

O PROGRAMA DE ID&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DO LNEC – RESULTADOS DE UMA AVALIAÇÃO INTERCALAR E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO

António Lemonde de Macedo¹, Elisabete Arsénio² e Fátima Batista³

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Departamento de Transportes, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

email: almacedo@lnec.pt <http://www.lnec.pt>

² Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Departamento de Transportes, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança. Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

³ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Departamento de Transportes, Núcleo de Infraestruturas de Transportes, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

Sumário

A atividade de investigação científica que é realizada no Departamento de Transportes do LNEC está organizada no âmbito de um “Programa de Investigação, Desenvolvimento e Inovação” (ID&I) que se enquadra na estratégia de investigação da instituição para 2013-2020. Na presente comunicação descrevem-se os principais aspetos de uma avaliação intercalar do referido programa, cobrindo o período de 2013 a 2017, com referência a resultados globais obtidos. Ilustra-se esta apresentação com exemplos de projetos já concluídos, inseridos em diferentes temáticas, e tecem-se algumas considerações adicionais sobre o desenvolvimento da atividade a prosseguir neste quadro e na preparação de um programa para o período subsequente.

Palavras-chave: Transportes; Planeamento, tráfego e segurança; Infraestruturas de transportes; Investigação, desenvolvimento e inovação; Programa de ID&I.

1 INTRODUÇÃO

O Departamento de Transportes (DT) - uma das oito unidades departamentais do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) - detém competências na área das infraestruturas rodoviárias, aeroportuárias e ferroviárias, bem como nas do tráfego e segurança rodoviária e do planeamento e economia de transportes. A atividade de investigação no DT é desenvolvida através de projetos que visam objetivos inseridos naturalmente nas referidas áreas ou em áreas afins. Para a seleção desses projetos, o seu enquadramento e acompanhamento, em resposta a desafios que se colocam atualmente à sociedade, foi estabelecido um “Programa de Investigação, Desenvolvimento e Inovação” (ID&I) deste Departamento para 2013-2020, em consonância com as orientações e as linhas programáticas constantes da estratégia de investigação do LNEC para o mesmo período [1].

O referido Programa de ID&I foi apresentado numa comunicação ao 8º Congresso Rodoviário Português na qual o mesmo foi caracterizado em termos da sua estrutura, temas e linhas prioritárias de investigação, bem como identificados os seus projetos mais relevantes nos domínios rodoviário e ferroviário [2].

Este programa foi entretanto objeto de uma avaliação intercalar que cobriu o período que decorreu desde o seu início até ao fim de 2017, e que se baseou nos resultados obtidos em cada uma das sete linhas de investigação aí contempladas e agrupadas de acordo com três grandes áreas temáticas: 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.

Na presente comunicação efetua-se uma caracterização sumária deste Programa de ID&I (Capítulo 2) e seguidamente (Capítulo 3) descreve-se a metodologia adotada e apresentam-se os resultados globais da referida

avaliação intercalar, com referência, designadamente: à promoção do conhecimento científico e à capacitação por via de orientações de teses de doutoramento, dissertações de mestrado e concessão de bolsas; à produção de publicações científicas e técnicas; à disseminação de conhecimentos através de comunicações e palestras; e quanto a outros impactos na organização e na sociedade. São além disso focados alguns aspetos conclusivos deste exercício.

Por forma a ilustrar a atividade desenvolvida em diferentes temáticas e linhas de investigação que são abordadas no Programa, apresentam-se (Capítulo 4) quatro projetos que foram já concluídos no seu âmbito. Conclui-se (Capítulo 5) com referência a algumas orientações para a prossecução das atividades de investigação no período remanescente (2018-2020) e também para a preparação de um novo programa para o período subsequente, tendo em conta o enquadramento e desenvolvimentos recentes em matéria de transportes e mobilidade, não só no âmbito tecnológico mas também económico e social nos contextos português, europeu e global.

2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO PROGRAMA DE ID&I

O Programa de ID&I 2013-2020 do DT foi concebido para dar resposta a questões e desafios que se colocam à sociedade com acuidade em diferentes áreas do domínio dos transportes, numa perspetiva de curto/médio prazo, em consonância com preocupações a este nível ditadas pela realidade nacional e também veiculadas por instâncias internacionais de referência.

