, Belgium. Pp. 418-422. Doi: 10.1109/ICGPR.2014.6970458.
 - Fortunato, E.; Paixão, A. (2014). “*Influência da subestrutura no desempenho da via-férrea*”. COBRAMSEG – XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica; Goiânia, Brasil; 9-13 Set.; pp. 1-8.
 - Resende, R.; Ramos, A. L.; Muralha, J.; Fortunato, E.; Lamas, L. (2014). “*Characterisation and numerical modelling of the geometry of rock joints*”. Proc. of the 8th Asian Rock Mechanics Symposium “ARMS8”; Sapporo, Japan, 14-16 October.
 - Fortunato, E.; Paixão, A.; Calçada, R. (2015). “*Experimental and numerical studies on the behaviour of railway track transition zones*”. Seminário “Investigación e innovación tecnológica ferroviaria”. Fundación Caminos de Hierro. Córdoba, Espanha, 19 de junho, pp. 33-47. ISBN:978-84-617-0115-5.
 - Paixão, A.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2015). “*Railway track transition zones: experimental and numerical studies*”. Young Researchers Seminar 2015. “Sapienza” University. Rome, Italy, 17-19 June.
 - Fortunato, E.; Paixão, A.; Calçada, R. (2015). “*Field measurements and numerical modelling of transition zones – a research project in a recent Portuguese railway line*”. Proc. of the 13th International Conference on Railway Engineering. Edinburgh, Scotland, UK, 30 Jun – 1 Jul.

- Cruz, N.; Fortunato, E.; Asseiceiro, F.; Cruz, J.; Mateus, C. (2015). “*Methodologies for Geotechnical Characterization in Railways in Operation. An Experience*”. Proc. of the XVI European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Edinburgh, United Kingdom, 13 a 17 de setembro.
- Paixão, A.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2015). “*A parametric study on the influence of track dips on the train-track interaction*”. Railway Track Science & Engineering International Workshop, Edinburgh, 3-4 December.
- Fortunato, E.; Fontul, S.; Paixão, A.; Cruz, N.; Cruz, J.; Asseiceiro, F. (2016). “*Geotechnical aspects of the track of the rehabilitation of a freight railway line in Africa*”. The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance. – Railways 2016. Cagliari, Sardenha, Itália, 5 a 8 de abril.
- Varandas, J.; Correia, B.; Paixão, A.; Fortunato, E. (2016). “*Dynamic train-track interaction over inhomogeneous foundations*”. The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance. – Railways 2016. Cagliari, Sardenha, Itália, 5 a 8 de abril.
- Paixão, A.; Varandas, J.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2016). “*Non-linear behavior of geomaterials in railway tracks under different loading conditions*”. The 3rd International Conference on Transportation Geotechnics – ICTG 2016. Guimarães, 4-7 Setembro.
- Varandas, J.; Paixão, A.; Fortunato, E.; Hölscher, P. (2016). “*A numerical study on the stress changes in the ballast due to train passages*”. The 3rd International Conference on Transportation Geotechnics – ICTG 2016. Guimarães, 4-7 Setembro.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; Fontul, S.; Pires, J. (2017). “*Some results on the properties and behavior of railway ballast*”. 10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCRRA 2017), p. 1877-1884, Athens, Greece 28-30 June; ISBN 978-1-138-29595-7, Doi:10.1201/97811315100333-266.
- Costa, R.; Mota, R.; Fortunato, E.; Pires, J.; Moura, E.; Bernucci, L. (2017). “*Large-scale triaxial apparatus for railroad ballast material*”. “3^{ème} Symposium International sur la géotechnique ferroviaire”, GEORAIL 2017, pp. 125-134. Paris, 23-24 novembro, ISBN 978-2-85782-739-9.
- Delgado, B., Viana da Fonseca, A., Fortunato, E., Paixão, A., Coelho, D. (2017). “*A proposal for molding of reduced scale ballast samples for repeated load triaxial tests*”. Proceedings of the 3rd International Symposium on Railway Geotechnical Engineering (GEORAIL 2017), 23-24 Nov., Paris, France; Magnan, J-P et al. (eds); IFSTTAR: Paris; ISBN: 978-2-85782-739-9, p. 135-144.
- Paixão, A., Francisco, A. & Fortunato, E. (2017). “*Studies on the structural reinforcement of railway platforms in operation*”. In: Proceedings of the 3rd International

Symposium on Railway Geotechnical Engineering (GEORAIL 2017), 23 a 24 de novembro, Paris, França; Magnan, J-P et al. (eds); IFSTTAR: Paris; ISBN: 978-2-85782-739-9, p. 475-484.

- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos nacionais, com arbitragem científica:

- Fortunato, E.; Paixão, A.; Calçada, R.; Clemente, J. (2016). “Comportamento estrutural de zonas de transição em vias-férreas – Análise de um caso de estudo”. Atas do 8º Congresso Rodoviário Português. Lisboa, 12 a 14 de abril.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; Loureiro, J.; Asseiceiro, F.; Cruz, N.; Cruz, J.; (2016). “Avaliação de plataformas de linhas férreas em operação. O caso da Linha de Sena em Moçambique”. 8º Congresso Rodoviário Português. Lisboa, 12 a 14 de abril.
- Cruz, N.; Mateus, C.; Cruz, J.; Rios, S.; Ramos, C.; Rodrigues, C.; Fortunato, E. (2016). “Solos tratados com geopolímeros. Uma experiência com macro-provetes constituídos sob condições controladas”. 8º Congresso Rodoviário Português. Lisboa, 12 a 14 de abril; ISBN 978-989-98338-2-1.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; Alves Ribeiro, C.; Pinto, N.; Calçada, R. (2016). “Avaliação do desempenho de aterros de transição em vias férreas”. 15º Congresso Nacional de Geotecnia. Porto, 19 a 23 de junho.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; Loureiro, J.; Asseiceiro, F.; Cruz, N.; Cruz, J.; (2016). “Aspetos geotécnicos da análise estrutural de vias férreas em operação”. Um caso de estudo. 15º Congresso Nacional de Geotecnia. Porto, 19 a 23 de junho.
- Resende, R.; Muralha, J.; Ramos, A.; Fortunato, E. (2016). “Estudo do contacto e vazios em descontinuidades rochosas através de digitalização tridimensional”. 15º Congresso Nacional de Geotecnia. Porto, 19 a 23 de junho.
- Paixão, A.; Alves Ribeiro, C.; Pinto, N., M. P.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2016). “Calibração de modelos numéricos de via-férrea com recurso ao ensaio de recetância”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016. LNEC, Lisboa, 12-14 de outubro.
- Paixão, A.; Fortunato, E.; Calçada, R. (2016). “Instrumentação de vias-férreas: estudos sobre o comportamento de zonas de transição”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016. LNEC, Lisboa, 12-14 de outubro.
- Santos, C.; Paixão, A.; Fortunato, E.; Morais, P. (2016). “Sistema de aplicação de cargas cíclicas para estudo do comportamento da via-férrea”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016. LNEC, Lisboa, 12-14 de outubro.
- Fortunato, E., Paixão, A. & Calçada, R. (2016). “Uma contribuição para a gestão da manutenção de vias-férreas baseada na avaliação do desempenho”. Atas do 2º

Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção (QIC2016), LNEC, Lisboa, 21-23 de novembro; ISBN: 978-972-49-2289-8.

- Freire, A.C., Quaresma, L.; Gil, C. (2016). “Avaliação da ligação entre camadas de pavimentos com o ensaio de *Leutner* modificado”. Atas do 2º Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção (QIC2016), LNEC, Lisboa, 21-23 de novembro; ISBN: 978-972-49-2289-8.

Foram também realizadas diversas ações de difusão do conhecimento adquirido no âmbito da presente linha de investigação, destacando-se as seguintes:

- Comunicações apresentadas em pódio (palestras e outras apresentações orais) em encontros científicos e técnicos:

- Fortunato, E.: “Caracterização da plataforma de linhas férreas de mercadorias em operação: Casos de obra”, palestra apresentada por convite no “INSERTZ 2014 – *International Seminar on Rail Track Substructures and Transition Zones*”. Sociedade Portuguesa de Geotecnia/LNEC. Lisboa, 24 de janeiro de 2014.
- Paixão, A.: “*Research on railway transition zones. Case studies in a Portuguese line*”, palestra apresentada por convite no “INSERTZ 2014 – *International Seminar on Rail Track Substructures and Transition Zones*”. Sociedade Portuguesa de Geotecnia/LNEC. LNEC, Lisboa, 24 de janeiro de 2014.
- Fortunato, E.: “Substrutura da via-férrea e zonas de transição – Aspetos da investigação”, palestra apresentada por convite no *workshop* “Tardes da Academia”. Rede Ferroviária Nacional (REFER). Lisboa, 24 de fevereiro de 2014.
- Fortunato, E.: “*Railway Track Transition Zones: Design, Construction, Monitoring and Numerical Modelling*”, palestra apresentada por convite no “*Second International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance – Railways 2014*”. Ajaccio, Corsica, 11 de abril 2014.
- Fontul, S.: “*Evaluation of ballast fouling using GPR*”, comunicação oral apresentada na “*15th International Conference on Ground Penetrating Radar – GPR 2014*”, no dia 1 de julho de 2014, Bruxelas, Bélgica.
- Fortunato, E.: “Reutilização de Materiais em Aterros de Ferrovia”, palestra apresentada por convite no COBRAMSEG – XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Goiânia, Brasil, 11 de setembro de 2014.
- Fortunato, E.: “Influência da substrutura no desempenho da via-férrea”, comunicação oral apresentada no COBRAMSEG – XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Goiânia, Brasil; 11 de setembro de 2014.

- Fortunato, E.: “*Estudios experimentales y numéricos sobre el comportamiento de las zonas de transición de vías férreas*”, palestra apresentada por convite no “*Seminario sobre Investigación e innovación tecnológica ferroviaria*”. *Fundación Caminos de Hierro*. Córdoba, 19 de junho de 2015.
- Fortunato, E.: “*Field measurements and numerical modelling of transition zones – a research project in a recent Portuguese railway line*”, comunicação oral apresentada na “13th International Conference on Railway Engineering”. Edinburgh, Scotland, UK, 30 de junho de 2015.
- Paixão, A: “*A parametric study on the influence of track dips on the train-track interaction*”, comunicação oral apresentada na Railway Track Science & Engineering International Workshop, Edinburgh, 3 de dezembro de 2015.
- Fortunato, E.: “*Geotechnical aspects of the track of the rehabilitation of a freight railway line in Africa*”, comunicação oral apresentada em “The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance. – Railways 2016”. Cagliari, Sardenha, Itália, 6 de abril de 2016.
- Fortunato, E: “Comportamento estrutural de zonas de transição em vias-férreas – Análise de um caso de estudo”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português. Lisboa, 12 de abril de 2016.
- Fortunato, E: “Avaliação de plataformas de linhas férreas em operação. O caso da Linha de Sena em Moçambique”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português. Lisboa, 12 de abril de 2016.
- Fortunato, E.: “Reabilitação de vias-férreas. Aspetos da subestrutura”, palestra apresentada por convite nas “V Jornadas de Reabilitação de Infraestruturas e de Edifícios”. ULHT, Porto, 12 de maio de 2016.
- Fortunato, E.: “A cal no tratamento de materiais para a construção e reabilitação de infraestruturas de transporte”, palestra apresentada por convite nas “V Jornadas FICAL”. Fórum Ibérico da Cal. LNEC, Lisboa, 24 de maio de 2016.
- Fortunato, E: “Avaliação do desempenho de aterros de transição em vias férreas”, comunicação oral apresentada no 15º Congresso Nacional de Geotecnia. Porto, 19 de junho de 2016.
- Fortunato, E: “Aspetos geotécnicos da análise estrutural de vias férreas em operação. Um caso de estudo”, comunicação oral apresentada no 15º Congresso Nacional de Geotecnia. Porto, 19 de junho de 2016.
- Paixão, A: “*Non-linear behavior of geomaterials in railway tracks under different loading conditions*”, comunicação oral apresentada em “The 3rd International Conference on Transportation Geotechnics” – ICTG 2016. Guimarães, 4 de Setembro de 2016.

- Paixão, A.: “Calibração de modelos numéricos de via-férrea com recurso ao ensaio de recetância”, comunicação oral apresentada no 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016. LNEC, Lisboa, 12 de outubro de 2016.
- Paixão, A.: “Instrumentação de vias-férreas: estudos sobre o comportamento de zonas de transição”, comunicação oral apresentada no 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016. LNEC, Lisboa, 12 de outubro de 2016.
- Paixão, A.: “Uma contribuição para a gestão da manutenção de vias-férreas baseada na avaliação do desempenho”, comunicação oral apresentada no 2º Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção (QIC2016), LNEC, Lisboa, 21 de novembro de 2016.
- Fortunato, E.: “Aplicação de borracha reciclada de pneus em infraestruturas de transportes. Aspectos da via-férrea”, palestra apresentada por convite nas “Jornadas de técnicas de Gestão de Resíduos: Eficiência na utilização de recursos”. Moviter e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. LNEC, Lisboa, 7 março de 2017.
- Paixão, A.: “*Towards an integrated analysis of railway track performance at transition zones and other discontinuities*”, palestra apresentada por convite no “Workshop on Railway track dynamics”. Universidade Nova de Lisboa. Almada, 5 de abril de 2017.
- Fontul, S.: “*Some results on the properties and behavior of railway ballast*”, comunicação oral apresentada no “10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields” (BCRRA 2017), em 29 de junho de 2017, em Atenas, Grécia.
- Fortunato, E.: “Infraestruturas ferroviárias – aspetos da caracterização e soluções de reabilitação”, palestra apresentada por convite no “1º Seminário de Geotecnia nos Transportes” – 1SGT 2017”. Comissão Portuguesa de Geotecnia nos Transportes e Comissão Portuguesa de Geossintéticos. LNEC, Lisboa, 13 de outubro de 2017.
- Paixão, A.: “*A proposal for molding of reduced scale ballast samples for repeated load triaxial tests*”, comunicação oral apresentada no “3rd International Symposium on Railway Geotechnical Engineering (GEORAIL 2017)”, Paris, França, em 23 de novembro de 2017.
- Paixão, A.: “*Studies on the structural reinforcement of railway platforms in operation*”, comunicação oral apresentada no “3rd International Symposium on Railway Geotechnical Engineering (GEORAIL 2017)”, Paris, França, em 23 de novembro de 2017.

- Organização de eventos:

- Organização do *INSERTZ 2014 – International Seminar on Rail Track Substructures and Transition Zones*. LNEC, Lisboa, 24 de janeiro de 2014.
- Organização de uma sessão designada por “*Railway transition zones: from design to maintenance*” na “*Second International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance – Railways 2014*”. Ajaccio, Corsica, 8 a 11 de abril 2014.
- Organização da sessão “*Railway Transition Zones: Understanding and Overcoming the Gap*” no “*The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance. – Railways 2016*.” Cagliari, Sardenha, Itália, 5 a 8 de abril 2016.

- Outras participações em eventos:

- Participação numa mesa redonda no âmbito da “*Smart Maintenance and Analysis of Transport Infrastructure (SMARTRAIL) Final Conference*”. Ljubljana, Slovenia, 25-26th August 2014.
- Participação numa mesa redonda sobre Trens de Alta Velocidade, no âmbito do XVII COBRAMSEG – Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica e VII Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia. Goiânia, Brasil, 9 a 13 de setembro de 2014.
- Participação no seminário “*Young Researchers Seminar 2015*”. European Conference of Transport Research Institutes (ECTRI). “Sapienza” University. Rome, Italy, 17-19 June.

O trabalho desenvolvido deu ainda lugar aos seguintes protótipos:

- um modelo físico para ensaio;
- um sistema de aquisição de dados;
- um sistema de ensaios não destrutivos para caracterização da via férrea;
- um software específico para controlo de ensaios.

3.2.5 Avaliação intercalar da linha L12

Nesta parte do período programático, objeto da avaliação intercalar, para além de se iniciarem novos projetos, houve oportunidade de dar continuidade a alguns dos estudos que vinham sendo feitos no âmbito do programa de investigação antecedente, nomeadamente no que se refere ao projeto relacionado com o comportamento das zonas de transição na via-férrea.

Realizou-se pesquisa e revisão bibliográfica, analisaram-se dados obtidos na via-férrea, desenvolveram-se modelos numéricos para analisar o comportamento estrutural, construíram-se e ensaiaram-se modelos físicos da via-férrea e efetuou-se uma parte importante da caracterização laboratorial de materiais que tinha sido prevista. A construção e ensaio de vários modelos físicos em laboratório permitiu aplicar métodos não destrutivos e obter uma lei de degradação da via-férrea. Foi ainda possível obter informação relevante a partir de dados que estavam disponíveis no LNEC e de outros que foram sendo obtidos nas infraestruturas em operação. No âmbito do projeto GroutRail, que foi financiado pelo programa Portugal2020, e que está a ser executado em parceria com a empresa Mota-Engil, foram adquiridos e desenvolvidos diversos equipamentos de ensaio laboratorial e foi construído um modelo físico à escala real. A colaboração em estudos na área da mecânica das rochas permitiu adquirir conhecimentos importantes relativamente à análise do material de balastro. Alguns trabalhos por contrato permitiram obter informação relevante para o desenvolvimento do projeto de investigação dedicado à reabilitação das vias-férreas. A colaboração com equipas de investigação estrangeiras foi também útil no desenvolvimento dos trabalhos de investigação.

Procurou-se obter financiamento externo, tendo sido submetidas diversas candidaturas, sendo que uma delas foi bem-sucedida e uma outra encontra-se em avaliação. Foi ainda possível obter uma bolsa de pós-doutoramento.

O trabalho desenvolvido permitiu obter resultados significativos, de que se destacam a conclusão de duas teses de doutoramento, a execução de um programa de investigação, 11 teses de mestrado, 4 relatórios LNEC, 1 relatório internacional, 13 artigos em revistas com revisão científica, 9 comunicações apresentadas em pódio de congressos internacionais e 7 comunicações apresentadas em pódio de congressos nacionais. Foram ainda realizadas 11 palestras por convite e houve colaboração na organização de 3 eventos científicos. O trabalho desenvolvido deu ainda lugar a 4 protótipos.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

Não foi possível proceder à modelação numérica da camada de balastro com modelos discretos, de acordo com o que tinha sido estabelecido, porque, apesar de ter havido financiamento disponível, o seu valor não foi suficiente de modo a ser possível proceder à aquisição do software adequado a essa tarefa.

O facto de, no período em apreço, os investimentos na reabilitação da ferrovia a nível nacional terem sido suspensos ou adiados, limitou a obtenção de dados em campo relativos à caracterização e

monitorização da via, necessários à calibração de modelos de degradação e ao estabelecimento de indicadores de desempenho.

3.2.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

De acordo com o que foi referido, foi concluído um projeto (FOX) e estão em execução três projetos, um dos quais se desenvolve em estreita relação com um projeto financiado no âmbito do programa Portugal2020. Prevê-se que todos os projetos terminem durante a vigência do P2I do LNEC.

Em função dos resultados já obtidos e dos objetivos estabelecidos inicialmente para a linha de investigação L12 (Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes) e para a temática na qual se insere (TO1 – Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transportes), considera-se de elevado interesse prosseguir com a investigação nesta linha.

No que se refere às vias-férreas, existe expectativa que a implementação do programa Ferrovia2020 crie condições para que se possam recolher dados de caracterização e monitorização de vias antigas e vias reabilitadas, os quais deverão servir para obter informação relevante para os projetos desta área. Ainda na área ferroviária, e no âmbito da modelação numérica da via-férrea, continuarão a desenvolver-se esforços no sentido de se obter um software para modelação discreta da camada de balastro. Será reforçada a colaboração com outras entidades que manifestaram interesse em desenvolver trabalho conjunto no âmbito desta linha de investigação, nomeadamente a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Aguarda-se o desfecho da candidatura do projeto In4Track, submetida a um concurso da FCT, que, a ser aprovada, permitiria reforçar o financiamento desta linha de investigação, particularmente na área ferroviária, aprofundar a colaboração com outras entidades e contribuir para um melhor conhecimento do comportamento da via-férrea em operação.

3.3 Gestão patrimonial de infraestruturas de transportes (L13)

3.3.1 Caracterização sumária

Tanto no contexto nacional como no europeu e em países de outros Continentes com economias avançadas, considera-se que as redes de transportes se encontram numa fase de maturidade, pelo que vários desafios atuais se concentram na sua manutenção e reabilitação, numa lógica de “economia circular”, tendo em atenção a utilização otimizada dos recursos disponíveis, nomeadamente financeiros. Por outro lado, em países com economias em desenvolvimento, em fase de expansão ou renovação das redes de infraestruturas, importa criar condições para assegurar a eficiência e sustentabilidade das mesmas.

A linha de investigação L13 pretende contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia integrada para uso na gestão patrimonial de infraestruturas de transportes. Essa metodologia contempla, nomeadamente, a criação de bases de dados com informação relevante das infraestruturas e o desenvolvimento de algoritmos e modelos de análise inteligentes, capazes de se adaptarem às especificidades dos objetos em estudo. Como resultado, será possível criar elementos técnicos de suporte à decisão, que tornem a gestão das infraestruturas de transportes mais eficiente e transparente.

A prossecução deste objetivo envolve também, a montante, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas e ferramentas para a recolha e análise de dados necessários à caracterização, através de indicadores apropriados, do desempenho funcional e estrutural das infraestruturas existentes.

3.3.2 Projetos da linha de investigação L13

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se três projetos integrados nesta linha de investigação, descritos seguidamente.

Projeto Tropical-Pav – Estudo de Estruturas de Pavimentos Rodoviários em Climas Tropicais”
(concluído)

Projeto realizado na sequência de uma candidatura ao QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional – Projetos de I&DT Empresas em Copromoção.

Investigador responsável (por parte do LNEC): Ana Cristina Freire

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas

Principais objetivos do projeto: Desenvolver estruturas de pavimento inovadoras, quer ao nível das camadas inferiores, essencialmente com a utilização de materiais locais, em particular otimizando a formulação e tecnologia de aplicação do solo-cimento, quer no que

diz respeito às camadas betuminosas superiores, desenvolvendo uma mistura betuminosa de elevado desempenho que contribua para um adequado desempenho das estruturas de pavimentos da rede rodoviária de países com clima tropical, nomeadamente Angola e Moçambique. Pretendeu-se, desta forma, contribuir também para a gestão da rede de infraestruturas de países tropicais através da utilização dos materiais locais com evidentes impactos ambientais e económicos.

O projeto contemplou seis atividades principais: 1 – Especificações técnicas; 2 – Estudos de formulação (ensaios laboratoriais); 3 – Construção da infraestrutura da pista de ensaio; 4 – Ensaios acelerados do pavimento; 5 – Modelação do comportamento das soluções de pavimentação; 6 – Promoção e divulgação de resultados.

Outros setores do LNEC envolvidos: CIC.

Parceiros externos: Universidade de Lisboa; Universidade do Porto; Universidade do Minho; Universidade de Coimbra; Mota-Engil, SGPS; Elevo Group/MonteAdriano, SGPS

Taxa de execução em fins de 2017: 100%

Projeto TIRAMS – “Gestão de Ativos de Infraestruturas de Transportes numa Ótica RAMS” (em curso)

Projeto proposto pelo DT/NIT e aceite pelo CD para integrar o P2I do LNEC. Teve o seu início em janeiro de 2015 e foca-se nas metodologias para uso na gestão patrimonial de infraestruturas de transportes. Este projeto enquadra a participação do LNEC na Ação COST TU1208, intitulada “*Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar*”, que tem como objetivo aperfeiçoar a aplicação da técnica de ensaio com o Radar de Prospeção para avaliação de infraestruturas de transporte e a normalização da sua utilização. O projeto TIRAMS enquadra também a participação setorial no projeto ISABELA “*Integration of social aspects and benefits into life-cycle asset management*”, que tem financiamento da CEDR (Transnational Road Research Programme 2014).

Investigador responsável: Eduardo Fortunato

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas, T3 – Tecnologias da informação e T4 – Políticas públicas

Principais objetivos do projeto: Contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia integrada para uso na gestão patrimonial de infraestruturas de transportes.

O projeto contempla cinco atividades principais: Formulação de uma metodologia para gestão patrimonial das infraestruturas de transporte; Identificação e análise dos fatores críticos para a avaliação e previsão do desempenho das infraestruturas de transporte;

Desenvolvimento de algoritmos e métodos de *data mining* para a avaliação e previsão do desempenho das infraestruturas; Conceção de sistemas de otimização e de suporte à decisão na gestão das infraestruturas de transporte; Construção de uma plataforma em ambiente *cloud computing* para operacionalização do sistema de gestão de infraestruturas de transporte e implementação em caso-piloto.

Outros setores do LNEC envolvidos: CD.

Parceiros externos: Universidade de Vigo, Espanha; Membros da Ação COST TU1208 de vários países; CEDR, Parceiros do projeto ISABELA.

Taxa de execução em fins de 2017: cerca de 65%, de acordo com o previsto.

Procedeu-se à formulação de uma metodologia para gestão patrimonial das infraestruturas de transporte e à identificação e análise dos fatores críticos para a avaliação e previsão do desempenho das infraestruturas de transporte; desenvolveram-se algoritmos e métodos de *data mining* para a avaliação e previsão do desempenho das infraestruturas. Procederam-se a estudos no sentido de desenvolver sistemas de otimização e de suporte à decisão na gestão das infraestruturas de transporte, nomeadamente considerando a informação obtida com recurso à modelação estrutural e a informação obtida através do radar de prospeção.

Projeto COURSE – “Continuous evaluation of railway tracks for efficient asset management” (em curso)

Este projeto foi financiado pela Agência Portuguesa de Inovação, no âmbito do programa Portugal 2020 – “33/SI/2015 – Projetos de I&DT empresas em copromoção”, Programa Operacional Regional de Lisboa. O projeto desenvolve-se em parceria entre o LNEC e a empresa Mota-Engil, tendo sido iniciado em novembro de 2016.

Investigador responsável: Eduardo Fortunato

Eixo Programático LNEC: E1 – Património construído: Materiais, componentes e tecnologias da construção

Temática prioritária LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas

Principais objetivos do projeto: Pretende-se conceber, desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de uma abordagem inovadora e integrada de avaliação do desempenho da via-férrea que contribua para identificar as causas das suas disfunções tendo em consideração aspetos relativos à resposta estrutural da interação dinâmica do sistema via-veículo e suportada em conceitos mecanicistas, no que se refere à análise da degradação da qualidade geométrica (Figura 3.5).

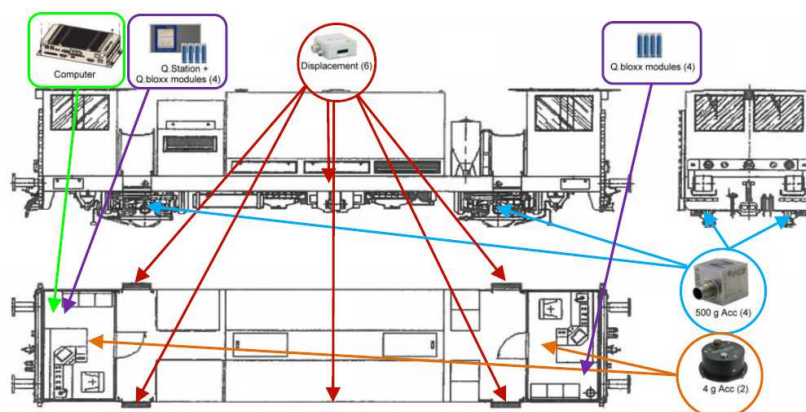


Figura 3.5 – Esquema do sistema de inspeção e medição instalado em veículo ferroviário

O projeto contempla quatro atividades principais: desenvolvimento de sistemas e respetivos equipamentos com vista a avaliar a rigidez da via-férrea e detetar anomalias; implementação de sistemas em veículo autopropulsionado; calibração e validação de sistemas em testes piloto; demonstração de sistemas numa via-férrea em exploração.

Outros setores do LNEC envolvidos: CIC

Parceiros externos: Mota-Engil

Taxa de execução em fins de 2017: 50%, como previsto.

3.3.3 Outras candidaturas de projetos submetidas na linha L13

Além dos referidos projetos, nesta linha L13 participou-se na seguinte candidatura de projeto a fonte de financiamento externo que não foi contemplada:

- Projeto “*R2EXTREME – Managing roads and railways under extreme weather events*”. Candidatura submetida ao concurso H2020. Tópico: MG-7.1-2017: “Resilience to extreme (natural and man-made) events”. Tipo: “Research and Innovation Action (RIA)”.

Foram também submetidas as seguintes candidaturas, que se encontram em fase de avaliação:

- Projeto “*STREAM – Smart Technologies for Road Asset Management*”, candidatura a projeto financiado pela FCT (ref.^a T496157227-00038375), Portugal 2020; 02/SAICT/2017, Projetos de IC&DT.
- Projeto “*Q_TRACK – Quick reply for rehabilitation of ballasted track*”, candidatura a projeto financiado pela FCT, Portugal 2020; 02/SAICT/2017, Projetos de IC&DT.

Foram igualmente efetuadas candidaturas a bolsas de pós-doutoramento no âmbito de concursos para atribuição de bolsas individuais de doutoramento e pós-doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT):

- Bolsa de Doutoramento FCT do BD Pedro Marcelino (SFRH/BD/120075/2016, financiada até 4 anos, a partir de outubro de 2017).
- Bolsa de Doutoramento FCT da BD Vânia Marecos (SFRH/BD/110319/2015, financiada até 4 anos, a partir de maio de 2016).

3.3.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L13

A atividade desenvolvida permitiu apoiar a orientação de teses de mestrado e de doutoramento, tal como a seguir se sintetiza:

- De Chiara, F. (2014) – “*Improving of railway track diagnosis using Ground Penetrating Radar*”. Tese de Doutoramento, Universidade de Roma “Sapienza”, Roma, Itália.
- Marques, J. (2015) – “A importância das infraestruturas ferroviárias na intermodalidade marítimo-ferroviária do transporte de mercadorias”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Machado, J. (2015) – “Análise comparativa de metodologias de compactação de solo-cimento”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Marques, D. (2015) – “Controlo de qualidade de pavimentos de baixo volume de tráfego”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Salcedas, T. (2016) – “Evolução da condição de vias férreas”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Marques, A. (2017) – “Avaliação da contaminação do balastro ferroviário. Contribuições na aplicação de RADAR de Prospeção”. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL.
- Campos, P. (2017) – “*Indirect Assessment of Railway Track Vertical Stiffness*”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Paciência, E. (em conclusão) – “Auto-regeneração de misturas betuminosas com agentes encapsulados”. Dissertação de Mestrado a submeter à FCT/UNL.
- Marecos, V. (em curso) – “Optimisation of Ground Penetrating Radar testing at traffic speed for structural monitoring of pavements”. Tese de Doutoramento a submeter à Universidade de Vigo.
- Marcelino, P. (em curso) – “Common approach for the maintenance management of road and railway infrastructures”. Tese de Doutoramento a submeter ao IST/UL.

De forma geral, a realização dos referidos trabalhos foi levada a cabo por alunos de mestrado e de doutoramento com acolhimento no LNEC, tal como a seguir se apresenta:

- Entre 2011 e 2014, acolhimento da doutoranda Francesca de Chiara, da Universidade de Roma “Sapienza”, para desenvolvimento de estudos de doutoramento.
- Em 2014, acolhimento do aluno FCT/UNL João Luís Brites Oliveira Nunes Marques, para realização da dissertação de mestrado.
- Em 2015, acolhimento dos alunos da FCT/UNL Joana Margarida Monteiro Machado e Diogo Miguel Abrantes Carvalho Marques; e dos alunos da FEUP Viviana Correia Ribeiro e Diogo Paulo Freitas Simões, para realização de trabalhos de mestrado.
- Desde 2016, acolhimento da Eng.^a Vânia Margarida da Silva Marecos, ao abrigo de uma Bolsa de Doutoramento FCT.
- Em 2016, acolhimento da aluna da Tânia Salcedas, para realização da dissertação de mestrado (FCT/UNL).
- Em 2016/2017, acolhimento da aluna Ana Margarida Constantino Marques, para realização da dissertação de mestrado (FCT/UNL).
- Em 2017, acolhimento do aluno da FEUP Pedro Guilherme da Silva Campos e do aluno da FCT/UNL Edivaldo Anderson Ernesto Paciência, para realização de dissertações de mestrado.

A atividade desenvolvida deu origem a diversos documentos, como sejam:

– Relatórios publicados:

- Antunes, V.; Freire, A.C.; Simão, N. (2014). “Estudos de Formulação. Solo-cimento”, Relatório Técnico Intercalar do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
- Antunes, V.; Simão, N.; Freire, A.C.; Fonseca, P.; Afonso, J.; Gomes, L. (2014). “Especificações Técnicas – Sistema de Condicionamento Climatérico”, Relatório Técnico Intercalar do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
- Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Picado-Santos, L.; Pereira, P. (2014): “*Análise das melhores práticas de avaliação da resistência à derrapagem*”, Relatório LNEC / EP / IST / UM.
- Simão, N.; Antunes, V.; Freire, A.C.; Neves, J.; Morais, P.; Santos, C. (2014). “Especificações Técnicas – Projeto de Instrumentação”, Relatório Técnico Intercalar do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.

- Antunes, V.; Carvalho, A.; Antunes, M.L.; Picado-Santos, L.; Freire, A.C.; Neves, J. (2015). “Ensaio Acelerados sobre Pavimentos”, Relatório Técnico Final do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
 - Antunes, V.; Freire, A.C.; Simão, N. (2015). “Estudos de Formulação – Solo-cimento”, Relatório Técnico Final do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
 - Carvalho, A.; Antunes, V.; Picado-Santos, L.; Antunes, M.L.; Neves, J.; Freire, A.C. (2015). “Modelação do Comportamento de Pavimentos”, Relatório Técnico Final do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
 - Simão, N.; Antunes, V.; Freire, A.C.; Neves, J.; Morais, P.; Santos, C. (2015). “Especificações Técnicas – Projeto de Instrumentação”, Relatório Técnico Final do Projeto de I&D Tropical-PAV – Soluções de Pavimentação Rodoviária para Climas Tropicais, junho.
 - Mladenović, M.; Ćirilović, J.; Antunes, M.L.; Marcelino, P. (2016). “*Definition of S-KPIs to be used in road asset management*”, Relatório do projeto ISABELA (Deliverable D2.1).
 - Weninger-Vycudil, A.; Kokot, D.; Mladenović, G.; Cirilovic, J.; Kulauzovič, B.; Lepert, P.; Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Litzka, J.; Wistuba, M.; Tanasić, N. (2017): “*Social Benefit Modelling*”, Relatório do projeto ISABELA (Deliverable D3.2).
 - Weninger-Vycudil, A.; Kokot, D.; Mladenović, G.; Cirilovic, J.; Kulauzovič, B.; Lepert, P.; Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Litzka, J.; Wistuba, M.; Tanasić, N. (2017) “*Implementation-methodology of social economic benefits*”, Relatório do projeto ISABELA (Deliverable D4.1).
 - Weninger-Vycudil, A.; Kokot, D.; Mladenović, G.; Cirilovic, J.; Kulauzovič, B.; Lepert, P.; Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Litzka, J.; Wistuba, M.; Tanasić, N. (2017): “*Implementation in existing asset management tools and test applications*”, Relatório do projeto ISABELA (Deliverable D4.2).
 - Weninger-Vycudil, A.; Kokot, D.; Mladenović, G.; Cirilovic, J.; Kulauzovič, B.; Lepert, P.; Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Litzka, J.; Wistuba, M.; Tanasić, N. (2017): “*Report on practical application of socioeconomic benefit in asset management*”, Relatório do projeto ISABELA (Deliverable D5.1).
- Artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, com revisão científica:
- Antunes, V.; Freire, A.C.; Quaresma, L.; Micaelo, R. (2015). “*Influence of the geometrical and physical properties of filler in the filler-bitumen interaction*”,

Construction and Building Materials, 76, 322-329, ISSN 0950-0618, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.008>.

- Antunes, V.; Freire, A.C.; Quaresma, L.; Micaelo, R. (2016). “*Effect of the chemical composition of fillers in the filler-bitumen interaction*”, Construction and Building Materials, 104, 85-91, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.042>.
- Antunes, V.; Simão, N.; Freire, A.C. (2017), “*A Soil-Cement Formulation for Road Pavement Base and Sub Base Layers: a Case Study*”. Transp. Infrastruct. Geotech. doi: 10.1007/s40515-017-0043-9.
- Marecos, V.; Solla, M.; Fontul, S. & Antunes, V. (2017). “*Assessing the pavement subgrade by combining different non-destructive methods*”, Construction and Building Materials, Volume 135, Pages 76-85, Elsevier, Publication date 2017/3/15, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.01.003.
- Marecos, V.; Fontul, S.; Antunes, M.L. & Solla, M. (2017). “*Evaluation of a highway pavement using non-destructive tests: Falling Weight Deflectometer and Ground Penetrating Radar*”, Construction and Building Materials, Vol. 154, pp. 1164-1172, Publication date 2017/07/10, Virtual Special Issue on Ground-Penetrating Radar and Complementary Non-Destructive Testing Techniques in Civil Engineering, eds. Alani, M., Benedetto, A., Pajewski, L. & Tosti F.; doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.07.034.

- Capítulos de livro:

- Pérez-Gracia, V.; Fontul, S.; Santos-Assunção, S.; Marecos, V. (2016). “*Geophysics: Fundamentals and Applications in Structures and Infrastructure*”; In: Non-Destructive Techniques for the Evaluation of Structures and Infrastructure; Riveiro, B. & Solla, M. (eds.); Ch. 4; pp. 59-88; CRC Press; doi: 10.1201/b19024-6; ISBN: 978-1-138-02810-4.
- Fontul, S.; Mínguez, R.; Solla, M.; Santos-Assunção, S. (2016). “*The Use of Geophysics for the Condition Assessment of Railway Infrastructure*”; In: Non-Destructive Techniques for the Evaluation of Structures and Infrastructure; Riveiro, B. & Solla, M. (eds.); Ch. 10; pp. 195-212; CRC Press; doi: 10.1201/b19024-13; ISBN: 978-1-138-02810-4.
- Núñez-Nieto, X.; Solla, M.; Marecos, V.; Lorenzo, H. (2016). “*Applications of the GPR Method for Road Inspection*”; In: Non-Destructive Techniques for the Evaluation of Structures and Infrastructure; Riveiro, B. & Solla, M. (eds.); Ch. 11; pp. 213-231; CRC Press; doi: 10.1201/b19024-14; ISBN: 978-1-138-02810-4.

- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos internacionais, com arbitragem científica:

- Marecos, V.; Fontul, S.; Antunes, M.L.; Solla, M. (2015). “*Assessment of a concrete prestressed runway pavement with Ground Penetrating Radar*”. Proceedings of the “8th

International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar” (IWAGPR), 4p., 7-10 Julho, Florença, Itália; DOI: 10.1109/IWAGPR.2015.7292635.

- Fontul, S.; Marecos, V. (2016). “*GPR Applications to roads and airport infrastructure survey*”. Workshop on Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar (GPR). COST Action TU1208, 2 de março, LNEC, Lisboa.
- Marecos, V.; Solla, M.; Fontul, S.; Pajewski, L. (2016). “*Calibration Methods for Air Coupled Antennas*”. COST Action TU1208, EGU GA 2016 – European Geosciences Union General Assembly 2016, European Geosciences Union, 17 a 22 de abril, Viena, Áustria.
- Solla, M., Fontul, S., Marecos, V. & Loizos, A. (2016). “*Non-Destructive tests for railway evaluation: detection of fouling and joint interpretation for GPR and track geometric parameters*”. COST Action TU1208, EGU GA 2016 – European Geosciences Union General Assembly 2016, European Geosciences Union, 17 a 22 de abril, Viena, Áustria.
- Fontul, S.; Fortunato, E.; De Chiara, F.; Burrinha, R.; Baldeiras, M. (2016). “*Railways track characterization using Ground Penetrating Radar*”. The 3rd International Conference on Transportation Geotechnics – ICTG 2016. Guimarães, 4-7 Setembro.
- Fortunato, E.; Paixão, A.; Calçada, R. (2016). “A importância do comportamento das camadas de apoio de vias-férreas no estabelecimento de indicadores de desempenho estrutural”. 5^{as} Jornadas Luso-Espanholas de Geotecnia. Corunha, Espanha, 19 de outubro.
- Paixão, A.; Fontul, S.; Salcedas & T., Marques, M. (2017). “*A study on the influence of track discontinuities on the degradation of the geometric quality supported by GPR*”. European Geosciences Union General Assembly 2017 (EGU2017), 23-28 Apr., Viena, Áustria; Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, EGU2007-3007.
- Marecos, V.; Solla, M.; Antunes, M.L.; Fontul, S. & Pajewski, L. (2017). “*Study of a rehabilitated road using GPR and FWD*”. European Geosciences Union General Assembly 2017 (EGU2017), 23-28 Apr, Viena, Áustria.
- Marcelino, P.; Antunes, M.L.; Fortunato, E. (2017). “*Current international practices on pavement condition assessment*”. World Conference on Pavement and Asset Management, WCPAM2017. Milan, Italy – June 12/16.
- Weninger-Vycudil, A.; Kokot, D.; Mladenović, G.; Cirilovic, J.; Kulauzovič, B.; Lepert, P.; Antunes, M.L.; Marcelino, P.; Litzka, J.; Wistuba, M.; Tanasić, N. (2017). “*CEDR Project ISABELA – The Way to Integrate Social Performance Indicators into Asset Management*”. World Conference on Pavement and Asset Management, WCPAM2017. Milan, Italy – June 12/16.

- Marecos, V.; Solla, M.; Fontul, S. & Antunes, M.L. (2017). “*Pavement thickness evaluation with air-coupled GPR systems*”, BCRRA 2017 – 10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, 28 a 30 junho, Athens, Greece, Loizos, A., Al-Qadi, I., Scarpas, A. (eds); CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group; ISBN: 978-1-138-29595-7, pp. 1559–1566; doi: 10.1201/9781315100333-224.
 - Marcelino, P.; Antunes, M.L.; Fortunato, E. & Gomes, M.C. (2017). “*Machine Learning for Pavement Friction Prediction Using Scikit-Learn*”. In: Oliveira E., Gama J., Vale Z., Lopes Cardoso H. (eds) Progress in Artificial Intelligence. EPIA 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol. 10423, p. 331-342, Springer, Cham, Proc. 18th EPIA Conference on Artificial Intelligence, EPIA 2017, Porto, 5 a 8 de setembro; ISBN: 978-3-319-65339-6, doi: 10.1007/978-3-319-65340-2_28.
- Comunicações em atas de encontros científicos e técnicos nacionais, com arbitragem científica:
- Antunes, M.L.; Marecos, V. (2013). “Aplicação de indicadores ambientais na gestão de Infraestruturas rodoviárias”. Atas do 7º Congresso Rodoviário Português, 10 a 12 de abril, LNEC, Lisboa.
 - Antunes, V.; Fonseca, P.; Afonso, J.; Gomes, L.; Antunes, M.L.; Freire, A.C.; Pereira, P.; Silva, H.; Picado-Santos, L.; Neves, J. (2016). “Soluções de Pavimentos Rodoviários Para Países com Climas Tropicais – Projeto de I&D TROPICAL-PAV”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
 - Fortunato, E.; Fontul, S.; De Chiara, F.; Burrinha, R.; Baldeiras, M. (2016). “Caracterização da via-férrea com georadar. Avaliação de propriedades dielétricas dos materiais”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
 - Marcelino, P.; Picado Santos, L.; Antunes, M.L. (2016). “Aplicações de Inteligência Artificial na Avaliação de Pavimentos”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
 - Antunes, M.L.; Marcelino, P. (2016). “Integração de Aspetos e Benefícios Sociais na Gestão de Ativos Rodoviários”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
 - Marecos, V.; Antunes, M.L., Fontul S. (2016). “Avaliação da estrutura de uma pista de betão pré-esforçado com radar de prospeção”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.

- Marques, D.; Fontul, S.; Freire, A.C.; Antunes, V. (2016). “Controlo de qualidade na construção de estradas de baixo volume de tráfego”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
- Marques, J.; Fontul, S.; Neves, G. (2016). “Intermodalidade de transporte rodoviário versus ferroviário para ligação ao Porto de Setúbal”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
- Neves, J.; Martins, A.; Freire, A.C.; Antunes, V. (2016). “Catálogo de pavimentos com resíduos de construção e demolição para estradas e arruamentos de baixo tráfego”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
- Simões, A.R.; Barbosa, A.E.; Fontul, S.; Freire, A.C. (2016), “Os pavimentos rodoviários em cenários de alterações climáticas. Impactes ambientais da drenagem”. 8º Congresso Rodoviário Português, 12 a 14 de abril, LNEC, Lisboa; ISBN 978-989-98338-2-1.
- Antunes, V.; Fonseca, P.; Afonso, J.; Gomes, L.; Picado-Santos, L.; Freire, A.C.; Neves, J.; Silva, H.; Antunes, M.L.; Pereira, P. (2016). “Avaliação de estruturas de pavimentos rodoviários através de pista e simulador de ensaios acelerados à escala real”. 1º Congresso de Ensaios e Experimentação em Engenharia Civil (TEST&E 2016), 4 a 6 de julho, IST/UL; ISBN 978-972-8574-44-4.
- Antunes, V.; Marecos, V.; Marques, D.; Fontul, S.; Freire, A.C. (2016). “Avaliação de uma camada de leito do pavimento utilizando diferentes métodos de ensaio não destrutivos”. 1º Congresso de Ensaios e Experimentação em Engenharia Civil (TEST&E 2016), 4 a 6 de julho, IST, Lisboa, ISBN 978-972-8574-44-4; doi: 10.5281/zenodo.164637.
- Antunes, V.; Marecos, V.; Fontul, S.; Freire, A.C. (2016). “Avaliação de propriedades de um pavimento rodoviário com recursos a ensaios não destrutivos”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2016), LNEC, Lisboa, 12 a 14 de outubro.
- Neves, S.; Fontul, S. (2016). “Fotogrametria aplicada à inspeção visual de infraestruturas rodoviárias”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2016), LNEC, Lisboa, 12 a 14 de outubro.
- Pereira, D.; Fontul, S. (2016). “Aplicação de ensaios de carga não destrutivos na avaliação de subestruturas ferroviárias”. 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2016), LNEC, Lisboa, 12 a 14 de outubro.
- Kanje, L.; Couto, P.; Fontul, S.; Silva M.J. (2016). “Aplicação da Metodologia ProNIC na Construção das Infraestruturas Ferroviárias”. 2º Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção (QIC 2016), LNEC, Lisboa, 21-24 de novembro.

- Marcelino, P.; Antunes, M.L. & Fortunato, E. (2017). “*Exploratory Data Analysis in Pavement Engineering Using Python*”, XXIV Jornadas de Classificação e Análise de Dados (JOCLAD2017), 20 a 22 de abril, FEUP.

Foram também realizadas diversas ações de difusão do conhecimento adquirido no âmbito da presente linha de investigação, destacando-se as seguintes:

- Comunicações apresentadas em pódio (palestras e outras apresentações orais) em encontros científicos e técnicos:
 - Marecos, V.: “*Assessment of a concrete pre-stressed runway pavement with Ground Penetrating Radar*”, comunicação oral apresentada no “8th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar” (IWAGPR), em 8 de julho de 2015, Florença, Itália.
 - Fortunato, E.: “*Railway platforms in tunnels*”, palestra apresentada por convite no “4th CPT International Seminar – Tunnels. From operation back to design”. Comissão Portuguesa de Túneis e do Espaço Subterrâneo (CPT). LNEC, Lisboa, 4 de fevereiro de 2016.
 - Fontul, S.: “*GPR functioning and applications*”, palestra apresentada por convite no “Seminário Aplicações do Georadar (GPR) em Engenharia Civil”. Ação COST TU1208. LNEC, Lisboa, 2 de março de 2016.
 - Fontul, S. e Marecos, V.: “*GPR application to roads and airport infrastructure survey*”, palestra apresentada por convite no “Seminário Aplicações do Georadar (GPR) em Engenharia Civil”. Ação COST TU1208. LNEC, Lisboa, 2 de março de 2016.
 - Fortunato, E.: “*Railway Infrastructures Survey*”, palestra apresentada por convite no “Seminário Aplicações do Georadar (GPR) em Engenharia Civil”. Ação COST TU1208. LNEC, Lisboa, 2 de março de 2016.
 - Fontul, S.: “*Caracterização da via-férrea com georadar. Avaliação de propriedades dielétricas dos materiais*”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português, em 13 de abril de 2016, LNEC, Lisboa.
 - Marcelino, P.: “*Aplicações de Inteligência Artificial na Avaliação de Pavimentos*”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português, em 13 de abril de 2016, LNEC, Lisboa.
 - Marcelino, P.: “*Integração de Aspetos e Benefícios Sociais na Gestão de Ativos Rodoviários*”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português, em 14 de abril de 2016, LNEC, Lisboa.
 - Marecos, V.: “*Avaliação da estrutura de uma pista de betão pré-esforçado com radar de prospeção*”, comunicação oral apresentada no 8º Congresso Rodoviário Português, em 14 de abril de 2016, LNEC, Lisboa.