Assim, foram adotadas no referido programa três “Temáticas Objeto” (TO) abrangentes, no âmbito de cada uma das quais se definiram linhas de investigação prioritárias, atentas as atribuições, competências e meios disponíveis [3]. Para cada uma destas linhas, abaixo identificadas, concorrem um ou mais projetos a cargo dos investigadores, cujos resultados deverão constituir contributos para os objetivos esperados da investigação na respetiva temática. As áreas de competência do DT são complementadas, neste contexto, pelas detidas quer por outras unidades departamentais do LNEC quer por parceiros externos.

TO1 - Renovação e gestão patrimonial das infraestruturas de transporte

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

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

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 deste programa, não só fica enquadrado por uma “temática objeto”, como estará, à partida, inserido na matriz programática estabelecida no quadro mais alargado da estratégia de investigação do LNEC (E2I) e no respetivo plano (P2I).

3 AVALIAÇÃO INTERCALAR DO PROGRAMA

3.1 Metodologia

Foi previsto um processo de acompanhamento da execução do Programa de ID&I do DT através quer de intervenções regulares, sobretudo para atualização de fichas elaboradas para cada um dos projetos nele inseridos à medida que vão produzindo resultados, quer da realização de uma revisão mais abrangente do programa. Para o efeito foi criado um grupo de acompanhamento composto por três investigadores.

Do ponto de vista metodológico foi decidido que a referida revisão, que se concretizou numa avaliação intercalar para o período 2013-2017, se deveria basear na apreciação realizada ao nível de cada uma das sete linhas de investigação do programa, com a identificação e caracterização sumária dos respetivos projetos, a cargo dos investigadores responsáveis, e também de outras candidaturas submetidas no seu âmbito, dando especial ênfase aos resultados já obtidos no período em referência. Estes resultados foram organizados e distribuídos por quatro grupos, respeitantes a: Promoção do conhecimento científico e técnico; Publicações científicas e técnicas; Disseminação do conhecimento científico e técnico; Impacto na sociedade e na sustentabilidade da organização.

Para uma análise quantitativa, foram, para cada um dos referidos grupos, selecionados conjuntos de indicadores específicos, como se ilustra no Quadro 1 (em 3.2), onde os mesmos estão identificados e os seus valores vertidos por temática e no cômputo geral do Programa.

A informação relativa às linhas foi concatenada para efeitos da avaliação ao nível das três temáticas objeto, e a junção da informação sobre estas proporcionou a avaliação do programa na sua globalidade. Para cada um destes três níveis foram obtidos os valores dos indicadores quantitativos e efetuada uma apreciação qualitativa da execução, que consta do relatório de avaliação produzido [4].

3.2 Principais Resultados

Relativamente à temática TO1, que incide na infraestrutura enquanto meio de suporte físico às operações de transporte, verificou-se que as três linhas de investigação que inclui (L11, L12 e L13) se complementam na prossecução dos objetivos delineados, ao abordarem, respetivamente, as questões relacionadas com os materiais e produtos para a construção das infraestruturas de transportes, a caracterização e modelação física ou matemática do seu comportamento funcional e estrutural, e o desenvolvimento de métodos e ferramentas para uma gestão moderna e eficiente destes ativos.

No conjunto das três linhas verificou-se uma intensa atividade, com 13 projetos de investigação dos quais 7 já concluídos na vigência do Programa (ver dois exemplos destes projetos no Capítulo 4). Foram obtidos resultados significativos nesta temática, cujos principais indicadores quantitativos se apresentam no Quadro 1. Da atividade realizada destaca-se a orientação de 7 teses de doutoramento e de muitas dissertações de mestrado, grande número de artigos, comunicações e outras publicações. Acresce que, inserido nesta temática, foi apresentado em provas públicas e aprovado um Programa de Investigação e de Pós-Graduação no domínio ferroviário.

Como um dos aspetos a relevar dos resultados já obtidos na temática TO1 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 soluções com campos de aplicação comuns. Outro aspeto positivo prendeu-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].

A temática TO2, por seu lado, abarca questões relativas à operação nas redes de transportes decorrente da utilização das infraestruturas, com especial incidência na vertente da segurança rodoviária. Em relação às duas linhas de investigação que a compõem, na primeira (L21), centrada na mitigação dos fatores de risco, verificou-se uma atividade significativa no período em apreço, traduzida em 4 projetos, 3 dos quais com financiamento europeu, com resultados visíveis em termos de publicações e de outras ações de disseminação, além da orientação de 3 teses de doutoramento e 2 de mestrado. Na outra linha (L22), relativa ao caso particular da operação e segurança dos modos ativos/suaves de transporte, o desenvolvimento ficou aquém do esperado, em especial devido a não terem tido sucesso 6 candidaturas a financiamento externo nesta área, tendo-se limitado a algumas orientações de dissertações de mestrado e alguns documentos publicados. No Quadro 1 apresentam-se os indicadores da temática TO2 e, no Capítulo 4, o exemplo de um projeto em que esta temática foi abordada.