- Fontul, S.: “Construção, Monitorização e Reabilitação de Infraestruturas Ferroviárias”, palestra apresentada por convite no Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC); Coimbra, 30 de maio de 2016. Fortunato, E.: “*Railway Infrastructures. Some key aspects of design, construction and monitoring*” no “1º Encontro Metroferroviário em Infraestrutura de Transportes”, palestra apresentada por convite. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, 15 de julho de 2016.
- Fortunato, E. e Fontul, S.: “*NDT for Structural Evaluation of Railway Track*”, palestra apresentada por convite no “*Workshop 3: Nondestructive Technologies*” da “*3rd International Conference on Transportation Geotechnics*” (ICTG 2016). Universidade do Minho, Guimarães, 4 de setembro de 2016.
- Fontul, S.: “*Railways track characterization using Ground Penetrating Radar*”, comunicação oral apresentada na “*3rd International Conference on Transportation Geotechnics*” (ICTG 2016), em 6 de setembro 2016, Universidade do Minho, Guimarães.
- Fortunato, E.: “A importância do comportamento das camadas de apoio de vias-férreas no estabelecimento de indicadores de desempenho estrutural”, comunicação oral apresentada nas 5^{as} Jornadas Luso-Espanholas de Geotecnia. Corunha, Espanha, 19 de outubro de 2016.
- Marcelino, P.: “*Exploratory Data Analysis in Pavement Engineering Using Python*”, comunicação oral apresentada as “XXIV Jornadas de Classificação e Análise de Dados” (JOCLAD2017), em 21 de abril de 2017, na FEUP, Porto.
- Fontul, S.: “*A study on the influence of track discontinuities on the degradation of the geometric quality supported by GPR*”, comunicação oral apresentada no “*European Geosciences Union General Assembly 2017 (EGU2017)*”, em 25 de abril de 2017, Viena, Áustria.
- Marcelino, P.: “*Current international practices on pavement condition assessment*”, comunicação oral apresentada na “*World Conference on Pavement and Asset Management*” (WCPAM2017), em 13 de Junho de 2017, em Milão, Itália.
- Fontul, S.: “*Pavement thickness evaluation with air-coupled GPR systems*”, comunicação oral apresentada na BCRRA 2017 - “*10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*”, em 29 de junho de 2017, Atenas, Grécia.
- Marcelino, P.: “*Machine Learning for Pavement Friction Prediction Using Scikit-Learn*”, comunicação oral apresentada na “*18th EPIA Conference on Artificial Intelligence*” (EPIA 2017), em 8 de setembro de 2017, no Porto.

- Comunicações apresentadas em painel (“posters”) em encontros científicos e técnicos:
 - “*Study of a rehabilitated road using GPR and FWD*”, na “*European Geosciences Union General Assembly 2017*” (EGU2017), em 26 de abril de 2017, Viena, Áustria (*poster* apresentado pela autora Simona Fontul).

- Organização de eventos:
 - Organização de um Seminário intitulado “Aplicações do Georadar (GPR) em Engenharia Civil” no LNEC, Lisboa, 2 de março de 2016 no Âmbito da Ação COST TU1208 Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar.

- Outras participações em eventos:
 - Fontul S.: Participação como formadora no Curso “*Training School on NDT techniques applied to civil engineering*”, organizado em Barcelona de 14 a 18 de março de 2016, no Âmbito da Ação COST TU1208 Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar.
 - Fontul S.: Participação como formadora no Curso “*Training School on Ground Penetrating Radar for the assessment of transport infrastructures*”, organizado em Osijek, Croácia de 6 a 9 de março de 2017, no Âmbito da Ação COST TU1208 Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar.

O trabalho desenvolvido deu ainda lugar à construção de uma Pista de Ensaios e instalação de um simulador de tráfego para a realização de ensaios acelerados à escala real (Figura 3.6), em parceria com as Universidades do Minho, de Coimbra e de Lisboa.



Figura 3.6 – Simulador de ensaios acelerados sobre pavimentos rodoviários

3.3.5 Avaliação intercalar da linha L13

Enquadrados nesta linha de investigação, e no que se refere ao período em apreço (2013-2017), foram desenvolvidos vários estudos, no âmbito do projeto Tropical-PAV, sobre pavimentos rodoviários em climas tropicais (entretanto concluído), no âmbito do projeto TIRAMS, relativos ao desenvolvimento de ferramentas de apoio à gestão patrimonial de infraestruturas de transportes, e no âmbito do projeto COURSE.

Nesta linha de investigação analisaram-se as práticas internacionais sobre a avaliação da condição dos pavimentos rodoviários e iniciaram-se estudos relativos à utilização de modelos de inteligência artificial para estimar valores de parâmetros funcionais relacionados com o desempenho desses pavimentos.

No que se refere à participação na Ação COST TU1208, intitulada “*Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar*”, desenvolveram-se processos com vista a melhorar a aplicação da técnica de ensaio com o radar de prospeção para avaliação de infraestruturas de transporte.

Realizaram-se estudos relativos à análise e tratamento automáticos de dados obtidos por veículos de inspeção da rede ferroviária nacional, integrando a informação relativa aos parâmetros de geometria e aos registos do radar de prospeção.

Foram desenvolvidos e aplicados algoritmos de processamento de registos de deslocamentos e de acelerações medidas na via-férrea à passagem de comboios que, indiretamente, permitem calcular a rigidez vertical da via-férrea – um importante indicador de desempenho destas infraestruturas.

No âmbito do projeto COURSE, que foi financiado pelo programa Portugal2020, e que está a ser executado em parceria com a empresa Mota-Engil, foram adquiridos diversos equipamentos, foi desenvolvido um sistema protótipo (equipamento e software) que será embarcado num veículo a fim de avaliar a rigidez vertical da via-férrea e identificar eventuais perturbações na interação dinâmica via-veículo.

Foram submetidas diversas candidaturas para financiamento externo de projetos de investigação, sendo que uma delas se encontra em avaliação. Foi ainda possível obter duas bolsas de doutoramento.

O trabalho desenvolvido permitiu obter resultados significativos, de que se destacam uma tese de doutoramento (para além de duas em curso), 7 teses de mestrado, 13 relatórios técnicos, 5 artigos em revistas com revisão científica, 3 capítulos de livro, 29 comunicações em encontros científicos e técnicos e 11 comunicações apresentadas em pódio de congressos internacionais e nacionais. Foram ainda realizadas 7 palestras por convite e houve colaboração na organização de 2 eventos científicos.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

3.3.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

A linha de investigação L13 é bastante promissora pois, tanto no contexto nacional como no contexto europeu, considera-se que, como referido em 3.3.1, as redes de transportes se encontram numa fase de maturidade pelo que é necessário avaliar, manter e reabilitar o património existente. É, portanto, necessário fazer face ao processo natural de deterioração resultante da evolução ao longo do ciclo de vida, em que os requisitos de desempenho impostos pela sociedade aumentam, e em que a disponibilidade de recursos para investimentos diminui progressivamente. No entanto, a mudança de paradigma não se restringe aos contextos relacionados com redes em fase de maturidade. Também nos casos em que predomina a criação e o melhoramento das infraestruturas, novos desafios se deparam. Neste sentido, surge como prioritária a necessidade de instituir, desde as fases de conceção, preocupações com o custo do ciclo de vida das infraestruturas.

Em função dos resultados já obtidos e dos objetivos estabelecidos inicialmente para a linha de investigação L13 (Gestão patrimonial das infraestruturas de transportes) e para a temática na qual se insere (TO1 - Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transportes), considera-se de elevado interesse prosseguir com a investigação nesta linha.

Assim, pretende-se, num futuro próximo, proceder à aplicação à rede rodoviária nacional de modelos de previsão de evolução da degradação de pavimentos que têm vindo a ser desenvolvidos e calibrados.

Pretende-se também concluir o projeto COURSE e, assim, estabelecer uma técnica de avaliação estrutural e de deteção de anomalias que contribua para uma gestão mais eficiente da conservação das vias-férreas.

Aguarda-se o desfecho das candidaturas dos projetos STREAM e Q_TRACK, submetidas a um concurso da FCT, que, a serem aprovadas, permitirão reforçar o financiamento desta linha de investigação, desenvolver e implementar, em conjunto com outras entidades, por um lado, um modelo de gestão de pavimentos urbanos, com base em indicadores de desempenho e, por outro lado, soluções de reabilitação ferroviária eficientes, com impactos mínimos para a circulação e baseados em diagnósticos realistas da via.

Espera-se que o acervo de dados que tem vindo a ser utilizado no desenvolvimento dos algoritmos de previsão do comportamento e a informação que tem vindo a ser produzida permita a criação de bases de dados úteis para futuros utilizadores.

3.4 Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura e mitigação dos fatores de risco rodoviário (L21)

3.4.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L21 destina-se a aprofundar o conhecimento e a contribuir para a melhoria da eficácia e da eficiência das ferramentas de gestão de segurança rodoviária suscetíveis de apoiar a intervenção na infraestrutura para mitigação da sinistralidade, através, nomeadamente, da avaliação quantitativa ou qualitativa das relações entre envolvente rodoviária, tráfego, utente e segurança, e da avaliação dos efeitos de medidas de engenharia neste âmbito.

Os processos de decisão e de intervenção relativos à segurança do tráfego rodoviário podem ser potenciados procedendo à sua estruturação em sistemas de gestão dedicados, de que são exemplo os especificados na Diretiva 2008/96/CE do Parlamento Europeu (de aplicação obrigatória na rede transeuropeia) e na norma ISO 39001:2012 (de aplicação voluntária). Basicamente um “Sistema de Gestão de Segurança Rodoviária” (SGSR) deve atender ao contexto da organização a que se destina, delinear a visão da organização, estabelecer a respetiva liderança neste domínio, 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.

Para as entidades responsáveis pela operação de infraestruturas nas redes rodoviárias e pela gestão da mobilidade no espaço público urbano é possível melhorar o desempenho dos respetivos SGSR, mediante o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas integrando modelos matemáticos que representem adequadamente as inter-relações entre elementos do sistema de tráfego relevantes para o nível de segurança exibido.

3.4.2 Projetos da linha de investigação L21

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se quatro projetos integrados nesta linha de investigação, descritos seguidamente.

Projeto MapRisc – “Mapeamento de risco rodoviário e avaliação macroscópica de custo-eficácia de medidas mitigadoras na infraestrutura” (em curso).

Projeto proposto pelo DT/NPTS e aceite pelo CD para integrar o P21 do LNEC. Teve o seu início em janeiro de 2015, após parecer da comissão de avaliação.

Investigador responsável: João Lourenço Cardoso.

Eixos Programáticos LNEC: E4 – Risco e Segurança; E1 – Património

Temáticas prioritárias LNEC: T2 – Novas Tecnologias; T1 – Sustentabilidade; T4 – Políticas Públicas

Principais objetivos do projeto: Valorizar os “Sistemas de informação Geográfica” (SIG) existentes, mediante a criação de ferramentas para SGSR suscetíveis de apoiar a intervenção na infraestrutura para mitigação da sinistralidade, através do desenvolvimento de ferramentas para produzir informação existente nos SIG mas ainda não identificada como tal, e definir metodologias para aplicar o conhecimento proveniente dos modelos de estimativa de frequência (MEFA) e de gravidade de acidentes na atividade das administrações rodoviárias. Trata-se de um objetivo genérico eminentemente prático, correspondendo às necessidades das administrações rodoviárias no que se refere à gestão da segurança da respetiva envolvente rodoviária.

O projeto contempla seis atividades: estabelecimento e exploração de SIG específico; desenvolvimento de MEFA tradicionais para estradas interurbanas; desenvolvimento de MEFA tradicionais para arruamentos urbanos; ajuste de MEFA bifásicos para estradas interurbanas; estabelecimento de MEFA bifásicos para arruamentos urbanos; e integração de MEFA em SGSR.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não há.

Parceiros externos: IMT, IP, ANSR, CM Loures

Taxa de execução em fins de 2017: Cerca de 1/3 do programa inicialmente previsto.

Foi estabelecido um SIG compreendendo a Rede Rodoviária Nacional, mediante incorporação de informação pública e de dados provenientes do Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT), estando em fase de arranque a introdução de dados de acidentes. Foram realizadas atividades de aprofundamento de metodologias para ajuste de modelos de estimativa de frequências de acidentes (MEFA) e de modelos de explicação da gravidade de acidentes (MEGA) tradicionais para estradas interurbanas e para arruamentos urbanos.

O desenvolvimento das atividades relacionadas com a modelação da sinistralidade tem sido condicionado não só pelo elevado empenhamento em tarefas de preparação de candidaturas mas também pela morosidade na obtenção do acesso aos dados sobre características da infraestrutura e sobre o tráfego, quer no respeitante à rede de autoestradas (solicitada ao IMT) quer no referente às estradas concessionadas à Infraestruturas de Portugal. Neste enquadramento, optou-se por desencadear colaborações com colegas estrangeiros, envolvendo bases de dados que permitem a aplicação dos conhecimentos e metodologias em desenvolvimento.

Projeto SaferAfrica – “*Innovating dialogue and problems appraisal for a safer Africa*” (em curso)

Projeto europeu (CSA) do Programa H2020, coordenado pela Universidade “*La Sapienza*”, de Roma, contando com 18 parceiros. O projeto iniciou-se em outubro de 2016, tendo uma duração prevista de 36 meses. A participação do LNEC, assegurada pelo DT/NPTS, foi integrada no P2I.

Investigador responsável: João Lourenço Cardoso

Eixos Programáticos LNEC: E4 – Risco e Segurança; E1 – Património

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade; T4 – Políticas Públicas; T7 – Capacitação Organizacional e Institucional

Principais objetivos do projeto: Genericamente, o projeto destina-se a promover a colaboração entre a Europa e África nos domínios do tráfego e da segurança rodoviários, através da criação de condições e do aproveitamento de oportunidades favoráveis para a aplicação efetiva de intervenções de segurança rodoviária e de medidas de gestão do tráfego nos países africanos. Para esse efeito está previsto o desenvolvimento de uma Plataforma de Diálogo entre África e Europa, que enquadre, aos vários níveis de atuação, as colaborações a desenvolver; bem como a instalação de um Observatório Africano de Segurança Rodoviária, que amplie a sensibilização das entidades interessadas e dos utentes rodoviários africanos para os problemas da segurança rodoviária.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não há

Parceiros externos: O consórcio é constituído por dezasseis parceiros, incluindo centros de investigação universitários (5), institutos de investigação ou de divulgação de investigação (5), associações internacionais (3), e organizações não-governamentais (3).

Taxa de execução em fins de 2017: 30%, conforme previsto.



Figura 3.7 – Colaboração África-Europa no domínio da segurança rodoviária - estabelecimento do Observatório de Segurança Rodoviário Africano e de uma Plataforma de Diálogo

Projeto PROGRES – “Provision of Guidelines for Road Side Safety” (em curso)

Projeto da chamada de 2017 do CEDR Transnational Road Research Programme – Call 2017 – Safety, coordenado pelo “SWOV Institute for Road Safety Research” holandês. O projeto iniciou-se em outubro de 2017 e tem a duração de 24 meses.

Investigador responsável: João Lourenço Cardoso

Eixos Programáticos LNEC: E4 – Risco e Segurança; E1 – Património

Temáticas prioritárias LNEC: T2 – Novas Tecnologias; T1 – Sustentabilidade; T4 – Políticas Públicas

Principais objetivos do projeto: O projeto tem como finalidade elaborar um conjunto de recomendações para viabilizar a aplicabilidade prática das normas para a “Área Adjacente à Faixa de Rodagem” (AAFR), contribuindo para a sua aceitabilidade pelas administrações rodoviárias europeias. Para esse efeito foram identificados três objetivos primários:

1. Rever as normas de projeto, manutenção e operação incidindo sobre a zona livre da área adjacente à faixa de rodagem (sem obstáculos) em vigor, bem como as incidindo em sistemas de retenção rodoviária (ex. as relacionadas com a EN 1317).
2. Determinar até que ponto as administrações rodoviárias nacionais europeias e os seus empreiteiros são capazes de aplicar e cumprir essas normas e recomendações conexas ao longo do ciclo de vida das estradas.
3. Elaborar recomendações para a conceção e gestão de AAFR seguras, que garantam aceitação generalizada pelas administrações rodoviárias membros do CEDR.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não há

Parceiros externos: O consórcio integra, para além do SWOV, instituto coordenador, e do LNEC, o Transport Research Laboratory (TRL) britânico, a empresa de consultoria irlandesa Arup - Ove Arup and Partners Ireland Ltd e o Professor Roland Weber, alemão.

Taxa de execução em fins de 2017: 10%, conforme previsto.

Projeto USE-IT – “Users, Safety, security and Energy in Transport infrastructure” (concluído)

Este projeto (CSA) foi financiado pela Comissão Europeia ao abrigo do programa H2020, tendo sido coordenado pelo “Forum of European Highway Research Laboratories” (FEHRL).

O LNEC participou em vários *WorkPackages*: WP2, WP3, WP4 e WP5. Estiveram envolvidos vários sectores do LNEC: Departamento de Hidráulica (NPE), Departamento de Edifícios (NUT) e o Departamento de Transportes (NPTS, NIT).

O projeto iniciou-se em maio de 2015 e teve a duração de 24 meses.

Investigador responsável: A participação do DT/NPTS no WP3 - *Safety and Security*, incidindo sobre os aspetos de segurança pública e de funcionamento do sistema de transportes, esteve a cargo de João Lourenço Cardoso e Sandra Vieira Gomes

Eixos Programáticos LNEC: E5 Instrumentos para a Inovação

Temáticas prioritárias LNEC: T2 – Novas Tecnologias; T1 – Sustentabilidade; T4 – Políticas Públicas

Principais objetivos do projeto: O objetivo deste projeto foi melhorar o conhecimento sobre os desafios que os diferentes modos de transporte enfrentam, facilitar o encontro dos representantes de vários modos de transporte com vista tanto à partilha de experiências e competências como à promoção do estabelecimento de objetivos comuns de investigação.

Outros setores do LNEC envolvidos: DHA (coordenador da participação do LNEC) e DED

Parceiros externos: FEHRL, AIT, EURNEX, IBDIM, IFSTTAR, STAC, TRL

Taxa de execução em fins de 2017: 100% concluído.

3.4.3 Outras candidaturas de projetos submetidas na L21

Além dos referidos projetos, nesta linha L21 participou-se nas seguintes candidaturas de projetos a fontes de financiamento externo que não foram contempladas:

- Projeto SalnS – “SAfe INfrastructure System; Application of the Safe System Approach to the future transport infrastructure, focused on multimodal nodes”. Este projeto de investigação e inovação (RIA) foi submetido ao tópico MG-3.4-2016 – “Transport infrastructure innovation to increase the transport system safety at modal and intermodal level (including nodes and interchanges)”. A candidatura, com avaliação em duas fases, foi coordenada pelo SWOV holandês, contando com 8 parceiros. O LNEC coordenava uma das seis tarefas científicas. A candidatura passou à segunda fase mas não obteve financiamento.
- Projeto GISRI – “Gestão de intervenções de segurança rodoviária na infraestrutura”. Projeto submetido ao Programa Compete2020, Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico, (Aviso 33/SI/2015). A candidatura foi coordenada pela Infraestruturas de Portugal, S.A., e englobava quatro copromotores. O LNEC elaborou a proposta técnico-científica e previa-se que coordenasse uma das oito atividades técnicas do projeto.
- Projeto MASCOT – “Multimodal Corridor Optimisation decision support Tools”. Este projeto de investigação e inovação (RIA) foi submetido ao tópico MG-7-2-2017 do

H2020. A candidatura, com avaliação em duas fases, foi coordenada pelo FEHRL, contando com 15 parceiros. A candidatura não obteve financiamento.

- Projeto VIRTUOCITY – “Simulation and virtual reality for innovative participatory planning to shape future urban areas”. A candidatura, submetida ao mecanismo de financiamento ERA-NET Cofund Smart Urban Futures, foi coordenada pelo AIT Austrian Institute of Technology, contando com 5 parceiros. A candidatura não obteve financiamento.
- Projeto AIDE – “Application of Accident Prediction Models for Road Safety Management”. A candidatura foi submetida ao Transnational Research Programme de 2013 da CEDR, não tendo obtido financiamento.

Foram igualmente efetuadas 4 candidaturas a bolsas de pós-doutoramento (envolvendo dois doutorados) no âmbito de concursos para atribuição de bolsas individuais de doutoramento e pós-doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). A candidatura submetida ao concurso de 2016 foi selecionada para financiamento. A bolsa de pós-doutoramento intitulada “*RUNNING – RUN-off-road eveNts on forgivING roadsides*” (SFRH/BPD/118499/2016) iniciou-se em setembro de 2017, tendo uma duração prevista de 36 meses.

3.4.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L21

A atividade desenvolvida permitiu concluir a orientação de três teses de doutoramento, desenvolvidas no âmbito do PIP anterior (2009-2012), duas das quais no LNEC.

- Tese de doutoramento de Maria da Conceição Rodrigues Ribeiro (2013), “Modelação de dados espaço-temporais em segurança rodoviária”, aprovada na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Tese de doutoramento de Carlos Pedro Pinto Lopes de Almeida Roque (2014), “Critérios de segurança para a área adjacente à faixa de rodagem na Rede Rodoviária Nacional”, aprovada no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.
- Tese de Carlos Miguel Lima de Azevedo (2014), “Probabilistic safety analysis using traffic microscopic simulation”, aprovada no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

A atividade desenvolvida permitiu apoiar a orientação de duas teses de mestrado, uma das quais acolhida no LNEC, e um estágio para admissão na Ordem dos Engenheiros.

- Concluiu-se em 2014 a orientação da dissertação de mestrado de Thayane Molares d'Abril, “Definição de uma rede de recenseamento de tráfego para a rede fundamental

de estradas de Angola”, aprovada na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

- Concluiu-se em 2014 a orientação da dissertação de mestrado do aluno Javier Barbeyto Rodrigues, “A Sinistralidade rodoviária nas capitais da Península Ibérica”, aprovada na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.
- Decorreu em 2014 e 2015 o estágio para admissão na Ordem dos Engenheiros da mestre Elisabete Sofia Santos de Barros, subordinada ao tema do impacte na operação e segurança rodoviárias da circulação de mega-camiões na rede nacional.

A atividade desenvolvida deu origem a diversos documentos.

– Relatórios publicados:

- Vieira Gomes, S.; Kluppels, L.; Schemers, G., 2017. “Road safety curriculum for Africa”. Deliverable 6.1, Work package 6 - Capacity building and training actions, Projeto SaferAfrica.
- Mocanu, I.; Saleh, P.; Machado, P.; Ambros, J.; Andriejauskas, T.; Bondar, T.; Capitão, R.; Cardoso, J. P.; El-koursi, E.; Eriksson, J.; Fortes, C. J.; Gomes, S.; Iglesias, I.J.; Pereira, A.; Quedraogo, K. A.; Rebelo, M.; Zofka, E., 2017. Deliverable D3.1 – “Report on safety and security based on investigation across modes and domains”, Projeto USE-iT (Users, Safety, security and Energy In Transport Infrastructure).
- Erdelean, I.; Rebelo, M.; Ambros, J.; Andriejauskas, T.; Bermejo, J.; Bodea, G.; Capitão, R.; Cardoso, J. P.; Fortes, C. J.; Gomes, S.; Ihs, A.; Neves, M. G.; Pressley, A.; Steinicke, W.; Zofka, E., 2017. Deliverable D3.2 – “Report on common research challenges regarding safety and security”, Projeto USE-iT (Users, Safety, security and Energy In Transport Infrastructure).
- Vieira Gomes, S.; Cardoso, J. L., 2015. Avaliação do impacte sobre a segurança rodoviária de planos de segurança municipais”. Exemplo de aplicação a um município, no âmbito da ENSR 2008-2015. Relatório 381/2015 – DT/NPTS, LNEC.
- Vieira Gomes, S. e Carvalheira, C. - Identificação de zonas de acumulação de acidentes rodoviários na cidade de Lisboa. Relatório 431/2013 - NPTS, LNEC, 2013.
- Vieira Gomes, S. e Carvalheira, C. - Análise da sinistralidade rodoviária de Lisboa entre 2009 e 2011. Relatório 430/2013 - NPTS, LNEC, 2013.
- Vieira Gomes, S. e Carvalheira, C. - Análise da sinistralidade rodoviária de Lisboa em 2008. Relatório 429/2013 - NPTS, LNEC, 2013.

- Artigos publicados em revistas com revisão científica:

- Vieira Gomes, S.; Cardoso, J.; Azevedo, C. L., 2017. “*Portuguese mainland road network safety performance indicator*”. Case Studies on Transport Policy, <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.10.006>.
- Roque, C., Cardoso, J.L., 2015. “*SAFESIDE: A computer-aided procedure for integrating benefits and costs in roadside safety intervention decision making*”, Safety Science, Volume 74, Pages 195-205, ISSN 0925-7535, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.001>.
- Roque, C., Moura, F., Cardoso, J.L., 2015. “*Detecting unforgiving roadside contributors through the severity analysis of ran-off-road crashes*”, Accident Analysis & Prevention, Volume 80, Pages 262–273, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.02.012>.
- Lima Azevedo, C., Ciuffo, B., Cardoso, J.L., Ben-Akiva, M.E., 2015. “*Dealing with uncertainty in detailed calibration of traffic simulation models for safety assessment*”. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 58, Part B, September 2015, Pages 395–412.
- Roque, C., Cardoso, J.L., 2014. “*Investigating the relationship between run-off-the-road crash frequency and traffic flow through different functional forms*”, Accident Analysis & Prevention, Volume 63, Pages 121-132, ISSN 0001-4575, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.034>.