Quadro 1. Indicadores quantitativos referentes aos resultados globais da atividade desenvolvida no âmbito do programa de ID&I (2013-2020) do DT [4]

Indicador		Temática			
		TO1	TO2	TO3	Programa
Promoção de conhecimento científico e capacitação	N.º de teses de doutoramento (D) e dissertações de mestrado (M) orientadas	7(D) e 24(M)	3(D) e 6(M)	4(M)	10(D) e 34(M)
	N.º de acolhimentos no LNEC (alunos de mestrado e de doutoramento)	16	5	8	29
	N.º de bolsas de investigação atribuídas (LNEC, FCT, etc.)	4	2	1	7
Publicações científicas e técnicas	N.º de artigos publicados em revistas	23	8	5	36
	N.º de livros ou capítulos de livro	5	-	1	6
	N.º de relatórios ou notas técnicas com edição LNEC	7	4	-	11
	N.º de outros relatórios científicos de projetos (CE, FCT, etc.)	24	3	7	34
	N.º de comunicações publicadas	64	18	6	88
	N.º de outras publicações	-	-	7	7
Disseminação do conhecimento científico e técnico	N.º de comunicações apresentadas	32	23	11	66
	N.º de palestras e outras apresentações orais por convite	22	8	5	35
	N.º de eventos científicos e técnicos (co)organizados	6	1	9	16
	N.º de cursos e outras ações de formação (co)organizados ou ministrados	3	1	3	7
Impacto na sociedade	N.º de candidaturas submetidas (S) e aprovadas (A) de projetos em parceria (outros setores do LNEC e/ou entidades externas)	21(S) e 8(A)	14(S) e 3(A)	11(S) e 3(A)	46(S) e 14(A)
	N.º de projetos submetidos (S) e aprovados (A) ao P2I do LNEC	6(S) e 6(A)	1(S) e 1(A)	-	7(S) e 7(A)
	N.º de prémios obtidos associados aos projetos concretizados	-	-	1	1
	Novo “software”(S) específico (adquirido ou desenvolvido) e novos equipamentos, protótipos ou instalações experimentais (EPI)	1(S) e 4(EPI)	-	-	1(S) e 4(EPI)

Relativamente à temática TO3, que incide sobre a avaliação de sistemas de transportes e melhoria da mobilidade urbana, através de soluções inovadoras, visando, designadamente a mobilidade sustentável, a descarbonização da mobilidade e a satisfação da equidade em termos da acessibilidade, verificou-se que as duas linhas que incluiu (L31 e L32) se complementaram para o prosseguimento, no período em apreço, dos objetivos estabelecidos. Foi deste modo consolidado o conhecimento sobre medidas inovadoras visando a descarbonização da mobilidade em cidades, sobre soluções tecnológicas e intermodais/multimodais custo-eficazes através da realização de casos de estudo nacionais e internacionais, centrados na avaliação do transporte de passageiros e de mercadorias, sobre a incorporação de critérios de equidade social nos planos de mobilidade urbana sustentável e sobre a melhoria de métodos de avaliação de planos e projetos de transporte. Estas linhas enquadraram, respetivamente, 3 e 2 projetos com financiamento europeu que ficaram concluídos no período em apreço. Sete outras candidaturas a financiamento externo não foram, contudo, aprovadas. Como resultado da atividade desenvolvida foram orientadas 4 dissertações de mestrado, proporcionados acolhimentos a investigadores e doutorandos estrangeiros, publicados diversos artigos em revistas e comunicações, e participado na elaboração de vários documentos de projetos europeus. Atendendo aos poucos recursos humanos adstritos a esta temática ficou evidenciada uma

elevada produtividade. No Quadro 1 apresentam-se os indicadores quantitativos da temática TO3 e, no Capítulo 4, o exemplo de dois projetos em que esta temática foi abordada.