- Artigos publicados em revistas, por convite:

- Vieira Gomes, S., 2015. “A estimativa de frequências esperadas de acidentes na identificação de zonas de acumulação de acidentes”. Revista Portuguesa de Sinalização, número 6, maio de 2015.
- Cardoso, J.L., 2015. “Gestão da segurança rodoviária por intervenções na envolvente”. Revista Segurança e Defesa, Instituto de Defesa Nacional. Lisboa.

- Comunicações apresentadas em congressos internacionais, com arbitragem científica.

Em pódio:

- Roque, C., Cardoso, J.L., 2017. “*Integrating crash severity in roadside safety quantitative analysis: Assessing partial proportional odds models*”. Transportation Research Circular E-C220: First International Roadside Safety Conference: Safer Roads, Saving Lives, Saving Money. Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Cardoso, J.L., Roque, C., 2017. “*Challenges and opportunities for improving the SAFESIDE procedure for cost-benefit assessment of roadside safety intervention*”

alternatives". Transportation Research Circular E-C220: First International Roadside Safety Conference: Safer Roads, Saving Lives, Saving Money. Transportation Research Board, Washington, D.C.

- Vieira Gomes, S.; Cardoso, J.; Azevedo, C. L., 2016. "*Portuguese mainland road network safety performance indicator*", World Conference on Transport Research - WCTR 2016, Shanghai.
- Roque, C., Cardoso, J.L., 2015. "*Integrating Large Samples of Errant Vehicles Encroachment Angles from Google Street View in a Roadside Safety Assessment Framework*". 5th International Symposium on Highway Geometric Design. Junho 2015, Vancouver, Canada.
- Lima Azevedo, C., Cardoso, J.L., Ben-Akiva, M., 2015. "*Modeling crash probability in large traffic simulators*". 5th International Symposium on Highway Geometric Design, Transportation Research Board, Vancouver, Canada.
- Lima Azevedo, C., Cardoso, J.L., Ben-Akiva, M., 2015. "*Probabilistic Safety Analysis using Traffic Microscopic Simulation*". 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington D.C., USA, janeiro 2015.
- Lima Azevedo, C., Ciuffo, B., Moura, F., Cardoso, J.L., Ben-Akiva, M., 2015. "*Dealing with uncertainty in detailed calibration of traffic simulation models for safety assessment*". 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington D.C., USA, janeiro 2015.
- Lima Azevedo, C., Cardoso, J., Ben-Akiva, M., 2014. "*Applying graph theory to automatic vehicle tracking by remote sensing*". Proceedings of the 93th Annual Meeting of the Transportation Research Board, janeiro 2014, Washington D.C., EUA.

- Apresentação oral de trabalho

- Roque, C., 2016. "*Brief presentation of the recently published paper "Detecting unforgiving roadside contributors through the severity analysis of ran-off-road (ROR) crashes. What's New around the world in the field of roadside safety"*". AFB20 (2) International Research Activities Subcommittee. 2016 Summer Workshop. Baltimore, Maryland.

- Comunicações apresentadas em congressos nacionais, com arbitragem científica.

Em pódio:

- Roque, C., Cardoso, J.L., 2016. “Investigação de novas formas funcionais para melhoria da aplicabilidade dos modelos de estimativa de frequência de acidentes”. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- Roque, C., Moura, F., Cardoso, J.L., 2016. “Modelos explicativos da gravidade dos acidentes rodoviários: o caso particular dos despistes em autoestradas”. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- Roque, C., Cardoso, J.L., 2016. “SAFESIDE: avaliação custo-benefício de alternativas de intervenção na área adjacente à faixa de rodagem”. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- Cardoso, J.L., Roque, C., Gomes, S.V., 2016. “Análise comparativa da sinistralidade rodoviária e de outros indicadores socioeconómicos em países da CPLP”. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- D’Abril, T.M., Cardoso, J.L., Roque, C., 2016. “Definição de uma rede de recenseamento de tráfego para a rede fundamental de estradas de Angola”. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- Roque, C., 2014. “*Roadside safety criteria for Portuguese Main Road Network*”. 11th Annual Transports Study Group Conference, Covilhã.
- Cardoso, J.L., 2013. “Metodologia para o estabelecimento de limites de velocidade seguros e credíveis”. 7º Congresso Rodoviário Português, CRP, Lisboa.
- Cardoso, J.L., 2013. “Inspeção de segurança rodoviária a estradas da rede rodoviária nacional. Noções básicas do método desenvolvido no LNEC para o InIR”. 7º Congresso Rodoviário Português, CRP, Lisboa.
- Cardoso, J.L., Roque, C. de A., 2013. “Auditoria de segurança rodoviária ao projeto de estradas. a importância da fase final do procedimento”. 7º Congresso Rodoviário Português, CRP, Lisboa.
- Brito, J.; Vieira Gomes, S. e Fontul, S. – “Caracterização da flutuação do tráfego na cidade de Lisboa”. 7º Congresso Rodoviário Português, LNEC, 2013.

Em poster:

- Roque, C., 2017. “*Crash severity models: ordered models vs unordered models*”. 14th Annual Transports Study Group Conference, Fátima.

- Apresentação oral de trabalho:

- Roque, C., 2016. “*Analytic methods in run-off-road accident research*”. 13th Annual Transports Study Group Conference. Figueira da Foz.
- Roque, C., Cardoso, J.L., 2015. “*Investigating the relationship between run-off-the-road crash frequency and traffic flow through different functional forms*”. 12th Annual Transports Study Group Conference, Tomar.
- Cardoso, J.L., 2015. “Gestão da segurança rodoviária por intervenções na envolvente”. Comunicação, Ciclo de Conferências sobre “Segurança e Cidadania”. A Segurança na Rede Rodoviária Nacional Medidas para a Redução da Sinistralidade. Escola da Guarda Nacional Republicana, 18 de Março.
- Roque, C., 2014. “Modelação da sinistralidade rodoviária: abordagens metodológicas e linhas de desenvolvimento futuro”. Workshop “Modelling Futures”. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Vieira Gomes, S., 2014. “Avaliação da influência da infraestrutura na segurança rodoviária em meio urbano”. 1as Jornadas de Sinalização, Segurança Rodoviária e Dano Corporal, promovidas pela AFESP – Associação Portuguesa de Sinalização e Segurança Rodoviária.
- Cardoso, J.L., 2013. “Intervenções para estradas mais seguras”. Seminário Internacional de Segurança Rodoviária. Segurança Rodoviária – situação atual e perspectivas futuras, Escola da Guarda, GNR.

- Outras participações em eventos:

- Participou-se na Comissão Científica da 14th GET *Annual Conference*, em 2017.
- Organizou-se em 2014 uma ação de formação, designada “Recomendações de segurança para a área adjacente à faixa de rodagem, implicações das normas CEN”. Esta ação de formação foi realizada na EP - Estradas de Portugal, SA numa parceria com o LNEC e o FUNDCIC.

3.4.5 Avaliação intercalar da linha L21

No período programático em apreço, a atividade incidiu sobretudo na consolidação dos resultados da atividade de investigação do período anterior e na prospeção da aplicabilidade das metodologias de observação desenvolvidas à resolução de questões de investigação relevantes da linha L21.

Desenvolveram-se processos para melhorar a calibração da microsimulação do comportamento do tráfego, tendo em vista a aplicação desta em estudos de segurança rodoviária, e analisaram-se as práticas internacionais nesta matéria. Realizaram-se estudos relativos à automatização da análise

custo-benefício de intervenções na área adjacente à faixa de rodagem para aplicação no contexto nacional.

Concebeu-se a arquitetura de um sistema de gestão das intervenções de segurança rodoviária na infraestrutura suscetível de ser aplicado na Rede Rodoviária Nacional e identificaram-se as principais questões de investigação no que se refere à análise da sinistralidade ao nível da rede rodoviária, à avaliação dos benefícios esperados das intervenções em locais específicos e à flexibilidade para incorporar a experiência obtida com a avaliação das intervenções que forem sendo realizadas. Nesta vertente, foi, também, analisada a informação existente e identificadas quer a informação relevante latente nas bases de dados rodoviárias quer as metodologias suscetíveis de a gerar a partir dos respetivos conteúdos.

No âmbito do projeto USE-IT foram identificados procedimentos e intervenções tendentes à melhoria dos níveis de segurança de operação, suscetíveis de serem transferidas de um modo de transporte para outro, bem como definidos objetivos comuns de investigação transversal.

No âmbito do projeto SaferAfrica acertaram-se os procedimentos a usar em avaliações de capacidade de macrogestão da segurança rodoviária de países do continente africano, iniciou-se o desenvolvimento de procedimentos para auditoria de transferibilidade de intervenções de segurança rodoviária e delinearam-se programas de formação em segurança rodoviária. Nesta última componente, é de salientar a elaboração de conteúdos para cursos de *e-learning* a disponibilizar mundialmente nas 3 línguas mais faladas do continente africano: inglês, francês e português.

Realizou-se importante atividade de recolha e síntese bibliográfica e desenvolveram-se esforços de procura de fontes de financiamento externas que, face ao quadro económico nacional, se focou nos programas nacionais e comunitários de financiamento competitivo de investigação ou de apoio à investigação.

O desenvolvimento das tarefas relacionadas com a modelação da sinistralidade foi condicionado não só pelo elevado empenhamento nas tarefas de preparação das candidaturas, mas também pela morosidade na obtenção do acesso aos dados sobre características da infraestrutura e sobre o tráfego, quer no respeitante à rede de autoestradas (solicitada ao IMT) quer no referente às estradas concessionadas à Infraestruturas de Portugal.

Não obstante, os dados recolhidos no âmbito de uma das teses de doutoramento desenvolvidas no LNEC, a par com os avanços mais recentes nas metodologias estatísticas aplicadas à informação registada sobre sinistralidade, permitiram o desenvolvimento de modelos matemáticos, quer não ordenados (*logit* multinomiais e *mixed logit*) quer ordenados (modelo das *chances* parcialmente proporcionais), usando a maior gravidade das lesões nos ocupantes de veículos despistados como variável de resposta. Assim, identificou-se um conjunto de fatores (associados à envolvente rodoviária e os seus utentes) estatisticamente relacionáveis com aquela gravidade. É de salientar que a elaboração de candidaturas em parceria com entidades nacionais gestoras de estradas contribuiu para a sensibilização destas para a relevância dos dados de que já dispõem e a possibilidade de os usar para gerar informação relevante para a sua atividade, bem como para as vantagens da obtenção

de dados adicionais, acerca das estradas e do seu tráfego. Tal ajudou à melhoria da informação acerca das características das autoestradas, que se prevê o IMT poderá disponibilizar brevemente. Os resultados positivos obtidos em algumas candidaturas também permitiram a retoma da inserção em consórcios internacionais com entidades relevantes na área de atuação do NPTS.

Apesar de lacunas importantes nos dados nacionais, mediante contactos internacionais foi possível aceder a informação proveniente de outros países e continuar a desenvolver ferramentas avançadas de análise qualitativa e quantitativa da sinistralidade. Estas metodologias são suscetíveis de aplicação futura ao País, logo que a informação nacional esteja disponível.

Face à intensa participação em estudos por contrato incidindo noutros domínios, foi necessário interromper a atividade diretamente ligada ao desenvolvimento da microsimulação na área da segurança rodoviária. É previsível que o decréscimo verificado no número de jovens investigadores dificulte a retoma dessa vertente da linha de investigação.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

3.4.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

Considera-se de elevado interesse a continuação da linha de investigação L21, quer pelo avanço científico que a abordagem analítica do fenómeno da sinistralidade poderá proporcionar quer pelo contributo que se espera para a eficiência das intervenções de segurança rodoviária na infraestrutura, quer ainda pela possibilidade de vir a obter-se financiamento, não só na fase de I&D mas também na de posterior aplicação das metodologias que vierem a ser elaboradas.

Com efeito, os objetivos gerais da linha de investigação e da temática em que se insere (TO2 – Operação eficiente e segura das redes de transporte) continuam pertinentes, atendendo não só à necessidade de melhorar o desempenho da rede viária nacional num quadro de orçamentos condicionados mas também às tendências de evolução negativa dos níveis de sinistralidade verificadas com a recente melhoria económica.

É de salientar que a promoção de níveis crescentes de automatização dos veículos automóveis coloca novos desafios à gestão das infraestruturas, proporcionando formas inovadoras de obtenção de informação acerca do funcionamento do sistema e do estado das infraestruturas, possibilitando a adaptação em tempo real da regulação do tráfego e obrigando a maior rigor na manutenção de equipamentos críticos. Trata-se de domínios até agora apenas indiretamente abordados no DT (designadamente na microsimulação para otimização de limites de velocidade variáveis) mas que convirá começar a acompanhar de forma mais determinada e intensa, para habilitar o LNEC a fundamentar apreciações que lhe venham a ser solicitadas sobre propostas de políticas públicas nacionais nesta área.

3.5 Mobilidade e segurança dos modos ativos de transporte (L22)

3.5.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L22 destina-se a aprofundar o conhecimento acerca da segurança dos modos ativos/modos suaves de transporte, tendo em vista o desenvolvimento de ferramentas de apoio à definição de intervenções na infraestrutura que promovam o uso destes modos de transporte e sejam compatíveis com a visão da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária.

Prevê-se que a transição para os modos ativos/modos suaves de transporte contribua para a diminuição do congestionamento, sendo certo que requer uma abordagem multidisciplinar integrando diversos aspetos, designadamente necessidades e limitações dos utentes, especificações para a configuração da infraestrutura e requisitos para o controlo da operação.

No âmbito de planos de mobilidade sustentada tem-se verificado crescente promoção da substituição da realização dos pequenos percursos urbanos usando veículos automóveis por outros modos em que o utente é mais ativo (bicicleta e deslocações a pé). Verifica-se, no entanto, que tais planos contemplam abordagens deficientes dos impactes na segurança rodoviária das alterações promovidas, desde logo por subavaliação da dimensão do problema no que se refere aos peões e ciclistas.

Com a atual distribuição modal do transporte, no período de 2012 a 2016, uma elevada percentagem dos acidentes e das vítimas registadas (70% dos acidentes corporais, 54% das vítimas mortais e 63% dos mortos e feridos graves) ocorreram em zonas urbanas. Os peões, ciclistas, crianças, idosos e outros grupos de utentes vulneráveis (UV) são particularmente afetados pela sinistralidade grave. Ao nível nacional, no mesmo período de 2012 a 2016, 23% dos mortos a 30 dias foram peões, 5% utentes de velocípedes e 8% de utentes de ciclomotores; as percentagens de mortos e feridos graves foram muito semelhantes às anteriores (respetivamente, de 21%, 5% e 9%).

São objetivos desta linha, a melhoria do conhecimento acerca da sinistralidade envolvendo UV, dos principais fatores de sinistralidade, das características das interações de tráfego envolvendo UV, bem como sobre o impacto na mobilidade e na segurança rodoviária de intervenções tradicionais e de ITS na envolvente rodoviária; bem como o desenvolvimento e teste de métodos inovadores de qualificação das infraestruturas para o tráfego de UV.

3.5.2 Projetos da linha de investigação L22

No período em apreço (2013-2017) não foram desenvolvidos projetos de investigação integrados na linha L22.

Não obstante, foi desenvolvida atividade em temas relacionados com esta linha, designadamente no âmbito do grupo de trabalho sobre utentes vulneráveis da rede da FERSI (Fórum Europeu de Institutos de Investigação em Segurança Rodoviária), no grupo de trabalho sobre segurança nos

transportes da ECTRI (Associação Europeia de Institutos de Investigação em Transportes), bem como na orientação da realização de teses de mestrado e na elaboração de artigos científicos.

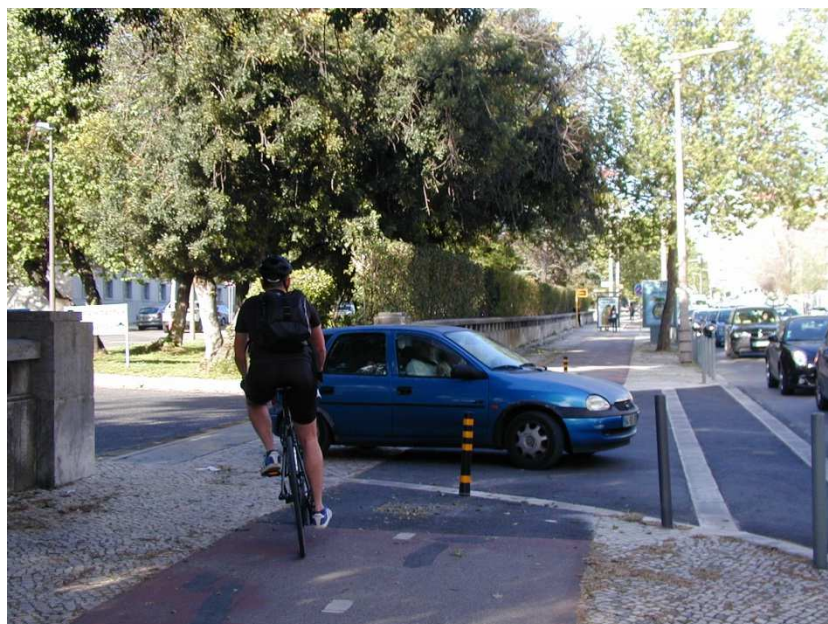


Figura 3.8 – Conceção da infraestrutura face às necessidades e limitações dos modos ativos de transporte e à promoção da sua mobilidade e segurança

3.5.3 Outras candidaturas de projetos submetidos na L22

Foi desenvolvida intensa atividade de preparação e submissão de propostas de projetos de investigação a programas de financiamento nacionais (FCT) e internacionais (H2020). Participou-se nas seguintes candidaturas de projetos a fontes de financiamento externo que, no entanto, não foram contempladas:

- Projeto ATTRACTIVE – “A Transition from Urban Congestion to Active Transport”. Este projeto de investigação e inovação (RIA) foi submetido ao tópico MG-5.3-2014 do H2020. A candidatura, com avaliação em duas fases, foi coordenada pelo TØI - Institute of Transport Economics da Noruega, contando com 15 parceiros.
- Projeto SAFESOL – “Safe Solutions for Vulnerable Road Users”. Este projeto de investigação e inovação (RIA) foi submetido ao tópico MG.3.4-2014 “Traffic safety analysis and integrated approach towards the safety of Vulnerable Road Users”, do H2020. A candidatura, com avaliação em duas fases, foi coordenada pelo TOI - Institute of Transport Economics, contando com 27 parceiros, incluindo o município de Lisboa.
- Projeto AMURE – “Modelação de acidentes em ambiente urbano”. Esta candidatura, submetida à FCT, foi desenvolvida em parceria com a Faculdade de Engenharia da

Universidade do Porto, contando com a colaboração do Texas Transportation Institute, dos EUA, e com o apoio da Câmara Municipal de Loures.

- Projeto ISMAT – “Modelação de intervenções para a segurança dos modos ativos de transporte”. Esta candidatura, submetida à FCT, foi desenvolvida em parceria com o IDMEC do IST e contava com o apoio da Câmara Municipal de Lisboa.
- Projeto NOPBIN – “Microsimulação de interações envolvendo peões e ciclistas baseada em observação naturalística”. Esta candidatura, submetida à FCT, foi desenvolvida em parceria com o LRST do IST e contava com o apoio da Câmara Municipal de Loures, do MIT e da empresa CardioID Technologies.
- Projeto SAURO – “Safer Users - safer ROads”. Este projeto de investigação e inovação (RIA) foi submetido ao tópico MG-3.5-2016 – “Behavioural aspects for safer transport” do H2020. A candidatura, com avaliação em duas fases, foi coordenada pelo “Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale” da Universidade de Florença, contando com 16 parceiros. O LNEC coordenava uma das oito tarefas científicas.

No âmbito das candidaturas efetuadas, refere-se também a participação em “Work Package” da candidatura descrita na L31 (seção 3.6.3) designada MOBICASCAIS, submetida à “*Urban Innovative Action*” da DG Regio pela Câmara Municipal de Cascais, que incluía tarefas da iniciativa do LNEC tendentes à avaliação completa da segurança de peões e ciclistas como condição indispensável para o acompanhamento adequado do desenvolvimento de programas de mobilidade urbana sustentável.

3.5.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L22

Na sequência da preparação de candidaturas a projetos de investigação com o Laboratório de Robótica e Sistemas em Engenharia e Ciência (LARSyS) do IST, colaborou-se no desenvolvimento conceptual da aplicação *Bike Monitor*, desenvolvida no LARSyS, para avaliação do risco percebido pelos ciclistas, baseada em *crowdsourcing* de indicadores físicos e fisiológicos (www.isr.ist.utl.pt/~manuel/smartbike).

Foi efetuada uma análise com o objetivo de investigar os fatores de risco associados aos vários níveis de gravidade sofridos por peões em acidentes rodoviários. Para o efeito foi utilizada uma base de dados georreferenciada dos acidentes rodoviários e vítimas ocorridos em Lisboa entre 2008 e 2011. Os fatores explorados incluíam dados sobre acidentes (atributos sazonais, atributos da infraestrutura e informações sobre acidentes), usos do solo e informações provenientes dos Censos. Encontra-se em preparação um artigo enquadrado nesta temática, com o título “*The severity analysis of pedestrian crashes in urban road networks: A case study of Lisbon, Portugal*”.

A atividade desenvolvida permitiu também apoiar a orientação de três teses de mestrado:

- Concluiu-se em 2017 a orientação da dissertação de mestrado do aluno Eduardo Vieira, “Prevalência do uso de dispositivos nomádicos em caminhada na cidade de Lisboa. Impacto nas interações de tráfego”, entregue e com discussão na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa marcada para 2018.
- Concluiu-se em 2013 a orientação da dissertação de mestrado da aluna Inês Vilela Pires, “A integração das vias cicláveis na rede rodoviária”, aprovada na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- Concluiu-se em 2017 a orientação da dissertação de mestrado do aluno Tiago Gaspar, “Levantamento e definição de indicadores de exposição pedonal a utilizar na modelação de acidentes rodoviários”, aprovada na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- Iniciou-se em 2017 a orientação da dissertação de mestrado da aluna Juliana Rossoni, “Risks involved in active transportation modes using different urban designs”, a ser submetida no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

A atividade desenvolvida deu origem a alguns documentos.

– Artigos publicados em revistas com revisão científica:

- Methorst, R., Eenink, R., Cardoso, J.L., Machata, K., Malasek, J. (2016). “*Single unprotected road user crashes: Europe we have a problem!*” *Transportation Research Procedia* 14 (2016), p2297-2305. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.246.

– Comunicações apresentadas em poster, em congressos internacionais:

- Methorst, R., Eenink, R., Cardoso, J.L., Machata, K., Malasek, J. “*Single unprotected road user crashes: Europe we have a problem!*” 6th Transport Research Arena, April 18-21, 2016.

– Comunicações apresentadas em pódio, em congressos nacionais:

- Pires, I.V., Vieira Gomes, S., 2016. “A integração das vias cicláveis na rede rodoviária. O caso particular dos acessos a parques, garagens e caminhos particulares”. 8^o Congresso Rodoviário Português, Lisboa.

– Apresentações orais por convite:

- Cardoso, J.L. (2017). “Gestão da intervenção de segurança em infraestruturas rodoviárias. Gestão do Risco”. III Conferência Municipal de Proteção Civil. Câmara Municipal de Sto. Tirso, março, 2017.

- Cardoso, J.L. (2017). “Mobilidade sustentável. Considerações acerca da abordagem holística do problema”. Ciclo Responsabilidade Social e Ética Mobilidade Sustentável. Infraestruturas de Portugal, Almada, outubro de 2017.

3.5.5 Avaliação intercalar da linha L22

No período programático em apreço (2013-2017), a atividade incidiu sobretudo na recolha e síntese bibliográfica tendo em vista a identificação de questões relevantes no sistema de transportes nacional suscetíveis de investigação, na identificação e conceção de ferramentas potencialmente úteis para os estudos a desenvolver e na procura de fontes de financiamento externas que pudessem apoiar a realização dos estudos nesta linha. Igualmente procuraram-se estabelecer quadros institucionais de colaboração na área emergente da segurança dos modos ativos de transporte.

Face aos resultados negativos das candidaturas não foram encetados projetos nesta linha. Da análise das respetivas avaliações considera-se, contudo, que os insucessos não se deveram a falta de interesse nas propostas submetidas ou a deficiências nos métodos de abordagem preconizados, mas decorreram, sobretudo, do quadro financeiro desfavorável no caso nacional, especialmente severo para instituições localizadas na Região de Lisboa e Vale do Tejo.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

3.5.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

Considera-se de elevado interesse a continuação dos objetivos da linha de investigação, quer pela atualidade do tema da segurança dos utentes vulneráveis quer pela necessidade de melhorar o conhecimento relativamente ao comportamento de deslocação de peões e ciclistas e às implicações desses aspetos na segurança da respetiva circulação.