Da apreciação efetuada ressaltou um aspeto comum às três temáticas, que consistiu no grande número de candidaturas submetidas a programas nacionais e internacionais, muitas das quais não obtiveram financiamento externo, com reflexos negativos na sustentabilidade da atividade de investigação. Por outro lado, no período em análise, o número de projetos com financiamento interno, do orçamento do LNEC (projetos P2I), foi significativamente maior na temática TO1 (6 projetos) em comparação com TO2 (1 projeto) e TO3 (0 projetos).

3.3 Aspetos conclusivos

A avaliação intercalar do Programa de ID&I evidenciou uma atividade intensa, com forte mobilização dos investigadores e bolsiros de investigação, contando também com vários contributos de outras unidades departamentais do LNEC e de parceiros externos. Esta atividade distribuiu-se por 22 projetos, tendo ficado concluídos 11 no período 2013-2017, durante o qual 14 projetos obtiveram financiamento externo num valor da ordem de 0,5M € proveniente de fontes nacionais (40%) e europeias (60%).

Em termos conclusivos considera-se a experiência da execução do Programa como globalmente muito positiva, por vários motivos, de que se salientam os seguintes:

- Foi proporcionado aos investigadores intervenientes o devido enquadramento para os projetos sob sua responsabilidade, de forma a prosseguirem objetivos comuns, identificados ao nível dos desafios atuais que se colocam à sociedade no domínio dos transportes, nos contextos nacional, europeu e global;
- Foram obtidos resultados já significativos, a que não foi alheia, nomeadamente, uma forte mobilização dos recursos humanos envolvidos nas atividades de investigação científica, assim como nas atividades de disseminação daí decorrentes, sob diferentes formas;
- Foram demonstradas as competências e capacidades dos investigadores do LNEC, e em particular do DT, no desenvolvimento de tarefas conjuntas com parceiros nacionais e internacionais;
- Foram dados vários contributos para a promoção do conhecimento científico e da formação avançada, designadamente através de orientações de 10 teses de doutoramento e 34 dissertações de mestrado, bem como do acolhimento de um elevado número de formandos (29);
- Ficou evidenciada uma profícua ligação entre o DT e vários outros setores do LNEC quer na execução de projetos quer na preparação de candidaturas, numa ótica de transversalidade e de multidisciplinaridade, tirando partido das sinergias proporcionadas pela instituição;
- Foi prosseguida uma interação com empresas que atuam no setor dos transportes, trazendo algumas como parceiros ativos para as atividades de investigação e também como fontes de financiamento.

Não obstante, foram também detetadas algumas inconsistências e aspetos menos conseguidos face ao expectável inicialmente: i) algum desequilíbrio entre as linhas de investigação quanto aos recursos humanos adstritos às mesmas; ii) desigual distribuição pelas três temáticas do financiamento por verbas do orçamento do LNEC aos respetivos projetos; iii) valor total do financiamento externo angariado para a investigação inferior ao esperado, tendo em conta as múltiplas candidaturas submetidas (46) e uma taxa de sucesso aceitável (30%).

Houve que contar igualmente com constrangimentos e dificuldades de vária ordem de natureza exógena, tais como: restrições orçamentais e entraves inerentes à administrativa pública que se traduziram, por exemplo, em demoras e mesmo impossibilidades na aquisição de equipamentos e outros recursos; dificuldades de recrutamento de meios humanos; efeitos negativos para as expectativas dos investigadores decorrentes do continuado congelamento das respetivas progressões na carreira; e demoras ou mesmo fortes restrições, em certos projetos, na disponibilização de dados detidos por outras entidades, mesmo do setor público.

4 EXEMPLOS DE ALGUNS PROJETOS CONCLUÍDOS

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

Este projeto, integrado na linha L11 do Programa de ID&I do DT, com financiamento do LNEC, foi desenvolvido tendo 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. De referir que, apesar de, na maioria dos países europeus, a aplicação destas misturas ser bastante comum em estradas de tráfego elevado, aeroportos e zonas portuárias, em Portugal a sua aplicação é ainda relativamente recente [5]. De facto, este produto não está ainda contemplado no Caderno de Encargos Tipo de Obra (CETO) da Infraestruturas de Portugal (IP) [5].