Internacionalmente verificaram-se interessantes desenvolvimentos em ferramentas de caracterização e análise dos referidos comportamentos, em linha com as propostas de estudo submetidas mas que não tiveram sucesso. Verifica-se que algumas dessas ferramentas são acessíveis publicamente, podendo vir a revelar-se úteis nos estudos preconizados. Acresce que a participação do LNEC em redes de computação distribuída permitirá acesso aos meios de cálculo necessários para aplicação eficiente dessas ferramentas.

Justifica-se, pois, a elaboração e proposta de um projeto de investigação nesta linha, ainda que inicialmente apenas com verbas próprias do LNEC no âmbito do P2I, de modo a melhorar o conhecimento nesta área, crescentemente relevante, da mobilidade urbana e preparar convenientemente novas candidaturas a financiamento europeu e nacional de investigação científica e desenvolvimento tecnológico.

3.6 Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade urbana de baixo carbono (L31)

3.6.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L31 visa aprofundar o conhecimento sobre a mobilidade sustentável, novos serviços de mobilidade e outras medidas de transporte inovadoras de baixo teor de carbono, incluindo indicadores dos respetivos impactos ambientais.

Esta linha de investigação justifica-se pela importância da temática em que se insere (TO3 – Sistemas de transporte custo-eficazes e melhoria da mobilidade urbana) para as cidades e regiões, e está em linha com as principais estratégias europeias e nacionais na área dos transportes, ambiente e energia, visando, designadamente, a descarbonização dos transportes e uma mobilidade competitiva e eficiente na utilização de recursos. Refira-se que o Livro Branco dos Transportes da Comissão Europeia (“Roteiro do espaço único europeu dos transportes – Rumo a um sistema de transportes competitivo e económico em recursos”) propõe que até 2050 se eliminem das cidades os veículos com motores de combustão interna convencional, havendo que os substituir por tecnologias de baixo teor de carbono, de forma que a redução de gases com efeito de estufa (gee) seja de 60% comparativamente aos níveis verificados em 1990 (ou a uma redução de 70% comparativamente aos níveis verificados em 2008). No período intercalar até 2030, o referido Livro Branco propõe uma redução dos gee de cerca de 20% dos valores registados em 2008. Assim, é importante aprofundar o conhecimento sobre as medidas de transporte que podem contribuir de forma eficaz para a redução de emissões pretendida, visando obter um sistema de transportes sustentável e uma mobilidade urbana hipocarbónica.

3.6.2 Projetos da linha de investigação L31

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se dois projetos integrados nesta linha de investigação e foi concluído um outro projeto que foi iniciado no PIP anterior, descritos seguidamente.

Projeto OPTIMISM – “*Optimising Passenger Transport Information to Materialise Insights for Sustainable Mobility*” (concluído)

Projeto europeu (CSA) do Programa Transportes da Comissão Europeia, coordenado pela Coventry University, Reino Unido, envolvendo 12 parceiros (incluindo como “third parties” do FEHRL, o LNEC o IBDiM e o UCD). O projeto iniciou-se em outubro de 2011 e terminou em setembro de 2013, tendo transitado do PIP anterior (2009-2012).

Investigadora responsável: Elisabete Arsénio

Eixos Programáticos LNEC: E2 – Cidades e territórios: transportes e mobilidade; E5 – Instrumentos para a inovação.

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T2 – Novas tecnologias; T3 – Tecnologias da informação; T4 – Políticas Públicas.

Principais objetivos do projeto: O projeto OPTIMISM visou contribuir para um sistema de transporte mais sustentável na Europa, concentrando-se no estudo do comportamento do segmento relativo ao transporte de passageiros e à mobilidade nos vários modos de transporte (perspetiva multimodal). A mobilidade sustentável foi entendida como uma visão de longo prazo num contexto de mudanças contínuas, pelo que os objetivos específicos do projeto se podem enunciar como segue: a) Reunir, analisar e harmonizar as estatísticas nacionais sobre informação ao nível do transporte de passageiros (multimodal); b) Identificar e classificar os fatores que definem a procura de transporte e os diferentes tipos de viagem (natureza pendular ou funcional, lazer, etc.); c) Avaliar o impacto da co-modalidade e das tecnologias de informação na descarbonização do transporte de passageiros; d) Proceder à modelação da oferta de novos serviços que venham a incentivar mudanças de comportamentos; e) Desenvolver recomendações para estratégias, tecnologias e metodologias para a integração e otimização do sistema de transporte de forma a apoiar o objetivo da mobilidade sustentável.

Outros setores do LNEC envolvidos: Não houve.

Parceiros externos: O consórcio foi constituído pelos seguintes parceiros: Coventry University Enterprises Limited, FEHRL (University College Dublin, LNEC, IBDIM), CE Delft, ZHAW, Università Degli Studi di Roma, Joint Research Centre, Transport & Mobility Leuven, Signosis, DLR. Em Portugal, o projeto foi apoiado pela Autoridade Metropolitana de Transportes de Lisboa (AMTL) e pela Autoridade Metropolitana de Transportes do Porto (AMTP), na qualidade de “stakeholders”.

Taxa de execução em fins de 2017: 100%.

Projeto SOLUTIONS – “Sharing Opportunities for Low Carbon Urban Transportation” (concluído)

Projeto europeu (CSA) do Programa Transportes da Comissão Europeia, coordenado pelo Wuppertal Institute, envolvendo um consórcio de 23 parceiros. O projeto iniciou-se em maio de 2013, tendo sido concluído em dezembro de 2016. O relatório final do projeto foi aprovado pela comissão europeia no 1º trimestre de 2017. A participação do LNEC foi assegurada pelo DT/NPTS.

Investigadora responsável: Elisabete Arsénio

Eixos Programáticos LNEC: E2 – Cidades e territórios: transportes e mobilidade; E5 – Instrumentos para a inovação.

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T2 – Novas tecnologias; T3 – Tecnologias da informação; T4 – Políticas Públicas.

Principais objetivos do projeto: O projeto SOLUTIONS teve como objetivo apoiar as cidades no desenvolvimento de soluções inovadoras de transporte urbano, visando a mobilidade sustentável, abrangendo várias cidades (na Europa e fora da Europa). Apresentou o seu foco na mobilidade hipocarbónica (de baixo teor de carbono), abordando as soluções de mobilidade elétrica e novos serviços de mobilidade partilhados (incluindo soluções de transporte coletivo). O projeto deu particular ênfase ao intercâmbio de experiências e de boas práticas entre cidades europeias e da Ásia, América Latina e do Mediterrâneo. Incluiu a análise de intercâmbio de soluções entre cidades designadas “verdes e inovadoras” cobrindo medidas relativas ao transporte público urbano (soluções de BRT, etc.), às infraestruturas de transporte para os modos suaves (deslocações a pé e em bicicleta), à logística urbana, ao desenvolvimento de planos de mobilidade urbana sustentável, à gestão da mobilidade e de redes de transporte e aos veículos limpos (por exemplo, com utilização de tecnologias alternativas aos motores de combustão interna, tais como a tecnologia híbrida e elétrica e utilização de energias renováveis).

Outros setores do LNEC envolvidos: Não houve.

Parceiros externos: O consórcio foi constituído por vinte e três parceiros, incluindo institutos de investigação universitários em transportes (6), entidades internacionais na área dos transportes públicos e afins (5), associação europeia de universidades/institutos de investigação (1), empresas do setor dos transportes (2), associações internacionais de cidades e regiões (6), outras (3).

Taxa de execução em fins de 2017: 100%.

Projeto USE-iT – “Users, Safety, security and Energy in Transport infrastructure” (concluído)

Este projeto (CSA) foi financiado pela Comissão Europeia ao abrigo do programa transportes H2020, tendo sido coordenado pelo *Forum of European Highway Research Laboratories* (FEHRL).

O LNEC participou em vários *Work Packages* (WP), que cobriram outras linhas de investigação. O WP4 (*Carbon and energy; across transport modes*) relacionava-se integralmente com o âmbito da linha de investigação L31.

O projeto iniciou-se em maio de 2015 e teve a duração de 24 meses, tendo sido concluído com sucesso em abril de 2017.

Investigador(a) responsável: A participação global do LNEC no projeto USE-iT foi coordenada pelo DHA/NPE. A participação do DT/NPTS no WP4 esteve a cargo de Elisabete Arsénio.

Eixos Programáticos LNEC: E2 – Cidades e territórios: transportes e mobilidade; E5 – Instrumentos para a inovação.

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T2 – Novas Tecnologias; T4 – Políticas Públicas; T9- Indústria para a globalização.

Principais objetivos do WP4 do projeto: o WP4 do projeto USE-iT centrou-se na temática da redução de carbono e da eficiência energética nos vários modos de transportes (abordagem multimodal). Em síntese, foi analisado um acervo significativo de tecnologias, materiais e abordagens, tendo-se procedido à avaliação das mesmas de forma a atingirem os objetivos e metas traçadas, designadamente nas estratégias europeias de transporte e de energia; foram identificadas as barreiras, os desafios e oportunidades de desenvolvimento futuro das várias opções, incluindo a participação de “stakeholders” relativos a cada modo de transporte, o que permitiu identificar áreas prioritárias de investigação abrangendo vários modos de transportes.

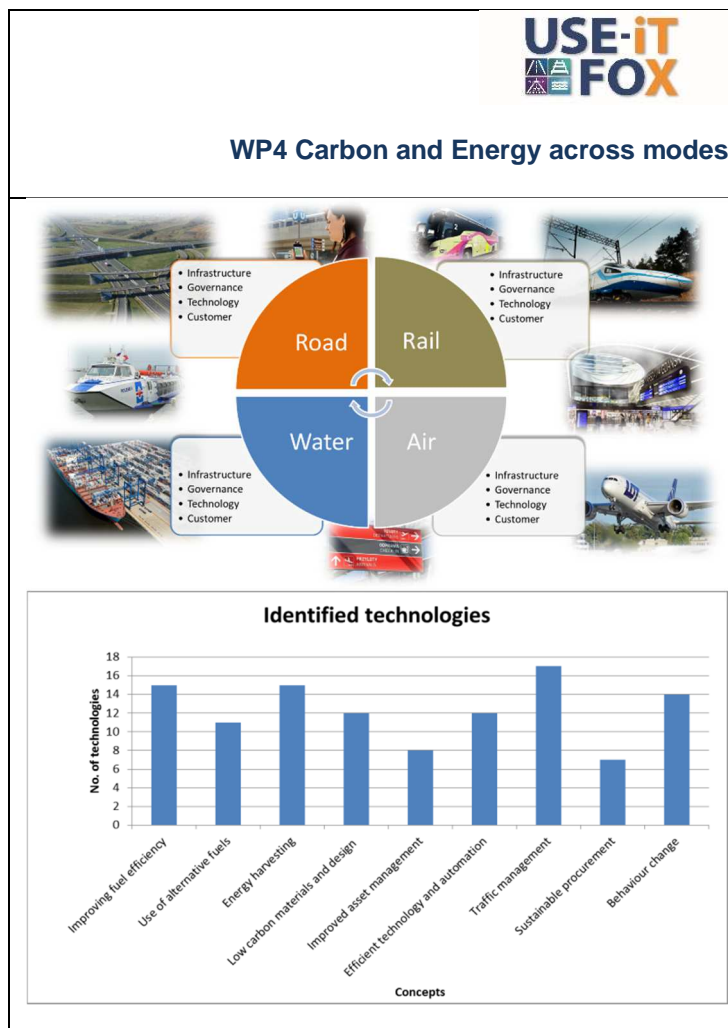


Figura 3.9 – Ilustração de aspetos estudados no WP4 do projeto USE-iT

Outros setores do LNEC envolvidos: DHA/NPE e DED/NUT.

Parceiros externos: FEHRL, AIT, EURNEX, IBDIM, IFSTTAR, STAC e TRL.

Taxa de execução em fins de 2017: 100%.

3.6.3 Outras candidaturas de projetos submetidas na L31

Além dos dois projetos concluídos já referidos na linha L31, o LNEC, através do DT/NPTS, participou e, em alguns casos, promoveu candidaturas de projetos a financiamento externo, designadamente no âmbito das atividades do grupo “Transport Economics and Policies” (ECOPOL) da ECTRI, de que o LNEC é membro, sendo o referido grupo coordenado pela investigadora Elisabete Arsénio:

- Projeto TOMORROW – *“Tools and policy guidelines for innovative ecofriendly mobility systems for the cities of tomorrow”*; candidatura submetida ao programa H2020 Transportes, RIA do tópico MG-5.1-2014 *“Transforming the use of conventionally fuelled vehicles in urban areas”* centrada em políticas de mobilidade urbana, visando a descarbonização do transporte, designadamente através de veículos elétricos (bicicletas elétricas, “car-sharing”, etc.) em cidades europeias. Esta candidatura foi coordenada pela MOV’EO em França. A candidatura foi aprovada/selecionada na 1ª fase avaliação. Não foi aprovada para financiamento na 2ª fase
- Projeto LIVINGPLANS – *“Smart, collaborative and data-driven sustainable urban mobility”*; candidatura submetida ao programa H2020 Transportes, RIA do tópico MG 5.4-2015 *“Strengthening the knowledge and capacities of local authorities”*. Esta candidatura foi coordenada pela ETRA Investigación y Desarrollo, S.A com apoio do Centro de Inovação em Transportes de Barcelona. A candidatura foi aprovada/selecionada na 1ª fase de avaliação. O LNEC figurava como coordenador de tarefas de investigação e desenvolvimento relativas ao caso de estudo em Portugal (em articulação com as Câmaras Municipal de Águeda e de vários municípios da região do Algarve), tendo-se previsto a colaboração do DHA/GTI. Na 2ª fase do concurso, a candidatura não foi recomendada para financiamento.
- Projeto NBC Forum - *“Nature Based Solutions Forum”*; candidatura de Coordination and Support Action (CSA) à Call H2020-SC5-2016 *“Greening the Economy”*, tópico *“Multi-stakeholder dialogue platform to promote innovation with nature to address societal challenges”*, coordenada pelo Consiglio Nazionale delle Ricerche de Itália e que envolveu um consórcio de 24 parceiros, incluindo o LNEC. A coordenação do LNEC esteve a cargo do IC João Paulo Lobo Ferreira, e envolveu uma equipa multidisciplinar de investigadores dos vários departamentos, incluindo o DT/NPTS. Foi prevista a coordenação pelo LNEC de caso de estudo, que poderia incluir, entre outras propostas, soluções de transporte descarbonizadas (p. ex. a aplicar na cidade de Lisboa), alinhadas com aspetos da L31. Após a avaliação, a proposta ficou na lista de

reserva da CE (“Reserve List”), aguardando financiamento que não veio a ser confirmado.

- Projeto FUTURE4TRANSPORT - ” *Future research needs and priorities for transport*”; candidatura de Coordination and Support Action (CSA) ao programa H2020 Transportes ao tópico MG 8.7-2017 “Future transport needs and priorities in the area of transport”, coordenada pela Universidade de Newcastle (UNEW) que envolveu cinco Institutos de Investigação da ECTRI e a Associação Europeia de Veículos Elétricos, Híbridos e a Células de Combustível. O LNEC figurava como membro associado da ECTRI e coordenador de uma tarefa de investigação. A candidatura de CSA passou o “*threshold*” mas não obteve financiamento.
- Projeto i-MAAS - “*Inclusive Mobility, Accessible and Affordable Services*”, candidatura ao programa H2020 Transportes, RIA do tópico MG 8.4-2017 “Improving accessibility, inclusive mobility and equity: new tools and business models in public transport prioritized areas”. Esta candidatura foi promovida no âmbito das atividades do Grupo ECOPOL da ECTRI, tendo envolvido um consórcio de 21 parceiros e 26 entidades que apoiavam o projeto, sob a coordenação global do CENIT. O LNEC figurava como coordenador do laboratório colaborativo de inovação proposto em Portugal. Para além do DT/NPTS o NTIEC participou nesta candidatura que passou o “*threshold*” mas não obteve financiamento.
- Projeto exploratório de ID&I designado “*Collaborative Transportation Information Systems across Cities for Sustainable Mobility*”/Sistemas Colaborativos de Informação nos Transportes entre Cidades para a Mobilidade Sustentável; proposta submetida a concurso promovido pela FCT-Programa MIT 2017 na área dos “Sistemas de Transportes Sustentáveis”. Para além do DT/NPTS contava-se com a colaboração do NTIEC e da FEUP, e o apoio do MIT dos Estados Unidos. A proposta não foi recomendada para financiamento.
- Coordenação e desenvolvimento do Work Package (WP) “Sustainable Urban Mobility Planning” (SUMP/Integrated Planning)” no âmbito da candidatura MOBICASCAIS da Câmara Municipal de Cascais (CMC), submetida ao programa “Urban Innovative Actions” (UIA) na área da mobilidade sustentável. Na avaliação da proposta submetida pela CMC, verificou-se que a candidatura global não obteve financiamento, tendo, no entanto, o referido WP a cargo do LNEC merecido comentários positivos dos avaliadores.

3.6.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L31

A atividade desenvolvida permitiu enquadrar a elaboração e orientação de várias dissertações de mestrado, três acolhidas no LNEC:

- Rui Pereira Lourenço (acolhido no LNEC/DT/NPTS) no tema “Avaliação dos Potenciais Benefícios para a Saúde associados à Utilização Regular de Modos Suaves de Transporte. Um caso de estudo na cidade de Viana do Castelo”, do mestrado integrado em engenharia civil, aprovada em 2013 na Universidade do Minho.
- Joana Vasconcelos Dias (acolhida no LNEC/DT/NPTS) no tema “Desenvolvimento de Modelos de Regressão Logística para a Avaliação de Novas Tecnologias de Mobilidade Urbana”, do mestrado em estatística e investigação operacional, aprovada em 2015 na Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- Bruno da Silva Lopes (acolhido no LNEC/DT/NPTS) no tema “Soluções Tecnológicas para o Transporte Urbano Visando a Descarbonização do Setor”, aprovada em 2016 na Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Orientação do projeto final/mestrado integrado dos alunos Frederico Ferreira e Paulo Almeida do IPL no tema “Gestão eficiente de energia em bicicletas elétricas: um caso de estudo no município de Águeda”, aprovado em 2017 pelo Instituto Politécnico de Leiria.

A atividade desenvolvida deu origem a diversos documentos, como sejam:

– Relatórios publicados:

- Peeling, J.; Reeves, S.; Lamb, M.; Arsénio, E.; Bidnenko, N.; Leal, D.; Saleh, P.; Spicka, L.; Warner, H; Zofka, E. (2015). “*Preliminary report on energy efficiency and carbon intensity based on investigation across modes and domains*”, Relatório para a Comissão Europeia, Deliverable do Work Package 4 da CSA USE-iT: Users, Safety, Security and Energy in Transport Infrastructure, dezembro de 2015.
- Reeves, S.; Peeling, J.; Lamb, M.; Arsénio, E.; Bidnenko, N., Saleh, P.; Carlson, A.; Chen, M.; Saleh, P.; Spicka, L.; Steinicke, W.; Zofka, E. (2016). “*Report on common research challenges regarding energy efficiency and carbon intensity*”, Relatório para a Comissão Europeia, Deliverable do Work Package 4 da CSA USE-iT: Users, Safety, Security and Energy in Transport Infrastructure, novembro de 2016.

- OPTIMISM Final Report – Final Deliverable for the European Commission, setembro de 2013 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
 - SOLUTIONS D3.1 - *Feasibility studies for Cochin (India), Kocaeli (Turkey) and Belo Horizonte (Brazil)*, Deliverable do WP3 para a Comissão Europeia, julho de 2015 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
- Outros documentos de projetos europeus publicados
- SOLUTIONS Factsheet 1.5. – “*Electric and hybrid public transport*”, Deliverable para a CE, dezembro 2016 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
 - SOLUTIONS Factsheet 1.9. – “*Integrated Fare Systems*” (Sistemas de tarifário integrados), Deliverable para a CE, dezembro 2016 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
 - SOLUTIONS Factsheet 1.12 – “*Bicycle sharing and public bicycle systems*”, Deliverable para a CE, dezembro 2016 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
 - SOLUTIONS Factsheet 4.3 – “*Selecting measures for SUMPS*”, Deliverable para a CE, dezembro 2016 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
 - SOLUTIONS Factsheet 4.4 – “*Monitoring and Evaluation of SUMPS*”, Deliverable para a CE, dezembro 2016 (coautora do LNEC: Arsénio, E.).
- Artigos publicados em revistas com revisão científica:
- Arsénio, E.; Dias, J.V.; Azeredo Lopes, S.; Pereira, H. (2017) – “*Assessing the Market Potential of Electric Bicycles and ICT for low carbon school travel: a case study in the smart city of Agueda*”, *Transportation Research Procedia* 26C, pp. 120-131. DOI:10.1016/j.trpro.2017.07.013
 - Arsénio, E.; Martens, K.; Di Ciommo, F. (2016) – “*Sustainable Urban Mobility Plans: bridging climate change and equity targets?*” *Research In Transportation Economics*, DOI: 10.1016/j.retrec.2016.04.008.
 - Coppola, P. and Arsénio, E. (2015) – “*Driving Societal Changes Towards an Electromobility Future*”, *European Transport Research Review Journal*, Topical collection, 7-37pp, November 2015.
 - Prata, J.; Arsénio, E.; Pontes, J.P. (2015) – “*Setting a city strategy for low carbon emissions: the role of electric vehicles, renewable energy and energy efficiency*”, *International Journal for Sustainable Development and Planning*, volume 10 (2), 190-202.

- Capítulos de livro, com arbitragem científica:
 - Arsénio, E. and Ribeiro, P. (2015) – “*The Economic Assessment of Health Benefits of Active Transport*”, in Attard, M. and Shifan, Y. (ed.) *Sustainable Urban Transport (Transport and Sustainability, Volume 7)* Emerald Group Publishing Limited, pp.1 – 22. (ISBN: 978-1-78441-616-4 e ISBN: 978-1-78441-615-7).

- Comunicações apresentadas em pódio, em congressos internacionais com arbitragem científica:
 - Heddebaut, O.; Arsénio, E.; Coelho, J. (2017) – “*Sharing Experiences on Sustainable Urban Mobility Plans: the case of Lille Metropolitan Area and the Algarve Poly-centric Region*”, 45ª Conferência Europeia de Transportes/European Transport Conference 2017, 4-6 October, Barcelona.
 - Arsénio, E.; Arioli, M.; Amaral, M.; Lah, O.; Caccia, L. (2016) – “*Using the sustainable mobility planning tool to accelerate urban sustainability transitions: sharing experiences between Europe and Latin America*”, 8th European Conference on Sustainable Cities & Towns, Innovation Market session, 27-28 April, Bilbao.
 - Arsénio, E.; Dias, J.V.; Azeredo Lopes, S.; Pereira, H. (2016)- “*Assessing the Market Potential of Electric Bicycles and ICT for low carbon school travel: a case study in the smart city of Agueda*”, 44ª Conferência Europeia de Transportes/European Transport Conference 2016, Barcelona, Spain.

- Comunicações apresentadas em poster, em congressos internacionais com arbitragem científica:
 - Prata, J. e Arsénio, E. (2014) – “*Cost-benefit analysis of Future Vehicle Technologies: exploring electric vehicles schemes and intermodality in Lisbon*”, Scientific Paper accepted for STS28 Energy Management - Improving Energy Efficiency, TRA2014 – Transport Research Arena, Paris.

- Comunicações apresentadas em encontros científicos nacionais com arbitragem científica.
 - Arsénio, E.; Ribeiro, P.; Coelho, J. (2016) – “*Health Cost-Benefit Appraisal of Cycling: shaping a network of cities for active lifestyles*”, Scientists for Cycling Colloquium, novembro, Universidade de Aveiro.

- Comunicações apresentadas em pódio em encontros científicos nacionais por convite.
 - Arsénio, E. (2017) – “*Smart Mobility: Dynamic accessibility-equity and affordability indicators*” (temática: Mobilidade inteligente: indicadores dinâmicos de acessibilidade-

equidade e de comportabilidade do serviço de transporte público em termos de custos para os grupos vulneráveis); Next MOV – Smart Region Summit, Mobilidade do futuro e transformação digital, sessão Novas Organizações na Mobilidade, autódromo internacional do Algarve, Portimão, maio de 2017.

- Arsénio, E. (2014) – “Projetos de I&D na área dos transportes visando a mobilidade sustentável”, 10º Ciclo de Conferências sobre Ambiente e Qualidade de Vida, sessão temática Mobilidade Sustentável, Câmara Municipal de Torres Vedras, maio de 2014.
- Arsénio, E. (2014) – “Projeto de I&DT Be4Schools”; Seminário – Os Novos Desafios dos Transportes e Mobilidade e a Mobilidade Suave, Câmara Municipal de Águeda, evento inserido na Semana Europeia da Mobilidade, setembro de 2014.