As referidas misturas betuminosas apresentam um elevado desempenho, sendo particularmente interessantes para aplicação em camadas de desgaste pela sua resistência ao fendilhamento e à deformação permanente. O seu melhor desempenho à deformação permanente resulta da estrutura pétreia que oferecem, fortemente baseada na utilização de uma curva granulométrica descontínua, promovendo o contacto das partículas dos agregados grossos (efeito "*stone-on-stone*"). Contudo, a otimização do contacto entre as referidas partículas requer uma adequada formulação, de modo a que a quantidade de mástique betuminoso (agregados finos, fíler, aditivos estabilizantes e betume) seja inferior ao “volume de vazios” disponível nos agregados grossos. Neste contexto, o presente projeto de investigação teve como principais objetivos contribuir para o desenvolvimento de um método de formulação a adotar para as SMA baseado numa análise volumétrica e para o melhor conhecimento do seu desempenho. Na Figura 1 exemplificam-se diversas vertentes dos trabalhos experimentais levados a cabo.

O projeto enquadrou o desenvolvimento de uma tese de doutoramento, designada “Misturas betuminosas de alto desempenho do tipo *Stone Mastic Asphalt* – Formulação, fabrico, aplicação e desempenho” [7], cujos trabalhos experimentais decorreram, na sua maioria, no Núcleo de Infraestruturas de Transportes (NIT) do DT.



Fig.1. a) Fabrico de SMA em laboratório (mistura a quente de agregados, fibras e betume); b) Recolha de carotes em obra para caracterização em laboratório; c) Ensaios de avaliação do desempenho: suscetibilidade ao escorrimento (método de *Schellenberg*), sensibilidade à água em ensaios de tração indireta; resistência à deformação permanente em ensaios de simulação em pista de laboratório.

4.2 Projeto COURSE – “*Continuous evaluation of railway tracks for efficient asset management*”

Este projeto, integrado na linha L13 do Programa de ID&I do DT, foi financiado pela Agência Portuguesa de Inovação, no âmbito do programa Portugal 2020 – “33/SI/2015 – Projetos de I&DT empresas em copromoção”, tendo sido objeto de uma parceria entre o LNEC e a empresa Mota-Engil, com início em finais de 2016 e já concluído. O setor do LNEC/DT envolvido foi o Núcleo de Infraestruturas de Transportes (NIT).

O projeto teve em vista conceber, desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de uma abordagem inovadora e integrada de avaliação do desempenho da via-férrea, que contribuísse 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 (Figura 2) [8]. Para a persecução destes objetivos, o projeto contemplou 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; e demonstração de sistemas numa via-férrea em exploração.

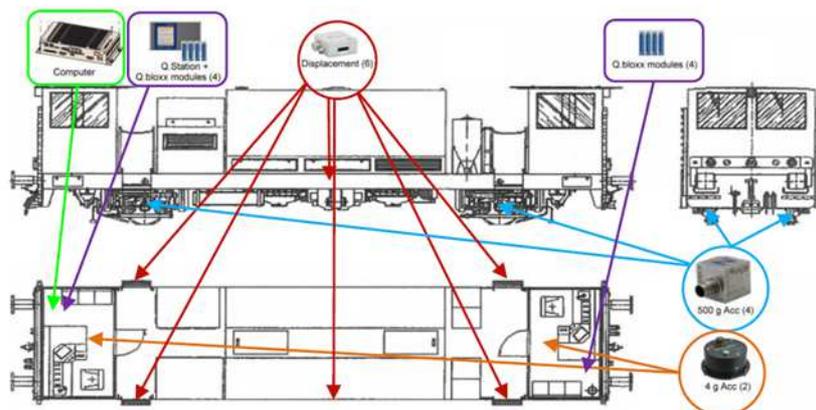


Fig.2. Esquema do sistema de inspeção e medição instalado em veículo ferroviário [8]

Neste âmbito, desenvolveram-se e validaram-se, em ambiente laboratorial, os subsistemas que permitem, respetivamente, realizar a medição da rigidez vertical da via-férrea e realizar a identificação dos locais ou de situações que induzam perturbações significativas na interação dinâmica entre o carril e os rodados do veículo. Procedeu-se ao desenvolvimento de um sistema integrado de aquisição de dados e foram validados os sistemas de medição, de aquisição e de pós-processamento, num modelo físico de via-férrea à escala real no LNEC.

Após a adaptação de um veículo ferroviário autopropulsionado para acolher os novos sistemas, procedeu-se à calibração e validação dos sistemas em testes piloto. Finalmente, demonstrou-se o funcionamento dos sistemas embarcados numa via-férrea da rede nacional, em exploração, tendo-se comprovado o seu bom funcionamento.

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

Este projeto foi financiado pela Comissão Europeia ao abrigo do programa H2020. Tratou-se de uma “Coordination and Support Action” (CSA) coordenada pelo “Forum of European Highway Research Laboratories” (FEHRL), tendo a participação do LNEC/DT, enquanto parceiro, envolvido vários setores. A participação no seu WP3 “Safety and Security” foi integrada na linha L21 do Programa de ID&I do DT, enquanto a participação no WP4 “Energy and Carbon” foi integrada na linha de investigação L31, ambas com intervenção de investigadores do Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança (NPTS). Os trabalhos tiveram início em maio de 2015 e a duração de dois anos.

O objetivo principal do projeto USE-iT consistiu em identificar, em conjunto com os vários intervenientes do sistema (“stakeholders”), os desafios que os diferentes modos de transporte têm de enfrentar no futuro para cada área abordada (segurança, redução de carbono, etc.), tendo em vista desenvolver um roteiro para a investigação multimodal que inclua as várias tecnologias e abordagens metodológicas que foram identificadas como possíveis respostas a esses desafios. A metodologia baseou-se no programa FORx4 do FEHRL [8] na qual os quatro modos de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo) são cruzados com quatro domínios (infraestrutura, tecnologia, governação e clientes) para formarem um sistema de transporte holístico para o futuro (Figura 3). Assim, o projeto identificou áreas potenciais para a transferência de boas práticas entre os referidos modos de transporte e outras áreas onde se pode prever uma investigação colaborativa.

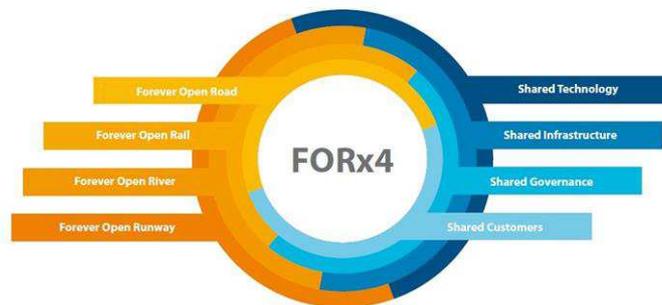


Fig.3. Programa FORx4 [9]

Na área “*Safety and Security*” reuniu-se conhecimento e analisou-se a forma como operadores e gestores das infraestruturas de transporte podem melhorar as operações e os procedimentos de segurança e de proteção pessoal em todos os modos de transporte, através da partilha de conhecimentos, experiências e reforço da cooperação [10]. Foi identificado um número significativo de tecnologias e de abordagens com potencialidade para melhorar a segurança nos vários modos e avaliada a possibilidade da sua transferibilidade entre modos (“*cross-modal*”). Em conformidade, no tema da segurança (*Safety*) foi identificado um conjunto de desafios transversais aos modos de transporte [11], enquanto em matéria de segurança pública/pessoal (“*Security*”) o projeto identificou quatro desafios principais: “Ciber-segurança”; prevenção do crime através do projeto de espaço público/melhoria do ambiente urbano; segurança no ambiente de tráfego mantendo as exigências de privacidade dos passageiros; e deteção remota de explosivos e de outros materiais perigosos.

A área “*Energy and Carbon*” centrou-se na temática da redução de carbono e da eficiência energética, com uma abordagem multimodal. Foi analisado um conjunto de tecnologias, tendo-se procedido à avaliação das mesmas seguindo diversos critérios. Foram identificados desafios comuns aos diferentes modos: a eliminação gradual de combustíveis fósseis nos veículos, a geração de energia renovável, a melhoria da eficiência do combustível, a redução do carbono nas infraestruturas, a melhoria da eficiência energética do sistema de transporte, a melhor gestão de ativos, a consideração de parâmetros energéticos e de emissões de carbono no planeamento de transportes, a governação e a atuação sobre o comportamento dos clientes dos serviços de transporte [12].

4.4 Projeto SOLUTIONS – “*Sharing Opportunities for Low Carbon Urban Transportation*”

Este projeto foi financiado pelo programa Transportes da Comissão Europeia (CSA do FP7) e coordenado pelo “*Wuppertal Institut fur Klima Umwelt, Energie*” da Alemanha, tendo o LNEC como um dos parceiros, sendo esta participação integrada na linha L31 do Programa de ID&I do DT. Os trabalhos tiveram início em maio de 2013 e foram concluídos em dezembro de 2016.