– Organização/Coorganização de eventos científicos:

- Participou-se no comité científico e na coorganização do evento internacional “Next.Mov: Smart Region Summit” no tema da “Mobilidade e Transformação Digital”, maio de 2017, Portimão, com a coordenação global da AMAL e CCDR do Algarve.
- Participou-se em 2014 no 6º ano consecutivo na Presidência do Comité Científico “Planning for Sustainable Land Use and Transport” (PSLUT)/Planeamento de Transportes e Usos do Solo Sustentáveis, no âmbito da Conferência Europeia de Transportes/European Transport Conference (ETC 2014, Frankfurt, DE), com organização de sessão temática.
- Coorganização em 2015, 2016 e 2017 de três seminários de investigação no âmbito das atividades de coordenação do grupo “Transport Economics and Policies” da ECTRI, realizados em paralelo às reuniões anuais do grupo de investigadores que decorreram nas instalações da ECTRI em Bruxelas.
- Organização de sessões temáticas no âmbito do Comité Científico “Transport Economics, Finance and Appraisal” da Conferência Europeia de Transportes, em 2016 e 2017.

– Cursos ministrados no âmbito dos projetos de investigação

- Participação docente do LNEC no curso “online” do projeto SOLUTIONS, no tema “Planos de Mobilidade Urbana Sustentável”, entre fevereiro e março de 2015. O curso funcionou remotamente através de plataforma acessível aos alunos mediante inscrição prévia e aprovação.

3.6.5 Avaliação intercalar da linha L31

Da atividade realizada na L31 no período programático 2013-2017, sobressai o número de publicações científicas que foram sujeitas à arbitragem científica. Considerando que a equipa de investigação do LNEC na L31 foi constituída apenas por uma investigadora, verificou-se uma elevada produtividade, já que conduziu a resultados quantitativos como os seguintes: orientação de três teses de mestrado acolhidas na totalidade ou parcialmente no LNEC e de uma coorientação externa da dissertação/ projeto final de curso de mestrado integrado de dois alunos, quatro relatórios para a Comissão Europeia, um capítulo de livro, quatro artigos publicados em revistas internacionais com arbitragem científica, quatro comunicações apresentadas em congressos internacionais e outra em poster e três comunicações por convite apresentadas em eventos de transporte e mobilidade nacionais.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação.

Assinala-se a conclusão com sucesso, até 2017, de dois projetos e tarefas associadas (projeto SOLUTIONS e o WP4 do projeto USE-iT) que permitiram consolidar o conhecimento sobre soluções de transporte inovadoras já aplicadas em cidades europeias e futuras tecnologias que se prevê aplicar em cidades na Europa e fora da Europa (Brasil, China, Índia) para a descarbonização da mobilidade urbana, sendo que da participação no WP4 do projeto USE-iT decorreu um convite à investigadora responsável por parte do LNEC para integrar uma comissão técnica de peritos externos na área em causa. Enquadrado pelo projeto SOLUTIONS, concretizou-se um estudo inovador em Portugal cujos resultados foram publicados em revista internacional. Este estudo contou com o apoio da Câmara Municipal de Águeda na aplicação dos inquéritos de preferência declarada desenvolvidos, e incluiu tarefas de modelação matemática (modelos de escolha discreta) quer para avaliação de comportamentos relativos à escolha modal, envolvendo a bicicleta elétrica na mobilidade de alunos no percurso casa-escola, quer para avaliação de atributos relativos às respetivas características da infraestrutura e da mobilidade.

É também de relevar a preparação e submissão, em simultâneo, de várias candidaturas coordenadas por membros da ECTRI, submetidas a financiamento externo, as quais contudo não tiveram sucesso, apesar da maioria ter sido aprovada na 1ª fase onde se aplicam critérios de excelência científica e de impacto. Assinalam-se ainda os aspetos positivos e motivadores da participação de várias entidades externas, internacionais e nacionais (que incluíram várias Câmaras Municipais do País e operadores de transporte), a par das profícuas colaborações internas havidas com investigadores de outros setores do LNEC (NTIEC, DHA/NPE, DHA/GTI, DED/NUT, etc.).

Em contrapartida, face ao elevado número de convites para participar em candidaturas na linha de investigação L31, registado nos últimos dois anos, considera-se que a não existência de um bolseiro de investigação LNEC afeto à linha de investigação, veio a condicionar de forma negativa a possibilidade de incrementar a resposta e o desenvolvimento de mais atividades.

3.6.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

Nas estratégias europeias mais recentes, designadamente a estratégia europeia para a mobilidade com baixas emissões, publicada em 2016, nota-se a continuidade do objetivo da descarbonização da mobilidade, já previsto no Livro Branco dos Transportes da Comissão Europeia (veículos com baixas emissões e emissões zero, utilização de combustíveis alternativos, etc.), com desafios concretos ao nível da investigação na área da mobilidade sustentável. É ainda de relevar nessas estratégias o papel que é atribuído às cidades e às autoridades locais que, em cooperação com institutos de investigação em transportes em cada contexto, são chamadas a testar e demonstrar novos conceitos e serviços de mobilidade nos próximos anos. Esta preocupação é comum ao Governo de Portugal que já lançou um programa de laboratórios vivos em cidades para a descarbonização, com o financiamento de várias ações. Neste aspeto salientam-se as cooperações positivas que já se verificaram com vários municípios, através de candidaturas que tiveram elevada receptividade. Todavia, apesar das candidaturas (coordenadas por entidades externas) em que o LNEC participou terem passado o “*threshold*” não obtiveram financiamento pela CE, o que constitui uma barreira a ultrapassar através de novas estratégias e lideranças de consórcios a partir de 2018.

Dada a importância da temática ao nível europeu (visível pelos tópicos a concurso já abertos no último trimestre de 2017 no programa H2020 na área dos transportes), prevê-se a participação do LNEC em nova candidatura de projeto a submeter no primeiro trimestre de 2018, em parceria com outros institutos de investigação em transportes, promovida pelo grupo de “*Transport Economics and Policies*” (ECO POL) da ECTRI, onde se procurará angariar financiamento, viabilizando a continuidade da linha L31, desejavelmente com o reforço da equipa de investigação interna com um formando nos domínios da mobilidade sustentável e tecnologias de informação, e reforçando igualmente a cooperação com o Núcleo de Tecnologias de Informação em Engenharia Civil (NTIEC) do LNEC. Prevê-se também selecionar um ou mais município em Portugal e retomar a cooperação já havida em candidatura anterior de projeto de investigação e inovação.

Face ao exposto, considera-se que há manifesto interesse para o LNEC e para o País em prosseguir, no período 2018-2020, esta linha de investigação. Para esse efeito deverá ser equacionado o reforço dos meios humanos disponíveis nesta área de competência, em conjugação com o referido na linha L32 (ver 3.7.6).

3.7 Avaliação de sistemas de transportes, intermodalidade/multimodalidade e equidade social (L32)

3.7.1 Caracterização sumária

A linha de investigação L32 centra-se na avaliação de sistemas de transportes com enfoque na intermodalidade/multimodalidade e equidade social, visando a obtenção de padrões de mobilidade mais sustentáveis para o transporte de passageiros e de mercadorias. Atualmente a repartição modal em vários Estados-Membros, incluindo Portugal, mostra que o transporte rodoviário é o modo dominante, conduzindo a significativos custos externos ainda não internalizados no mercado de transportes. Assim, é necessário promover a transferência de tráfego de passageiros e de mercadorias para outros modos de transporte mais sustentáveis com a consequente redução dos custos externos (incluindo as externalidades ambientais).

Os sistemas de transportes enquanto fornecedores de serviços essenciais à sociedade e suporte da atividade económica estão no centro de grandes desafios em matéria de sustentabilidade, como seja o combate às alterações climáticas, a eficiência energético-ambiental, a saúde pública, a equidade social, a competitividade económica e a utilização mais eficiente de recursos. Na prática, a conciliação destas dimensões constitui um problema complexo na área dos sistemas de engenharia civil. Assim, é necessário explorar métodos e técnicas avançadas, a aplicar em cada contexto (urbano, interurbano, etc.), designadamente através de modelação e análise comportamental de sistemas de transportes (p. ex. através da modelação das escolhas de modos de transporte) que permitam construir soluções alternativas de menores externalidades, incluindo soluções combinadas de transporte ao longo da cadeia logística e soluções de partilha de viaturas combinada com o transporte coletivo.

3.7.2 Projetos da linha de investigação L32

No período em apreço (2013-2017) desenvolveram-se dois projetos integrados nesta linha de investigação, descritos seguidamente.

Projeto COST-TREND – “COSTs of transport TRENDS in Portugal: the role of environmental externalities and industrial location” (concluído)

Este projeto, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), transitou do anterior programa de investigação do LNEC (PIP 2009-2012). A sua componente científica foi concluída em dezembro de 2013, com a submissão dos relatórios finais (2 volumes). Os relatórios e a demais produção científica que resultaram do projeto foram aprovados pela FCT em 2014. Este projeto constituiu uma parceria entre o LNEC, que coordenou, e o ISEG.

Investigadora responsável: Elisabete Arsénio

Eixos Programáticos LNEC: E2 – Cidades e territórios: transportes e mobilidade; E5 – Instrumentos para a inovação.

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T4 – Políticas Públicas; T5 – Coesão social e territorial.

Principais objetivos do projeto: O projeto COST-TREND teve como objetivo avaliar as tendências futuras sobre os custos e benefícios de novas tecnologias de transporte, do transporte intermodal e de novos serviços de mobilidade partilhados (com utilização de veículos elétricos e incorporação de energia renovável). No projeto desenvolveram-se vários casos de estudo aplicados à realidade da mobilidade de passageiros em cidades portuguesas (Lisboa, Aveiro, Águeda) e, ainda, no âmbito do transporte de mercadorias, com enfoque no transporte intermodal centrado no Porto de Sines (avaliação de cenários intermodais abrangendo todos os modos de transporte).

Outros setores do LNEC envolvidos: Não houve.

Parceiros externos: ISEG

Taxa de execução em fins de 2017: 100%.

Projeto “*Transport Equity Analysis: assessment and integration of equity criteria in transportation planning (2013-2017)*” (concluído)

Este projeto deu suporte à participação do LNEC numa ação COST na área dos transportes e desenvolvimento urbano (TU 1209), financiada pelo “European Cooperation in Science and Technology”, cuja candidatura foi promovida pelo grupo ECOPOL da ECTRI.

Investigador(a) responsável: Elisabete Arsénio (representante de Portugal e do LNEC no Comité Permanente de Gestão da ação COST e coordenadora do grupo de trabalho 3).

Eixos Programáticos LNEC: E2 – Cidades e territórios: transportes e mobilidade; E5 – Instrumentos para a inovação.

Temáticas prioritárias LNEC: T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T4 – Políticas Públicas; T5- Coesão social e territorial.

Principais objetivos do projeto: O projeto centrou-se na avaliação de equidade em planos e projetos de transporte (teoria e prática), incluindo medidas visando a promoção da acessibilidade, acesso ao transporte coletivo por grupos vulneráveis da população (com baixo rendimento, mobilidade reduzida, diferentes etnias, etc.) e reformas no modelo tarifário. No grupo de trabalho 3 (Figura 3.10), foram analisados estudos de análise custo-benefício de planos e projetos de transporte, estudos de acessibilidade e modelos tarifários do transporte público em vários países, bem como as metodologias que foram aplicadas para avaliar o impacto social das reformas de modelos de tarifação do transporte coletivo

Outros setores do LNEC envolvidos: Não houve.

Parceiros externos (grupo principal na proposta financiada/“Core group”): UPM, UPC-CENIT, IFFSTAR, Technion, Universidade de Leeds, DTU, CEHRT-HIT, Radboud University Nijmegen.

Taxa de execução em fins de 2017: 100%.

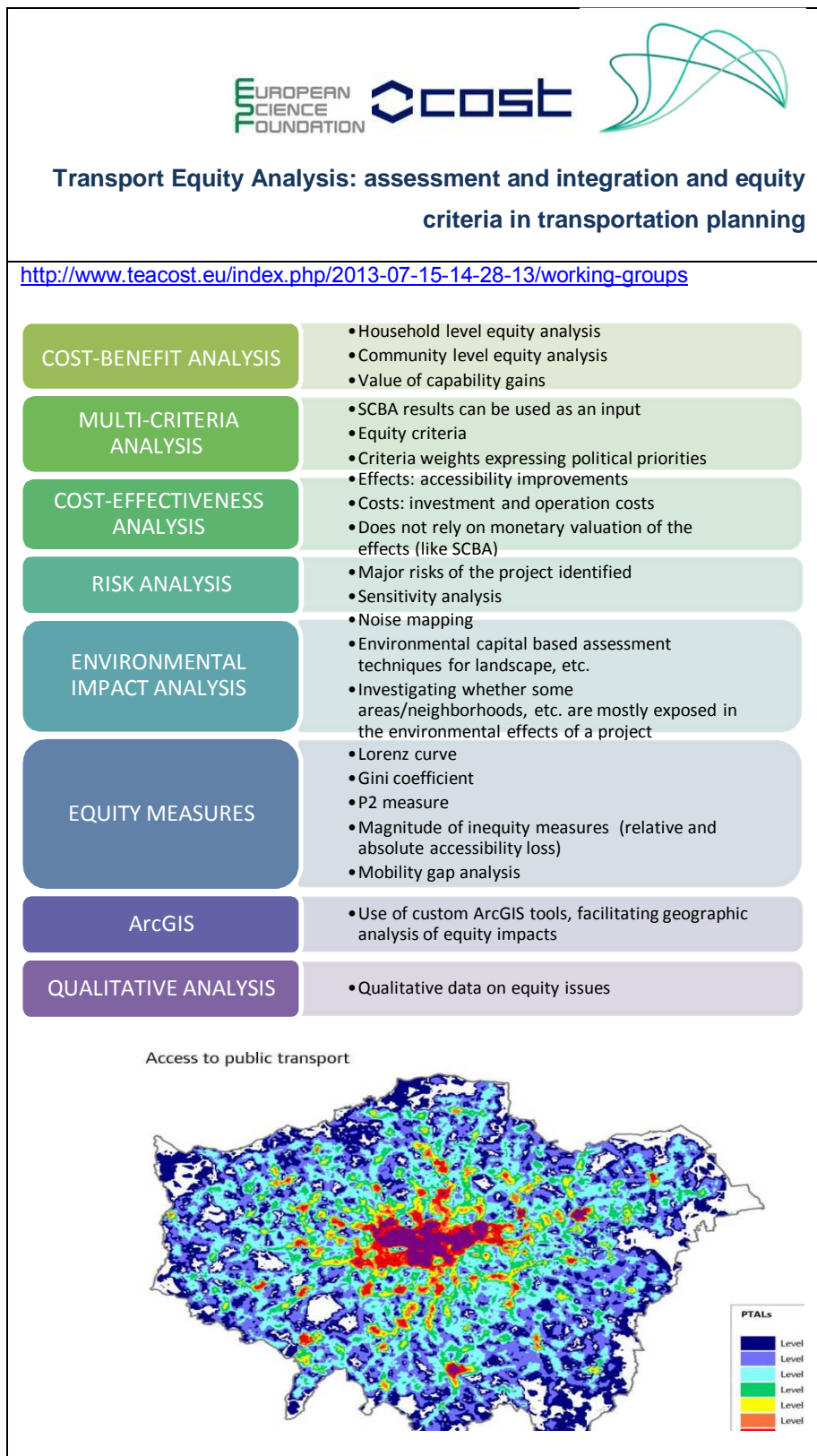


Figura 3.10 – Ilustração de aspetos estudados no grupo de trabalho 3 da Ação COST

3.7.3 Outras candidaturas de projetos submetidos na L32

Além dos dois projetos concluídos na linha L32, referidos na seção 3.7.2, o LNEC, através do DT/NPTS, participou noutras candidaturas:

- Projeto CARBON-SEAPORTS – “Otimização do transporte intermodal de mercadorias visando a redução de custos relativos à pegada de carbono em portos e respetivos “hinterlands”; candidatura de projeto de investigação à FCT, submetida em janeiro de 2015. A entidade proponente foi o LNEC (DT/NPTS). A candidatura envolveu uma parceria com o ISEG e a FEUP (instituições participantes) e a colaboração do NPE/DHA. Contou ainda com o apoio da Administração do Porto de Sines e do Algarve SA. O projeto não foi aprovado para financiamento
- Projeto I-PERFORM – “*Intermodal Performance and Mobility Tools for Equitable MED cities*”; candidatura de projeto de investigação, realizada em 2015, ao programa MED 2014-2020, coordenada pelo Centro de Inovação em Transportes de Barcelona, em que o LNEC (DT/NPTS) participou como parceiro do consórcio. O objetivo do projeto tinha como foco as soluções intermodais de transporte público (TP) de passageiros, contando com um caso de estudo em Portugal para a implementação de um sistema de tarifação inteligente em duas linhas do serviço de TP urbano no município de Loulé, para além de outros em cidades do Mediterrâneo (Espanha, Itália, Grécia, Malta). A candidatura passou os critérios de elegibilidade da 1ª fase, mas não foi recomendada para financiamento.

3.7.4 Principais resultados obtidos em 2013-2017 na linha L32

A atividade desenvolvida permitiu enquadrar alunos de doutoramento e outros investigadores que foram acolhidos no LNEC para o efeito, como sejam:

- Em 2014, acolhimento da investigadora, Professora Elizabetta Venezia da Universidade de Bari, Itália (Bolsa COST 1209 Short Term Scientific Mission).
- Em 2016, acolhimento do aluno de doutoramento Jeroen Bastiaanssen do Israel Institute of Technology-Technion, Israel (Bolsa COST 1209 Short Term Scientific Mission)
- Em 2016, acolhimento da investigadora, Professora Elizabetta Venezia da Universidade de Bari, Itália (Bolsa COST 1209 Short Term Scientific Mission)
- Em 2017, acolhimento do Professor Karel Martens, especialista em transportes e equidade social, Israel Institute of Technology -Technion, Israel (Bolsa COST 1209 Short Term Scientific Mission)

- Em 2017, acolhimento da aluna de doutoramento Laura Machado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para elaboração de caso de estudo no âmbito dos planos de mobilidade urbana sustentável e equidade social.

Por outro lado, a investigadora responsável foi convidada a participar como membro do Júri e arguente das seguintes teses de doutoramento relacionadas com as temáticas dos projetos descritos em 3.7.2:

- “*Assessing Social and Distributional Impacts of Transportation Policies for Optimizing Sustainability*”, Universidade Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, em maio de 2017;
- “*Roll-on Roll-off terminals and truck freight. Improving competitiveness in a motorways of the sea context*”, Universidade Politécnica da Catalunha (UPC-BarcelonaTech), em maio de 2016.

A atividade desenvolvida no âmbito dos projetos de investigação concretizados deu origem a diversos documentos que se referem em seguida.

- Relatórios de investigação publicados:

- Arsénio, E.; Pontes, J.; Prata, J. Zawiseka, J. (2013) – “Tendências futuras sobre os custos do transporte de passageiros”; relatório final no âmbito do projeto de I&D COST-TREND, Relatório científico para a FCT, vol. I, dezembro de 2013.
- Arsénio, E.; Pontes, J.; Prata, J. (2013) - “Transporte Intermodal de Mercadorias: um caso de estudo”; Relatório final no âmbito do Projeto de I&D COST-TREND, Relatório científico para a FCT, vol. II, dezembro de 2013.
- Psarra, T; Ryan, J.; Shiftan, Y.; Di Ciommo, F.; Martens, K.; Wrestand, A.; Coppola, P.; Dupont, A.; Arsenio, E.; Venezia, E. (2017). “*Guidelines & Roadmap for Equity Planning*” (2017), Relatório científico para o European Cooperation in Science & Technology COST, Bruxelas.

- Relatórios de investigação premiados:

- Arsénio, E.; Prata, J. (2014) - “Avaliação de cenários intermodais de transporte para o Porto de Sines: uma oportunidade para o transporte marítimo de curta distância?”; Prémio Ensaio Porto de Sines – Menção Honrosa, dezembro de 2014

- Artigos publicados em revistas com arbitragem/revisão científica:

- Prata J. and Arsénio, E. (2017) - “*Assessing intermodal freight transport scenarios bringing the perspective of key stakeholders*”; Transportation Research Procedia 25 C, pp. 900-915. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.465

- Comunicações apresentadas em pódio, em congressos internacionais com arbitragem científica:

- Arsénio, E.; Nahmias-Biram, B.; Shiftan, Y. (2014) - *“Equity in Public Transport: An intractable policy problem or a set of methodological challenges?”*, em Atas do XVIII Congresso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transportes y Logística (PANAM 2014), ISBN 978-84-617-0085-1, Universidade de Cantabria: Santander, dezembro 2014. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.179.
- Prata, J. and Arsénio, E. (2014) - *“Assessment of Intermodal Freight Transport Costs”*; em Proceedings of the European Transport Conference 2014, Freight and Logistics, Frankfurt (ISSN 2313-1853).
- Venezia, E. and Arsénio, E. (2015) - *“Reconsidering social equity in urban transport choices: putting women and the elderly in the mobility agenda”*; Proceedings from the 14th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2015), IST, 28-31 julho, Lisboa (ISBN: 978-989-20-6262-4).
- Namias-Biran, B.; Tamar, B.; Arsénio, E.; Shiftan, Y. (2015) – *“Equity in transportation and health: what can we learn from each other?”*; World Conference on Transport Research Society 2015, SIG G3 Climate Change Targets and Urban Transport, 13-14 April, University of Malta.
- Prata J. and Arsénio, E. (2016) - *“Assessing intermodal freight transport scenarios bringing the perspective of key stakeholders”*; Comunicação apresentada na 14ª Conferência Mundial de Investigação em Transportes WCTR 2016, Shanghai, julho de 2016.
- Arsénio, E.; Martens, K.; Di Ciommo, F. (2016) - *“Reinforcing social equity goals in sustainable urban mobility plans”*; NECTAR Joint Cluster 2 and 3 International Workshop, Session II: Sustainable Urban Mobility Plans, Brno, República Checa, 2016.

- Comunicações apresentadas em encontros científicos nacionais:

- Arsénio, E.; and Venezia, E. (2016) - *“Best Practices on Engaging Stakeholders in Transport Planning for Equity Analysis”*; Workshop - Análise de Equidade em Transportes: avaliação e integração de critérios de equidade em planeamento de transportes, Lisboa, abril 2016.

- Outras comunicações em encontros científicos internacionais por convite:

- Arsenio (2014) – *“Equity Analysis in Transport Infrastructure Appraisal”*, Workshop “Equity assessment: bringing together data and evidence”, Roterdão, dezembro de 2014.

- Arsénio, E. and Martens, K, (2015) - “*Social Equity inclusion in the SUMP process*”; comunicação apresentada no âmbito do Workshop “Equity Tools and New Technologies”, Universidade de Aachen, Alemanha, novembro de 2015.
- Outros documentos científicos (deliverables) de projetos:
 - Arsénio, E. (2014) “*Short Term Scientific Mission Report of Dr. Elisabete Arsenio to Technion-Israel Institute of Technology*”; Israel. STSM report to COST office, Bruxelas, janeiro de 2014.
 - Bastiaanssen, J. and Arsénio, E. (2016) - “*Equity considerations in transport appraisal*”; Scientific Working Paper SWP-09-2016, COST, Bruxelas.
- Organização/coorganização de eventos científicos no âmbito dos projetos:
 - Workshop “*Equity Challenges in the Decision Making Process*”, dezembro de 2013, Israel Institute of Technology – Technion, Israel.
 - Workshop – “*Análise de Equidade em Transportes: avaliação e integração de critérios de equidade em planeamento de transportes*”; organização do CENIT e LNEC no âmbito da ação COST TU1209, com apoio da Câmara Municipal de Lisboa, AML e AMAL, Hotel Tryp Oriente, Lisboa, abril de 2016.
 - Sessão temática “*Justice in transportation*”, 43ª Conferência Europeia de Transportes (ETC 2015), Universidade Goethe, Frankfurt, Alemanha, setembro de 2015.
- Cursos ministrados:
 - Summer School Course on “*Equity in transportation: theory, methods and practice*”; Universidade de Salónica/CEHRT, maio de 2015.
 - Training School “*A Real-Life Lab about Transport Equity Analysis Guidelines Implementation*”; Autoridade de Transportes de Barcelona, março de 2016.

3.7.5 Avaliação intercalar da linha L32

A atividade de investigação científica realizada na linha L32, no período programático 2013-2017, foi significativa, com incidência ao nível nacional e internacional. Foram acolhidos no LNEC dois alunos de doutoramento e dois professores universitários, a maioria ao abrigo de bolsas de curta duração do projeto COST. Foram elaborados três relatórios científicos no âmbito do projeto FCT COST-TREND. Foram realizadas seis apresentações de comunicações em congressos internacionais com arbitragem científica, ministrados dois cursos e organizados três eventos científicos, entre outras atividades.