O objetivo principal do projeto SOLUTIONS consistiu em apoiar as cidades (abrangendo países da Europa, Ásia, América Latina e do Mediterrâneo) no desenvolvimento e intercâmbio de soluções inovadoras de transporte urbano, visando a mobilidade sustentável e hipocarbónica, contemplando os seguintes “*clusters*” temáticos: a) transporte público (“*Bus Rapid Transit*”, autocarros elétricos, etc.); b) infraestruturas de transporte (para modos ativos de transporte); c) logística urbana; d) planeamento integrado/planos de mobilidade urbana sustentável; e) gestão da mobilidade e redes de transporte; f) veículos limpos (combustíveis alternativos hipocarbónicos e produção de energia elétrica para veículos através de fontes renováveis).

Uma investigadora do Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança do LNEC/DT, coordenou um caso de estudo na cidade de Águeda, visando a avaliação da procura por novas tecnologias de mobilidade elétrica de duas rodas (bicicleta elétrica “BeÁgueda”) e a descarbonização da mobilidade, em linha com a Estratégia de Mobilidade Sustentável do município. Foi desenvolvido um inquérito de preferências reveladas e declaradas para se obter a valorização pela população-alvo (alunos de escolas secundárias) de atributos da deslocação em bicicleta (opções tecnológicas e de infraestrutura). Foi recolhida uma amostra estatisticamente significativa (2232 observações), tendo sido possível estimar modelos de escolha discreta para conhecer antecipadamente quais os atributos da bicicleta elétrica e da infraestrutura rodoviária que são mais valorizados pelos potenciais utilizadores. Este estudo foi considerado inovador e objeto de comunicações em conferências nacionais e internacionais de transporte, e publicação em revista científica [13].

Para além dos relatórios de ID&I, um dos resultados importantes do projeto foi a cooperação internacional que pôde ser estabelecida com várias entidades e organizações de referência ao nível internacional, abrangendo também os mercados de economias emergentes. Em relação à intervenção do LNEC/DT neste âmbito, importa referir a cooperação havida com a Prefeitura de Belo Horizonte no Brasil (Figura 4), designadamente na temática dos planos de mobilidade urbana e dos indicadores de monitorização [14], na elaboração de vários documentos de referência, bem como na colaboração na docência de um curso internacional do projeto sobre planos de mobilidade urbana sustentável.



Fig.4. Projeto SOLUTIONS em Belo Horizonte: corredor BRT e bicicleta pública partilhada [14]

5 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No período restante de vigência do Programa de ID&I do DT, até 2020, importa, simultaneamente, concluir onze projetos que estão em curso, iniciar eventuais projetos resultantes de candidaturas com sucesso e preparar um novo programa, tendo em conta uma realidade, nacional e internacional, que entretanto sofreu alterações e evoluiu, também por via dos resultados da própria investigação e da inovação trazida.

Ao nível internacional desenvolvem-se 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) para 2021-2027, designado “Horizonte Europa”, cuja estrutura deverá assentar em três pilares: “*Fundamental Science*”; “*Global Challenges*” e “*Open Innovation*”. Prevê-se, por exemplo, que o pilar dos “Desafios Globais” contenha “*clusters*” temáticos entre os quais o da “Energia e Clima,” que incluirá vários tópicos ligados à mobilidade.

Em relação às infraestruturas de transportes identificam-se desafios importantes, como os que decorrem dos efeitos das alterações climáticas e que determinam a necessidade de se aumentar a resiliência dessas infraestruturas, face a fenómenos extremos, através do desenvolvimento de novos materiais e de técnicas de construção e conservação inovadoras, em paralelo com estratégias de gestão, de modo a potenciar o funcionamento multimodal das redes de transportes. Outro desafio prende-se com a automação, como um fator de mudanças nos padrões de mobilidade, com incidência não só nas tecnologias dos veículos e de apoio à condução mas também em novos requisitos para as infraestruturas e para a gestão do tráfego, com recurso a sistemas “inteligentes”. Por seu lado, a investigação em segurança rodoviária deverá ser capaz de dar resposta a problemas emergentes em ambientes rodoviários em transformação, onde coexistirão durante um longo período tecnologias tradicionais e novas soluções de mobilidade. Será também necessário incrementar ações visando a mobilidade integrada, de baixo carbono e socialmente inclusiva, como contributos da área dos transportes, nomeadamente, para o cumprimento de objetivos e compromissos internacionais sobre o clima e o desenvolvimento sustentável (Objetivos da ONU, Acordo de Paris, Agendas da UE, etc.).