Em anexo (Anexo I) apresenta-se um quadro de síntese com indicadores quantitativos referentes aos resultados desta linha de investigação

Foi concluído com sucesso o projeto FCT COST-TREND, considerando não só o resumo dos indicadores científicos do projeto mas também o prémio de investigação que foi atribuído a relatório científico submetido em julho de 2014 a concurso da APS. Através deste projeto de economia de transportes liderado pelo LNEC, foram concretizados casos de estudo originais, cobrindo aspetos relevantes para o planeamento do transporte de passageiros e de mercadorias no nosso País e na Europa, consolidando-se esta área de conhecimento no LNEC

Importa todavia chamar a atenção para a escassez de recursos humanos afetos a esta linha de investigação uma vez que a equipa do LNEC contou neste período, para além de uma investigadora apenas com um bolsheiro de projeto FCT num curto período de tempo, visto a sua bolsa ter terminado em maio de 2013.

Num contexto de recursos limitados, cabe referir que a FCT promoveu em 2013 novos concursos de projetos de investigação mas os investigadores responsáveis por projetos ainda em curso não podiam concorrer, o que constituiu um impedimento para se submeter nova candidatura nesta linha, perdendo-se assim uma oportunidade para dar continuidade à investigação e à bolsa de formação anteriormente concedida. Em 2015, quando a FCT abriu o concurso seguinte, submeteu-se uma nova candidatura nesta linha, com a FEUP e o ISEG, (Projeto CARBON-SEAPORTS) que, por não ter sido recomendado para financiamento, inviabilizou a contratação dos bolsheiros de projeto que estavam previstos para o DT e o DHA.

No período em apreço participou-se ativamente na ação COST TU1209 “*Transport Equity Analysis: assessment and integration of equity criteria in transportation planning*”.

Em termos de candidaturas internacionais na área da L32, cabe referir o desenvolvimento de uma proposta de caso de estudo em Portugal, apoiado pela Comunidade Intermunicipal do Algarve e Loulé Concelho Global E.M., que fazia parte de uma candidatura ao programa MED coordenada pelo Centro de Inovação em Transportes de Barcelona. A candidatura não foi contudo recomendada para financiamento, apesar do interesse das entidades em Portugal.

Nas candidaturas havidas decorreu uma excelente cooperação com outros setores do LNEC e com entidades externas, que há que potenciar num futuro próximo.

3.7.6 Recomendações para o prosseguimento em 2018-2020

A importância da temática da intermodalidade/multimodalidade em transportes está patente ao nível internacional em vários programas europeus, não só no âmbito da investigação, centrada no H2020, mas também noutros, como seja, por exemplo, o mecanismo “Connecting Europe Facility”. Por outro lado, os países com regimes de tributação progressivos, como é o caso de Portugal, assumem crescentemente nas suas prioridades a necessidade de concretizar um sistema de transportes socialmente justo. Assim, é necessário que as entidades e operadores disponham de orientações técnicas sobre que princípios de equidade social devem ser incorporados na formulação dos planos de mobilidade urbana sustentável, para garantir uma acessibilidade equitativa (e.g. acesso por

transporte coletivo), sem esquecer os grupos vulneráveis da população. Importa ainda considerar os custos externos das opções de transporte em análises custo-benefício, bem como proceder à melhoria dos atuais modelos de tarifação/preços no setor dos transportes.

Tendo em conta o referido contexto, a produtividade científica na linha L32 e a profícua cooperação internacional havida, com um ritmo crescente no período 2013-2017, considera-se oportuno e de interesse propor um projeto ao P2I do LNEC até finais da sua vigência, explorando também sinergias com as atividades da linha L31 no âmbito mais geral do tema “Sistemas de transportes custo-eficazes e melhoria da mobilidade urbana”, para o qual ambas as referidas linhas de investigação confluem, e envolvendo a participação de um conjunto alargado de entidades nacionais interessadas (Comunidade Intermunicipal do Algarve, Administração do Porto de Sines e do Algarve S.A., Câmara Municipal de Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, ISEG, etc.).

Em simultâneo, é de prever a participação em novas candidaturas coordenadas por parceiros internacionais da ECTRI e FEHRL, designadamente ao programa H2020 Transportes e “Calls” do CEDR, que se espera possam constituir oportunidades efetivas de angariação de financiamento externo, aliviando os encargos do autofinanciamento LNEC que estariam associados a um novo projeto P2I interno no DT/NPTS.

A sustentabilidade da linha de investigação no médio prazo dependerá também da possibilidade de vir a assegurar-se no LNEC a dimensão mínima para a equipa de investigação nesta área de atividade e de conhecimento, prevendo a atribuição de, pelo menos, uma bolsa de doutoramento, a um elemento externo, a enquadrar em projeto de investigação e inovação.

4 | Avaliação global do programa

Seguindo a orientação estabelecida para a presente avaliação intercalar do Programa de ID&I do DT (ver Cap. 1), correspondente ao período que decorreu entre janeiro de 2013 e dezembro de 2017, foi caracterizada e analisada no capítulo precedente (Cap. 3) a atividade científica que se desenvolveu em cada uma das sete linhas de investigação integradoras dos projetos sob a responsabilidade dos investigadores.

Foram, assim, obtidas indicações bastante completas sobre a realização das várias componentes do referido programa, expressas não só num conjunto alargado de resultados mas também em análises e recomendações úteis ao prosseguimento da atividade de investigação nas diferentes linhas.

Os objetivos traçados não se esgotam, contudo, ao nível dos projetos ou das linhas de investigação, mas, como se depreende da própria estrutura do programa (ver Cap. 2), conjugam-se para responder a metas mais abrangentes em que assentam as três temáticas principais (Temáticas Objeto) para as quais as referidas linhas confluem.

Uma avaliação mais completa do programa implica, assim, que se efetue uma apreciação do que já foi alcançado ao nível de cada uma das referidas temáticas e do que se poderá esperar da evolução do programa no todo, até ao seu término em 2020, e que se produzam recomendações sobre eventuais ajustamentos que se justifiquem para se alcançarem os objetivos almejados, face não só à experiência adquirida no período em apreço mas também à própria evolução dos contextos interno e externo entretanto verificada.

Nesse sentido focar-se-ão na sequência deste Capítulo 4 as três Temáticas Objeto, a forma como o programa se tem inserido no âmbito mais geral da Estratégia de Investigação do LNEC (E2I e P2I), e aspetos conclusivos sobre o balanço a fazer nesta fase intercalar no cômputo geral do Programa de ID&I do DT.

4.1 Avaliação ao nível das Temáticas Objeto

4.1.1 Renovação e Gestão Patrimonial das Infraestruturas de Transportes

A temática TO1, como a própria designação indica e conforme descrita no Capítulo 2.1, incide na infraestrutura enquanto meio de suporte físico às operações de transporte, e visa desenvolver e articular contributos no sentido da sociedade dispor de um património construído cada vez mais adequado para responder aos principais desafios que se colocam e anteveem, focados na qualidade e na sustentabilidade.

As três linhas de investigação que concorrem para esta temática (L11, L12 e L13) complementam-se na prossecução dos objetivos delineados, ao abordarem, respetivamente, as questões relacionadas com os materiais e produtos para a construção das infraestruturas em causa, a caracterização e

modelação física e matemática do seu comportamento funcional e estrutural, e o desenvolvimento de métodos e ferramentas para uma gestão moderna e eficiente destes ativos.

Entre as matérias cobertas pelas linhas L12 e L13 verifica-se alguma sobreposição, que pode dar lugar a dúvidas quanto à melhor inserção de certos projetos, como foi o caso concreto do projeto Tropical-Pav, cuja escolha para a linha L13 encontra-se justificada no texto de caracterização do projeto (ver 3.3.2).

No conjunto das três linhas verificou-se uma intensa atividade, consubstanciada em 13 projetos de investigação, dos quais 6 já concluídos na vigência do Programa. Foram efetuadas grande número de candidaturas de projetos a financiamento externo (21) com uma taxa de sucesso próxima dos 40 %, o que se traduziu numa faturação de cerca de 275.000 €, proveniente de fontes nacionais e internacionais, sensivelmente em partes iguais.

Todas as linhas viram aprovados projetos submetidos ao P2I, financiado pelo LNEC, num total de seis (três destes projetos no caso da linha L11, um dos quais a iniciar em 2018).

As três linhas de investigação produziram resultados significativos, de que se destacam orientações de 7 teses de doutoramento (das quais 3 se encontram em curso) e 24 dissertações de mestrado, grande número de artigos, comunicações e outras publicações. Para este efeito foram mobilizados os investigadores e bolseiros de pós-doutoramento das duas áreas de competência cobertas pelo NIT, e também obtida a colaboração de outros setores do LNEC, para além de parceiros externos. Foi, no âmbito desta temática, apresentado em provas públicas e aprovado um Programa de Investigação e de Pós-Graduação no domínio ferroviário.

Em anexo (Anexo 2) apresenta-se um quadro com os indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade que incidiu na temática TO1 em apreço.

Como um dos aspetos a relevar dos resultados já obtidos importa sublinhar abordagens conjuntas que se começaram a efetuar de algumas das questões relacionadas com as infraestruturas de transportes terrestres, independentemente do respetivo modo e, em consequência, a obtenção de resultados com campos de aplicação comuns.

Outro aspeto positivo prende-se com o sucesso de candidaturas em parceria com empresas do setor, designadamente em projetos do QREN e do programa P2020, que possibilitaram a obtenção de novos equipamentos e a construção de instalações experimentais.

4.1.2 Operação Eficiente e Segura das Redes de Transporte

A temática TO2 abarca as questões relativas à operação que se desenvolve nas redes de transportes, decorrente da utilização das infraestruturas, numa ótica de gestão otimizada dos respetivos tráfegos, dedicando-se uma especial atenção à vertente da segurança rodoviária.

Foram definidas duas linhas de investigação (L21 e L22) para dar resposta aos objetivos desta temática.

A primeira (L21), dedicada à mitigação de fatores de risco, designadamente através do estudo de soluções de gestão das intervenções na infraestrutura rodoviária para incremento da respetiva segurança, teve uma atividade significativa no período em apreço, traduzida por vários projetos, dos quais um submetido e aprovado no P2I do LNEC, e três projetos internacionais, com resultados visíveis em termos de publicações e outras ações de disseminação, além de orientações de três teses de doutoramento e duas dissertações de mestrado. Nesta linha submeteram-se oito candidaturas a financiamento externo, com uma taxa de sucesso de cerca de 40%, tendo resultado numa faturação externa de 63.000 €.

A segunda (L22), relativa ao caso particular da operação e segurança dos modos ativos/suaves de transporte não teve, contudo, o desenvolvimento que se esperaria neste período pois não tiveram sucesso as seis candidaturas, nacionais e europeias, submetidas para financiamento de projetos neste âmbito. A atividade realizada foi, portanto, limitada à orientação de algumas dissertações de mestrado e à publicação de um número restrito de documentos. Haverá que equacionar a justificação do interesse em se prosseguir esta linha enquanto tal, ou procurar alcançar os seus objetivos concentrando-os num projeto viável a submeter ao P2I do LNEC.

Em anexo (Anexo 2) apresenta-se um quadro com os indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade que incidiu na temática TO2 em apreço.

4.1.3 Sistemas de Transporte Custo-Eficazes e Melhoria da Mobilidade Urbana

A temática TO3 é dirigida ao estudo e desenvolvimento de soluções de transporte que satisfaçam requisitos atuais e expectativas futuras da sociedade em matéria de serviços inovadores de mobilidade com qualidade e sustentáveis, com um foco na descarbonização e na equidade social no acesso ao transporte.

Duas linhas de investigação concorrem para os objetivos desta temática. A primeira (L31) é dedicada às questões que se relacionam mais diretamente com os impactes ambientais, em particular com medidas para a descarbonização no setor dos transportes e com o uso eficiente de recursos. A segunda (L32) aborda soluções que conduzam não só a menores externalidades ambientais dos sistemas de transportes de passageiros e mercadorias mas também uma maior equidade social no respetivo planeamento.

Nas referidas linhas foram enquadrados, respetivamente, três e dois projetos com financiamento europeu, que ficaram concluídos no período em apreço. Não obstante foram submetidas sete outras candidaturas a fontes nacionais e internacionais que não tiveram sucesso. Nessa medida o prosseguimento da atividade de investigação no âmbito da temática TO3 no período remanescente poderá estar comprometido se não se iniciarem novos projetos. Além de se aguardar pelo resultado de candidaturas previstas, deverá ser ponderada a submissão de um projeto ao P2I com financiamento do LNEC.

Neste período como resultados da atividade desenvolvida foram orientadas quatro dissertações de mestrado, proporcionados acolhimentos no LNEC a vários investigadores e doutorandos de institutos de outros países, publicados diversos artigos em revistas, comunicações e relatórios de projetos europeus. O financiamento externo foi da ordem de 130.000 €, proveniente de programas nacionais (33%) e europeus (67%).

Em anexo (Anexo 2) apresenta-se um quadro com os indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade que incidiu na temática TO3 em apreço.

Estes resultados revelam uma apreciável produtividade, tendo em conta os reduzidos recursos humanos envolvidos. Haverá que procurar reforçá-los no caso de terem sucesso novas propostas de projetos visando a continuidade das linhas de investigação que contribuem para uma temática que se considera de elevada importância no contexto atual. Uma eventual fusão das duas linhas numa única poderá trazer benefícios, em termos de sinergias, na gestão dos referidos recursos.

4.2 Relação com a E2I e o P2I do LNEC

Durante o período a que se refere a presente avaliação intercalar (2013 - 2017), foram submetidas seis propostas de projetos para financiamento no âmbito do P2I do LNEC. Todos foram aprovados após os necessários trâmites deste processo interno. Um destes projetos só terá início em 2018.

Estes projetos P2I estão desigualmente distribuídos pelas linhas de investigação, concentrando-se cinco nas três linhas referentes à temática TO1 e apenas um noutra temática (TO2).

No Quadro 4.1 apresenta-se a distribuição dos projetos, consoante o seu tipo (fonte de financiamento), por linha de investigação.

Quadro 4.1 - Distribuição do número de projetos do programa de ID&I do DT pelas fontes de financiamento

Temáticas Objeto (DT)	Linhas de Investigação (DT)	Projetos P2I (LNEC)	Projetos Europeus		Projetos Nacionais		Observ.
			H 2020	Outros	FCT	Outros	
T01	L11	1 (1)	-	2* (2)	1	2**	* 2 CEDR ** Empresas
	L12	3*	1 (1)	-	-	-	* 1 P2020
	L13	1	-	-	-	2** (1)	** 1 QREN e 1 P2020
T02	L21	1	2 (1)	1*	-	-	*1 CEDR
	L22	-	-	-	-	-	
T03	L31	-	3(3)	-	-	-	
	L32	-	-	1(1)	1 (1)	-	

(n) – número de projetos concluídos

Em vários dos projetos desenvolvidos neste período, verificaram-se participações de outras unidades operativas do LNEC, sendo assinalada a colaboração com o DBB, o DE, o DG, o DHA, o DM, o CIC e também com o Conselho Diretivo, tal como se apresenta no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Distribuição do número de projetos do Programa de ID&I do DT com envolvimento de outras unidades operativas do LNEC, por linha de investigação

Temáticas Objeto (DT)	Linhas de Investigação (DT)	UNIDADES DEPARTAMENTAIS (LNEC)								CONSELHO DIRETIVO (LNEC)	
		DBB	DE	DED	DG	DHA	DM	DT*	CIC	NTIEC	Outros
T01	L11	-	-	-	2	-	4	6	-	-	1
	L12	1	-	-	-	1	-	4	2	-	-
	L13	-	-	-	-	-	-	3	2	-	1
T02	L21	-	1	-	-	1	-	4	-	-	-
	L22	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
T03	L31	-	1	-	-	1	-	3	-	-	-
	L32	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-

* Número total de projetos em cada linha de investigação do DT

Embora não estejam referenciados, houve também colaborações com setores do DED e com o NTIEC, em especial no âmbito da Temática TO3, na preparação de candidaturas que não vieram a ser aprovadas. Pode, portanto, concluir-se que todas as unidades do LNEC estiveram, no período em apreço, de algum modo e em determinados projetos em ligação com o DT no desenvolvimento do

seu Programa de ID&I. Relativamente aos projetos realizados esta interação foi mais acentuada no tocante à temática TO1 e, em particular, à linha L11, nomeadamente com uma maior presença do Departamento de Materiais (DM).

Como consta da descrição da estratégia e do Programa de ID&I em apreço, elaborado ao nível do DT e aprovado pela sua CCD, que sinteticamente se apresenta no Cap. 2, esta estrutura está naturalmente em linha com a estratégia (E3I) do LNEC, contribuindo para a prossecução dos objetivos de investigação da instituição nas suas várias vertentes (eixos programáticos e temáticas prioritárias), enquadradoras dos projetos numa matriz programática (ver Figura 2.1).

Nesse sentido cada um dos projetos do programa do DT identifica quais os eixos e as temáticas, ao nível do LNEC, para os quais são especialmente dirigidos os seus resultados. Admite-se que um mesmo projeto referencie mais do que um eixo ou uma temática. No Quadro 4.3 apresenta-se a distribuição, por linha de investigação, do número de projetos associados a cada um dos cinco eixos e a cada uma das 9 temáticas do LNEC.

Quadro 4.3 - Distribuição do número de projetos, por linha de investigação, de acordo com as suas principais ligações aos eixos programáticos e às temáticas prioritárias definidas na E3I do LNEC

Temáticas Objeto (DT)	Linhas de Investigação (DT)	Eixos Estruturantes (LNEC)			Eixos Transversais (LNEC)		Temáticas Prioritárias (LNEC)								
		E1	E2	E3	E4	E5	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T01	L11	6	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-
	L12	4	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	2	1
	L13	3	-	-	-	-	3	-	1	1	-	-	-	-	-
T02	L21	3	-	-	3	-	3	2	-	3	-	-	1	-	-
	L22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T03	L31	-	3	-	-	3	3	3	2	2	-	-	-	-	1
	L32	-	2	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-

E1 – Património Construído; E2 – Cidades e Territórios; E3 – Recursos Naturais; E4 – Risco e Segurança; E5 – Instrumentos para a Inovação.

T1 – Sustentabilidade e alterações climáticas; T2 – Novas tecnologias; T3 – Tecnologias da informação; T4 – Políticas públicas; T5 – Coesão social e territorial; T6 – Saúde e bem-estar; T7 – Capacitação organizacional e institucional; T8 – Desenvolvimento de competências e transferência de conhecimentos; T9 – Indústria para a globalização.

Verifica-se uma grande aderência dos projetos ao eixo E1 relativo ao património construído, que está referenciado em 16 dos projetos. Seguem-se, com menos referências (3, 4 ou 5) os eixos E2, E4 e E5. O eixo E3 relativo a recursos naturais não é citado em qualquer projeto.

Quanto às temáticas prioritárias da E2I, o maior número das citações concentra-se na T1 relativa a sustentabilidade e alterações climáticas referenciada em 19 projetos, seguindo-se T2 (novas tecnologias) e T4 (políticas públicas) com 8 cada. Todas as outras temáticas aparecem referenciadas

em um ou dois projetos, com exceção da T6 (saúde e bem-estar) que não é citada em nenhum projeto.

4.3 Aspetos Conclusivos da Avaliação Intercalar do Programa

Nos anos de vigência do Programa de ID&I do DT, sobre os quais incidiu a presente avaliação intercalar (2013-2017), assinala-se uma atividade intensa, com forte mobilização dos investigadores e bolseiros de investigação deste departamento, e com vários contributos de outros setores do LNEC e de parceiros externos.

Em anexo (Anexo 3) apresenta-se um quadro com os indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade desenvolvida no âmbito do Programa no seu todo.

A referida atividade distribuiu-se por 22 projetos de investigação, tendo ficado concluídos 11. Cinco projetos haviam transitado do PIP anterior (2009-2012).

Cabe evidenciar ter havido uma preocupação permanente e generalizada dos investigadores na procura de financiamento externo à investigação, através da submissão de variadas candidaturas de projetos (46) com diferentes parceiros nacionais e internacionais, embora com uma taxa de sucesso (cerca de 30%) aquém das naturais expectativas dos proponentes. Neste contexto 14 projetos obtiveram cofinanciamento externo, num valor total próximo de meio milhão de euros, de fontes nacionais (40%) e europeias (60%).

No final do período em apreço (dezembro de 2017) decorriam 11 projetos dos quais 5 aprovados e financiados por verbas do LNEC no âmbito do P2I. Entretanto um novo projeto P2I foi aprovado para se iniciar em 2018. Estavam ainda em avaliação 4 candidaturas de projetos à FCT.

Em termos conclusivos considera-se que, no período em análise de sensivelmente 5 anos, a experiência da execução do Programa de ID&I do DT é globalmente muito positiva, por vários motivos de que se salientam:

- O enquadramento proporcionado aos investigadores na conceção e realização dos projetos sob sua responsabilidade, por forma a prosseguirem objetivos mais gerais ao nível dos desafios atuais da sociedade no domínio dos transportes, e inseridos numa estrutura para cuja definição também contribuíram enquanto membros da CCD do DT.
- A obtenção de resultados já significativos, decorrentes, nomeadamente, da dedicação dos investigadores de uma parcela importante da sua ocupação à atividade de investigação científica e à disseminação dos respetivos resultados, sob diferentes formas, traduzida não só em publicações (p. ex. mais de 30 artigos em revistas com arbitragem científica), mas também noutras ações como palestras, cursos, “workshops” e outros eventos científicos e técnicos.
- A possibilidade de desenvolver conhecimentos, metodologias e ferramentas, algumas já utilizadas no apoio a atividades concomitantes de desenvolvimento tecnológico, em

estudos e pareceres solicitados ao LNEC, a que os investigadores foram instados a responder neste mesmo período.

- A angariação de receita externa para a investigação do LNEC, através da obtenção de cofinanciamento para alguns dos projetos, embora não tanto quanto se desejaria, em candidaturas que revelaram uma grande e permanente pro-atividade dos investigadores nesse sentido, independentemente da taxa de sucesso.
- A demonstração das competências e capacidades do LNEC e do DT no desenvolvimento das tarefas sob sua responsabilidade em projetos conjuntos, através de parcerias externas nacionais e internacionais.
- O contributo para a promoção do conhecimento científico e da formação avançada, nomeadamente com a orientação de 10 teses de doutoramento e 34 dissertações de mestrado, além do acolhimento no DT de um número elevado de formandos (29).
- A profícua ligação estabelecida com outras unidades operativas do LNEC quer na execução de alguns projetos quer na preparação de candidaturas externas, numa ótica de transversalidade e de multidisciplinaridade, tirando partido das sinergias proporcionadas no seio da instituição.
- A ligação a empresas do setor dos transportes trazendo-as como parceiros ativos para as atividades de investigação, com alguns exemplos bem-sucedidos de projetos com a participação e mesmo financiamento por parte destas ou no âmbito de programas que privilegiam esta orientação, como o P2020.

Por outro lado, não deixaram de se identificar constrangimentos de várias ordens e outras dificuldades associadas ao desenvolvimento do Programa, de que se salientam:

- Restrições orçamentais e outros entraves de ordem administrativa, com reflexos, nomeadamente, em demoras ou mesmo impossibilidades na aquisição de equipamentos e outros meios previstos aquando da conceção dos projetos;
- Dificuldades de recrutamento, nomeadamente de bolseiros para apoio às atividades de investigação;
- Efeitos negativos na motivação dos investigadores decorrentes do continuado congelamento das suas expectáveis progressões na carreira;
- Dificuldades, em certos projetos, de obtenção de dados detidos por outras entidades nacionais, cuja utilização e exploração estava prevista.

Quanto a aspetos próprios da execução do Programa, esta avaliação intercalar permitiu também detetar algumas inconsistências e aspetos menos conseguidos, para os quais contribuíram fatores de diversa natureza endógenos e exógenos, entre os quais se salientam:

- Algum desajustamento entre o número de linhas de investigação propostas e a massa crítica adstrita ao desenvolvimento de projetos inseridos nas mesmas. Concretamente, verificou-se que nas três linhas confluentes para os objetivos da temática TO1 estiveram mobilizados mais investigadores e BPD do que nas quatro outras linhas referentes às temáticas TO2 e TO3.
- Desigual distribuição dos projetos P2I com financiamento do LNEC, também concentrados essencialmente na temática TO1; situação que poderia ter sido antecipada no sentido de se adotar atempadamente uma estratégia diferente no que se refere à gestão das propostas neste âmbito.
- Valor global baixo, relativamente ao esperado, de financiamento externo angariado para a investigação, tendo em conta as múltiplas candidaturas submetidas, o que deverá ser motivo de reflexão sobre as causas dos insucessos e formas de os minorar futuramente.

5 | Recomendações e perspetivas

5.1 Recomendações

Para o período remanescente (2018-2020) abarcado pelo Programa em apreço recomenda-se que as atuações a desenvolver no sentido da sua continuada melhoria se processem em três sentidos principais:

- Continuidade;
- Reformulação e adaptação;
- Antecipação.

a) Continuidade

Afigura-se pertinente manter as três temáticas objeto abrangentes (TO1, TO2 e TO3) dada a justeza e atualidade dos objetivos que lhes estão associados. Por outro lado, para os três anos que faltam para a conclusão do Programa de ID&I do DT, não se concluiu haver necessidade de criação de alguma nova linha de investigação associada a qualquer das temáticas.