Ao nível nacional haverá que, com base numa correta interpretação e reflexão sobre as mudanças operadas nos últimos anos e sobre a realidade portuguesa em termos de mobilidade urbana e interurbana, na sua articulação com as redes e sistemas de transportes, 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. A iniciativa do Governo de promover e consensualizar um Plano Nacional de Infraestruturas (PNI 2030) constitui uma referência a ter em conta. Na área da Ciência, sob a égide da FCT foram elaboradas ou estão em preparação

agendas de investigação (p. ex. “Economia Circular” e “Alterações Climáticas”) em que os Transportes têm uma presença relevante. Não obstante, seria conveniente que a investigação sobre problemas específicos dos transportes, nas suas diversas vertentes, estivesse contemplada numa agenda própria.

Para programar a sua atividade de investigação futura no contexto apresentado, o Departamento de Transportes do LNEC deverá não só potenciar estrategicamente os meios disponíveis e prever a sua renovação, mas também continuar a apostar na 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.

6 REFERÊNCIAS

1. LNEC, *E2I - Estratégia de Investigação e Inovação 2013-2020*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 397/2014-CD, Lisboa, 2014.
2. A. L. Macedo – *O Programa de ID&I do Departamento de Transportes do LNEC: Projetos de Investigação nos Domínios Rodoviário e Ferroviário*, Artigo publicado nas Atas do 8º Congresso Rodoviário Português, ISBN 978-989-98338-2-1, CRP, Lisboa, 2016.
3. A.L. Macedo, *Estratégia e Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 110/2015-DT/Chefia, Lisboa, 2015.
4. A.L. Macedo, E. Arsénio, F. Batista, *et al.*, *Programa de ID&I 2013-2020 do Departamento de Transportes do LNEC – Revisão Intercalar (2013-2017)*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 249/2018-DT/Chefia, Lisboa, 2018.
5. F.A. Batista, H. Miranda, M.L. Antunes, S. Lanchas, F. Martinho, *Aplicações de misturas betuminosas de elevado desempenho em redes viárias urbanas*, 2.^{as} Jornadas de Investigação e Inovação do LNEC – Cidades e Desenvolvimento, Lisboa, LNEC (ed.) ©, 2012.
6. EP S.A. (atual IP – Infraestruturas de Portugal), *Caderno de Encargos Tipo Obra*, Volume V: 03 – Pavimentação – Capítulo 14.03, Almada, 2014.
7. H. Miranda, *Stone Mastic Asphalt – Formulação, Fabrico, Aplicação e Desempenho*, Tese de Doutoramento. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 2016.
8. C. Santos, P. Morais, A. Paixão, E. Fortunato, F. Asseiceiro, P. Alvarenga, L. Gomes, *An integrated monitoring system for continuous evaluation of railway tracks for efficient asset management*, 5th International Conference on Road and Rail Infrastructure (CETRA 2018), pp. 667-673. Zadar, Croatia, 2018.
9. K.Bizjak, D. Kokot, M. Broutin, A.C. Freire, P. Hornych, W. Peelen, U. Blume, P. Saleh, J. Wessel, *Description of the best practices of inspection and testing useful for other transportation modes and identification of common research*, Relatório do projeto FOX – “Forever Open infrastructure across [X] all transport modes” (Deliverable FOX D4.2), H2020, 2017.
10. I. Mocanu, P. Saleh, P. Machado (main editors), *Preliminary investigation on safety and security across modes and domains*, Deliverable 3.1, project USE-iT, 2015.
11. I. Erdelean, M. Rebelo, M., P. Saleh (main editors), *Report on common research challenges regarding safety and security*, Deliverable 3.2, project USE-iT, 2017.
12. Reeves, S.; Lamb, M.; Arsénio, E.; Zofka, E. - *Cooperation across transport modes to develop common research objectives for the reduction of energy consumption and carbon emissions*, Podium presentation, 7th Transport Research Arena TRA 2018, April 16-19, Vienna, 2018.
13. E. Arsénio, J. V. Dias; S. A. Lopes, H. Pereira, *Assessing the market potential of electric bicycles and ICT for low carbon school travel: a case study in the smart city of Águeda*, European Transport Research Review, 10-13, 2018 (<https://doi.org/10.1007/s12544-017-0279-z>).
14. E. Arsénio, M. Arioli, M. Amaral, O. Lah, L. Caccia, *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, 27-28 April, Bilbao, 2016.