As linhas de investigação L11, L12, L13 e L21 afiguram-se bem consolidadas, com projetos a decorrer que importa concluir com êxito neste próximo período. Encontram-se apoiadas todas elas também em projetos financiados pelo P2I do LNEC, com possibilidades de renovações anuais. Algumas encerram candidaturas de projetos a financiamento externo já submetidas e que aguardam decisões, e perspetivas de novas candidaturas.

Convém, no âmbito destas linhas, efetuar uma adequada gestão dos recursos disponíveis por forma a não se comprometer a consecução dos objetivos traçados, tendo consciência das dificuldades que continuarão a sentir-se na obtenção de novos recursos e da concomitante necessidade de mobilização dos efetivos para a atividade por contrato e para outras atividades científicas e técnicas, nas áreas de competência do DT.

b) Reformulação e Adaptação

Na temática TO2, a linha L22, apesar de algumas candidaturas, não viu nenhum projeto aprovado no seu âmbito ao longo dos cinco anos, daí decorrendo poucas condições para se manter como linha de investigação. Dado, contudo, o interesse dos objetivos que lhe estão subjacentes quando foi formulada, afigura-se que se deverá procurar prosseguir-los através de um próximo projeto, eventualmente do P2I do LNEC. Nesse sentido, para efeitos de enquadramento, julga-se que será compatível com a sua inserção no âmbito da linha L21, aumentando também a massa crítica desta linha.

Na temática TO3, as linhas L31 e L32 tiveram um desenvolvimento moderado, com cinco projetos no total, e com resultados que demonstraram uma boa produtividade face à escassez

de recursos humanos afetos. Acresce no entanto que os projetos estão concluídos e ainda não se têm resultados de candidaturas previstas. Neste contexto, também aqui, face ao grande interesse atual dos objetivos prosseguidos no domínio dos transportes, para além de novas candidaturas externas, deverá ser equacionada uma candidatura a financiamento do P2I do LNEC com uma ótica abrangente que incorpore objetivos das duas linhas, as quais se poderiam fundir numa única com alguma reformulação das atuais, e também com o benefício decorrente da concentração de recursos humanos cujo reforço deverá ser procurado.

c) Antecipação

No decurso do período remanescente haverá que, para além de concluir com êxito os objetivos propostos para a investigação, começar desde logo a preparar o Programa de ID&I que se seguirá, e que colha os ensinamentos do presente e esteja em consonância com atuais e previsíveis contextos económicos, sociais e da investigação no domínio dos transportes, bem como com as orientações estratégicas para a investigação que serão adotadas pelo LNEC, com um horizonte que poderá ir até cerca de 2030. No ponto seguinte (5.2) tecem-se algumas considerações nessa matéria.

Assim, será desejável que novas candidaturas que ainda se pretendam efetuar sejam equacionadas com uma perspetiva de futuro que vá para além do horizonte do programa vigente.

Deverá igualmente ser dada atenção de forma atempada à questão dos recursos que estarão afetos às atividades de investigação científica nas áreas de competência do DT, em particular dos meios humanos, por forma a gerir adequadamente a sua distribuição e as propostas de reforço que se justificam.

5.2 Perspetivas

Restam três anos para se completar o período coberto pelo Programa de ID&I do DT (2013-2020), em conjugação com o da Estratégia (E3I) e do Plano de Investigação (P2I) do LNEC.

Neste período importa conjugar esforços para, simultaneamente, concluir os projetos em curso com o horizonte do programa, iniciar ainda projetos que decorram de candidaturas com sucesso, e preparar um novo programa sobre uma realidade, nacional e internacional, que entretanto sofreu algumas alterações e evoluiu, também por via dos resultados da própria investigação e da inovação trazida.

Ao nível internacional desenvolvem-se desde já iniciativas para a preparação dos programas de investigação no domínio dos transportes para a próxima década. Entre estes sobressai, naturalmente, o próximo programa-quadro da União Europeia (FP9) cuja estrutura será objeto de proposta ainda no decurso de 2018. Aponta-se desde já para que esta estrutura venha a assentar em três pilares: “Fundamental Science”; “Global Challenges” e “Open Innovation”. O pilar dos “Desafios Globais” sucederá de certo modo ao dos “Desafios Societais” do H2020, e prevê-se que contenha “clusters” temáticos entre os quais o da “Energia e Clima,” que deverá incluir vários tópicos ligados à

mobilidade. Prevê-se que se introduza 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.

Associações como o FEHRL (Forum of European Road Reserach Laboratories”), o FERSI (“Forum of European Road Safety Research Institutes”) e a ECTRI (“European Conference of Transport Research Institutes”), de que o LNEC é membro, já iniciaram uma discussão sobre o futuro desta investigação nas respetivas vertentes, tendo produzido “Position papers” e outros documentos estratégicos exploratórios com vista a dar a conhecer e mesmo a influir na definição dos principais objetivos e áreas focais dos programas de financiamento à investigação em transportes.

O FEHRL apresentou em fevereiro de 2018 um “Position paper” sobre o FP9. Nesse documento para além de justificar que a investigação relativa aos transportes e respetivas infraestruturas deve ser devidamente evidenciada no novo programa quadro, identifica dois principais desafios disruptivos. Em primeiro lugar, o dos efeitos das alterações climáticas que determina a necessidade de se aumentar a resiliência das redes de transportes, para suportar e adaptar-se a condições climáticas extremas e, ao mesmo tempo, restabelecer-se com rapidez os serviços prestados. Daí decorre o desenvolvimento de novos materiais e de técnicas de construção e conservação inovadoras, em paralelo com estratégias de gestão que integrem as operações dos diferentes modos de transporte de modo a potenciar e manter um funcionamento multimodal da rede. O segundo desafio prende-se com a automação, como um fator de grandes mudanças na mobilidade, de que decorrem não só desenvolvimentos nos veículos e na condução mas também novos requisitos para as infraestruturas e para a gestão do tráfego. Considera-se também que a par da evolução para uma cada vez maior integração multimodal das redes de transportes, há investigação que continua ser necessário dirigir para resolução de questões monomodais. Em todo este contexto, o FEHRL recomenda 20 tópicos para a investigação, baseados nos seus documentos estratégicos (programas SERRP 2007-2020, Forever Open Road e FORx4).

No que se refere ao FERSI, em janeiro de 2018 produziu um “Position paper” (“*Safety through automation? – Ensuring that automated and connected driving contribute to a safer transportation system*”), que levanta variadas questões a que a investigação em tráfego e segurança rodoviária deverá dar resposta num futuro próximo, num ambiente rodoviário em transformação e transição, onde coexistirão na mesma infraestrutura, durante ainda um largo período, tecnologias tradicionais e novas soluções de mobilidade, como, por exemplo, as associadas aos veículos autónomos e as que recorrem a sistemas inteligentes para apoio ao condutor e à gestão do tráfego.

A ECTRI, por seu lado, divulgou em fevereiro de 2018 um primeiro “Position paper” relativo ao FP9 com uma visão estratégica (“Vision of Zero”) que aponta para “zero emissões de gases com efeito de estufa e poluição atmosférica, zero acidentes e zero tempo improdutivo gasto nos transportes”. Neste sentido avança a proposta de se concentrarem esforços em torno de uma “Missão para uma mobilidade integrada, de baixo carbono e socialmente inclusiva para todos”, considerando entre outros pressupostos a importância do contributo do setor dos transportes para se atingirem os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (SDG), os compromissos do Acordo

de Paris sobre o Clima, e a concretização das agendas da União Europeia (“Energy Union”, “Digital Single Market” e “Jobs Growth and Investment”).

Merece aqui referência o projeto SETRIS (“Strengthening European Transport Research and Innovation Strategies”), recentemente concluído, coordenado pela ECTRI e pela Universidade de Newcastle, que incidiu sobre as potencialidades da criação de um “verdadeiro sistema integrado de transportes” na Europa, quer de passageiros quer de mercadorias, o que constituirá certamente uma das principais orientações para a programação da investigação nesta área, nomeadamente do FP9. O projeto congregou os contributos das plataformas tecnológicas europeias relativas a todos os modos de transportes (ACARE - aéreo, ALICE - logística, ERRAC - ferroviário, ERTRAC - rodoviário, WATERBORNE – marítimo e fluvial), envolvendo portanto os principais “stakeholders” de cada modo, e alinhando as agendas de investigação de cada plataforma de modo a fortalecer a cooperação entre estas no sentido de um sistema de transportes competitivo e eficiente na utilização dos recursos disponíveis, o que constitui um desiderato da política europeia de transportes, expressa, designadamente, no Livro Branco de 2011 (“Roadmap to a Single European Transport Area”). Esta aposta na interconexão entre os diferentes modos de transporte, numa lógica de soluções de “transporte como um serviço”, implicará variados desenvolvimentos tecnológicos transversais a todos eles, relacionados, entre outros aspetos, com a segurança, a autonomia, a aplicação da inteligência artificial e de sistemas de comunicação, e a exploração de grande volume de dados (Big Data) provenientes de variadas fontes.

Refira-se que os projetos (CSAs) europeus FOX (“*Forever Open Infrastructure across all Transport Modes*”) e USE-IT (“*Users, Safety, security and Energy in Transport Infrastructure*”), já concluídos, coordenados pelo FEHRL, em que o DT participou (ver linhas L12, L21 e L31), abordaram já de forma integrada, considerando os vários modos de transportes, respetivamente, aspetos da construção, inspeção, manutenção e reciclagem nas infraestruturas de transportes e aspetos operacionais, incluindo a informação ao utente, a segurança e a descarbonização.

Na Conferência TRA 2018 (“Transport Research Arena”), promovida pela EU, foram abordadas várias questões que influirão na definição das temáticas da investigação europeia no domínio dos transportes e na preparação do programa FP9, sendo previsível que na próxima TRA 2020, a emergência do FP9 constitua o tema dominante. A intenção de trazer para Lisboa a TRA 2022, cuja candidatura é apoiada pelo LNEC, afigura-se de grande interesse e nela haverá oportunidade certamente não só de se fazer um balanço, em perspetiva, dos resultados dos programas concluídos até 2020 (como é o caso do Programa de ID&I do DT), mas também de se apontarem novos caminhos da investigação em transportes sob a égide de um novo programa-quadro.

Pode concluir-se do que ficou exposto que estão já lançadas não só orientações estratégicas para a investigação no domínio dos transportes para o início da próxima década, mas também pistas para a seleção de tópicos que conduzam a projetos que sejam viáveis e potencialmente ganhadores nos novos enquadramentos que se prefiguram. Haverá que acompanhar de perto estes desenvolvimentos e adequar a próxima configuração de um Programa de ID&I do DT em conformidade, tendo em conta,

naturalmente, a realidade nacional e o que será também a próxima estratégia de investigação do LNEC.

Ao nível nacional não há indicações de se pretender desenvolver uma “Agenda de Investigação” para os Transportes e Infraestruturas, a par de outras agendas já elaboradas, sob a égide da FCT, ou em preparação. Não obstante algumas questões relacionadas sobre transportes poderem figurar nas referidas agendas, como, por exemplo, nas referentes à “Economia Circular” ou à “Adaptação às Alterações Climáticas” (a exemplo do que sucede com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU), seria conveniente que a investigação sobre problemas específicos do sistema de transportes nas suas várias vertentes, estivesse evidenciada numa agenda própria.

A atenção deverá igualmente incidir sobre o próximo quadro comunitário de apoio, cujas negociações estão em curso, e que também se irá refletir em disponibilidades financeiras que poderão ser canalizadas para a investigação.

Neste contexto, haverá que, com base numa correta interpretação e reflexão sobre as mudanças operadas nos últimos anos em Portugal e sobre a realidade nacional 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.

No presente relatório intercalar foram desde já apontadas, ao nível das linhas de investigação em curso, algumas áreas e abordagens a explorar ou aprofundar, designadamente relativas a:

- soluções de pavimentos de baixo custo, conjugadas com a diminuição do consumo de energia e a redução da pegada de carbono durante as operações de reabilitação das infraestruturas, mediante o desenvolvimento de misturas betuminosas inovadoras envolvendo a aplicação de elevadas percentagens de materiais reciclados;
- avanços na modelação numérica da via-férrea, nomeadamente com recurso a “software” específico para modelação discreta da camada de balastro;
- desenvolvimento de um modelo de gestão de redes viárias urbanas, com base em indicadores de desempenho adaptados a este contexto;
- resposta a desafios que se colocam à gestão das infraestruturas decorrentes da promoção de níveis crescentes de automatização dos veículos automóveis (eventual recurso a modelos de microsimulação do tráfego);
- desenvolvimento de ferramentas de caracterização e análise dos comportamentos de peões e ciclistas nas suas deslocações e respetivas implicações na segurança da circulação;
- teste e demonstração de novos conceitos e serviços de mobilidade sustentável em municípios piloto selecionados;

- contributos para orientações técnicas sobre quais os princípios de equidade social a incorporar na formulação de planos de mobilidade urbana sustentável;
- melhoria dos atuais modelos de tarifação/preços no setor dos transportes.

As competências e os recursos do DT devem ser bem caracterizados e cada vez mais potenciados nas suas complementaridades com os das outras unidades operativas do LNEC. A ligação, por exemplo, ao DHA/NPE, no referente às infraestruturas marítimas e à navegação, que se tem traduzido numa colaboração proveitosa em estudos solicitados ao LNEC, poderá ser mais explorada no caso da investigação.

Além disso, o DT, enquanto unidade que contribui para o conjunto das valências do Laboratório, deverá continuar a apostar na capacidade e vocação da instituição para interagir com outras áreas de conhecimento e partilhar recursos com os detidos pela restante comunidade científica e técnica nacional e internacional.

Lisboa, LNEC, junho de 2018

VISTO

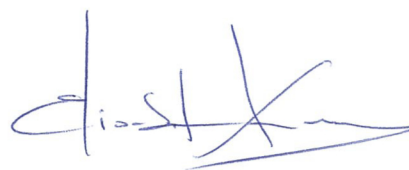


Maria de Lurdes Antunes
Vogal do Conselho Diretivo do LNEC

COORDENAÇÃO



António Lemonde de Macedo
Investigador-Coordenador
Diretor do Departamento de Transportes



Elisabete Arsénio
Investigadora Auxiliar



Fátima Batista
Investigadora Auxiliar

Referências bibliográficas

LNEC, 2014 – **E2I - Estratégia de Investigação e Inovação 2013-2020**. LNEC - Relatório 397/2014 - CD.

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.; 2016 – **O Programa de ID&I do Departamento de Transportes do LNEC – Projetos de Investigação nos Domínios Rodoviário e Ferroviário**. Comunicação publicada em Atas do 8º Congresso Rodoviário Português, ISBN 978-989-98338-2-1, CRP, Lisboa, abril de 2016.

Anexos

ANEXO I

Quadros de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos por linha de investigação

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L11

Linha de investigação L11: Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes Número de projetos: 6 (4 concluídos) Sectores do LNEC envolvidos: DT; CD; DG; DM e CIC Número de investigadores e BPD do LNEC: 6 Entidades nacionais: IST; ISEL; UM; IP; Siderurgia Nacional; Construções Pragosa Entidades internacionais: CEDR e parceiros europeus dos projetos CoRePaSol e FunDBitS	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	2*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	6
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	6
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	1
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	3
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	2
• Número de livros ou capítulos de livro	1
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	2
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	11
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	3
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	4
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	3
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	1
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	5
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	2
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	-
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	8/2**
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	3/3***
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo "software" específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	43
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	88

* Uma das teses encontra-se em curso;

** Uma das candidaturas foi efetuada em 2012; outra das candidaturas encontra-se ainda em avaliação;

*** Um dos projetos P2I terá início em 2018.

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L12

Linha de investigação L12: Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes	
Número de projetos: 4 (1 concluído)*	
Setores do LNEC envolvidos: DT; CD; DBB; DHA; CIC	
Número de investigadores e BPD do LNEC: 6	
Entidades nacionais: REFER; FEUP; ISCTE; UNL; Mota-Engil	
Entidades internacionais: FEHRL e parceiros do projeto FOX	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	2
• Número de dissertações de mestrado orientadas	11
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	8
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	2
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	13
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	1
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	4
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	1
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	17
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	11
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	9
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	7
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	11
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	3
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	-
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	6/2**
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	2/2
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	1
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	3
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	45
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	-

* Um projeto transitou do PIP 2009-2012;

** Uma das candidaturas encontra-se ainda em avaliação.

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L13

Linha de investigação L13: <u>Gestão patrimonial de infraestruturas de transportes</u> Número de projetos: 3 (1 concluído) Sectores do LNEC envolvidos: DT, CIC e CD Número de investigadores e BPD do LNEC: 4 Entidades nacionais: IST; FEUP; UM; FCTUC; Mota-Engil; Elevo Entidades internacionais: Universidade de Vigo; CEDR; parceiros do projeto ISABELA e da Ação COST TU 1208	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	3*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	7**
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	10
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	2
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	5
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	3
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	1
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	12
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	12
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	17
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	7
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	5
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	7
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	1
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	2
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	7/4***
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	1/1
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	1
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	54
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	44

* Duas das teses encontram-se em curso;

** Uma das provas de mestrado está por realizar;

*** Duas das candidaturas encontram-se ainda em avaliação.

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L21

Linha de investigação L21: Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura e mitigação dos fatores de risco rodoviário	
Número de projetos: 4 (1 concluído)	
Sectores do LNEC envolvidos: DT; DHA; DE	
Número de investigadores e BPD do LNEC: 5	
Entidades nacionais: IMT, IP, ANSR, CM Loures, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	
Entidades internacionais: MIT, CTL, SWOV, CEDR, FEHRL, Un. Florença, AIT, e parceiros europeus dos projetos USE-IT, SAFERAFRICA e PROGRess, bem como os das candidaturas a projetos europeus	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	3*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	2
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	4
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	2
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	5
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	2
• Número de livros ou capítulos de livro	-
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	4
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	3
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	8
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	10
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	9
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	12
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	6
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	1
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	1
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	8/3
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	1/1
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo "software" específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	4
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	59

*Teses iniciadas com enquadramento no PIP 2009-2012

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L22

Linha de investigação L22: Mobilidade e segurança dos modos ativos de transporte Número de projetos: 0 Setores do LNEC envolvidos: DT Número de investigadores e BPD do LNEC: 3 Entidades nacionais: IST (LARSyS e IDMEC), FEUP, CM Lisboa, CM Loures, Cardioid Entidades internacionais: TTI, MIT, SWOV, KfV, IBDIM, TØI e parceiros das candidaturas a projetos europeus	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	-
• Número de dissertações de mestrado orientadas	4
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	1
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	-
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	1
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	-
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	-
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	-
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	1
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	1
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	1
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	-
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	3
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	-
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	-
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	6/0
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	-
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo "software" específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	-
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	-

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L31

Linha de investigação L31: Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade urbana de baixo carbono	
Número de projetos: 3 (3 concluídos)	
Sectores do LNEC envolvidos: DT	
Número de investigadores e BPD do LNEC: 1	
Entidades nacionais: AMAL, CM de Lisboa, CM de Águeda, CM de Torres Vedras, CM Cascais	
Entidades internacionais: Parceiros do projeto OPTIMISM; SOLUTIONS e do WP4 do projeto USE-iT	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	-
• Número de dissertações de mestrado orientadas	4
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	3
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	-
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	4
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	1
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	-
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	4
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	2
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	0
• Número de outras publicações	5
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	4
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	1
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	3
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	6
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	1
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros sectores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	7/2*
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	-
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	25
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	49

* Uma das candidaturas aprovadas refere-se a um projeto (Use-iT), em que a participação do LNEC foi coordenada pelo DHA, sendo que o WP4 (Energy and Carbon x modes) se insere nesta linha .

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos da linha de investigação L32

Linha de investigação L32: Avaliação de sistemas de transportes, intermodalidade/multimodalidade e equidade social	
Número de projetos: 2 (1 concluído)	
Setores do LNEC envolvidos: DT	
Número de investigadores e BPD do LNEC: 1	
Entidades nacionais: ISEG, APS, AMAL, Câmara Municipal de Loulé, Câmara Municipal de Lisboa	
Entidades internacionais: Parceiros da Ação COST TU 1209	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	-
• Número de dissertações de mestrado orientadas	-
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	5
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	1*
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	1
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	-
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	-
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, COST, etc.)	3
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	4
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	-
• Número de outras publicações publicadas	2
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	5
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	1
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	2
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	3
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	2
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	3/1
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	-
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	1
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	17
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	37

* 1 Bolsa de investigação do projeto FCT COST-TREND até maio de 2013.

ANEXO II

Quadros de resultados em 2013-2017: total dos indicadores quantitativos por temáticas objeto (TO)

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos globais na temática

TO1 – Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transporte

Linhas de investigação:	
L11: Aplicação sustentável de materiais em infraestruturas de transportes	
L12: Avaliação do comportamento e soluções inovadoras para melhoria do desempenho estrutural de infraestruturas de transportes	
L13: Gestão patrimonial de infraestruturas de transportes	
Número de projetos: 13 (6 concluídos)	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	7*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	24**
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	16
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	4
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	21
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	2
• Número de livros ou capítulos de livro	5
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	7
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	24
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	32
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	32
• Número de outras publicações	-
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	19
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	13
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	22
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	6
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	3
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	21/8***
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	6/6
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	1
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	4
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	142
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	132

* Três das teses encontram-se em curso;

** Uma das provas de mestrado está por realizar;

*** Do total de candidaturas, uma foi submetida em 2012 e quatro encontram-se ainda em avaliação.

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos globais na temática

TO2 – Operação eficiente e segura das redes de transporte

Linhas de investigação:	
L21: Gestão da intervenção de segurança na infraestrutura e mitigação dos fatores de risco rodoviário	
L22: Mobilidade e segurança dos modos ativos de transporte	
Número de projetos: 4 (1 concluído)	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	3*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	6
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	5
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	2
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	6
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	2
• Número de livros ou capítulos de livro	0
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	4
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	3
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	8
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	10
• Número de outras publicações	0
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	10
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	13
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	8
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	1
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	1
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	14/3
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	1/1
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	4
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	59

* Iniciadas com enquadramento no PIP 2009-2012

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos globais na temática

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

Linhas de investigação:	
L31: Mobilidade sustentável, transportes e novos serviços de mobilidade urbana de baixo carbono	
L32: Avaliação de sistemas de transportes, intermodalidade/multimodalidade e equidade social	
Número de projetos: 5 (4 concluídos)	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	-
• Número de dissertações de mestrado orientadas	4
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	8
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	1
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	5
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	-
• Número de livros ou capítulos de livro	1
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	-
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	7
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	6
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	0
• Número de outras publicações	7
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	9
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	2
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	5
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	9
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	3
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	11/3
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	-
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	1
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	-
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	-
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	43
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	86

ANEXO III

Indicadores quantitativos da atividade global desenvolvida no âmbito do programa de ID&I do DT no período 2013-2017

Avaliação Intercalar do Programa de ID&I (2013-2020) do DT

Quadro de resultados em 2013-2017: indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade desenvolvida no âmbito do programa de ID&I (2013-2020) do DT

Temáticas objeto:	
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	
Número de projetos: 22 (11 concluídos)	
Promoção de conhecimento científico e capacitação	
• Número de teses de doutoramento orientadas	10*
• Número de dissertações de mestrado orientadas	34**
• Número de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	29
• Número de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, outras)	7
Publicações científicas e técnicas	
• Número de artigos publicados em revistas com revisão científica	32
• Número de artigos publicados em revistas sem revisão científica	4
• Número de livros ou capítulos de livro	6
• Número de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	11
• Número de outros relatórios científicos de projetos (Comissão Europeia, FCT, etc.)	34
• Número de comunicações internacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	46
• Número de comunicações nacionais com arbitragem publicadas (em atas ou livros)	42
• Número de outras publicações	7
Disseminação do conhecimento científico e técnico	
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos internacionais	38
• Número de comunicações orais ou posters em eventos científicos e técnicos nacionais	28
• Número de palestras e outras apresentações orais por convite	35
• Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados	16
• Número de cursos e outras ações de formação organizados, coorganizados ou ministrados	7
Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização	
• Número de candidaturas submetidas/aprovadas de projetos em parceria com outros setores do LNEC e/ou entidades externas nacionais e internacionais	46/14***
• Número de projetos submetidos/aprovados ao P2I do LNEC	7/7
• Número de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	1
• Novo “software” específico (adquirido ou desenvolvido)	1
• Novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais	4
• Número de patentes	-
• Financiamento externo nacional faturado (10 ³ €)	188
• Financiamento externo internacional faturado (10 ³ €)	277

* Três das teses tiveram início no PIP anterior (2009-2012) e três encontram-se em curso;

** Uma das provas de mestrado está por realizar;

*** Do total de candidaturas, uma foi submetida em 2012 e quatro encontram-se ainda em avaliação.

