



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ESTRATÉGIA DE I&D&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS DO LNEC

Lisboa • julho de 2015

I&D ESTRUTURAS

RELATÓRIO 204/2015 – **DE/Chefia**

Título

ESTRATÉGIA DE I&D&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS DO LNEC

Autoria

DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

José Manuel Catarino¹, Helena Maria Pires Cruz², Mary Mun de Oliveira Mimoso²

António Manuel dos Santos Baptista², Manuel José de Andrade Loureiro Pipa²

António Paulo Campos da Silveira², Luís Miguel Pina de Oliveira Santos²

Alfredo Peres de Noronha Campos Costa², Ema Paula de Montenegro Ferreira Coelho²

Rogério Paulo Matos Bairrão da Silva², José Maria Santos Rodrigues Saporiti Machado³

Lina Nunes³, Teresa Oliveira Santos³, Min Xu³

Fernando Vítor Marques da Silva³, Alexandra Maria Rodrigues de Carvalho³

Paulo José de Oliveira Xavier Candeias³, Ana Sofia Miranda da Silva Louro⁴

João Pereira Cabanas Gonçalves André⁴, João Pedro de Oliveira Dias Prudente dos Santos⁴

António Santos Carvalho C. Araújo Correia⁴, Iara de Melo Barbosa Pereira⁴

1 Investigador-Coordenador

2 Investigador Principal

3 Investigador Auxiliar

4 Bolseiro Pós-Doutoramento

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnecc@lnecc.pt

www.lnecc.pt

Relatório 204/2015

Proc. 0301/1311/19674

ESTRATÉGIA DE I&D&I 2013-2020 DO DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS DO LNEC

Resumo

Este relatório apresenta a estratégia de I&D&I adotada pela Comissão Científica Departamental (CCD) do Departamento de Estruturas do LNEC (DE), em coerência com a estratégia de investigação e inovação (E2I) estabelecida pelo LNEC para o período 2013-2020 e respondendo ao Plano de Ação da E2I sobre o aprofundamento da E2I nas unidades departamentais do LNEC. Esta estratégia do DE enquadra nove linhas prioritárias de investigação, caracterizando-as em termos de conteúdos e de previsões de projetos, de participação de investigadores do DE, de outras unidades departamentais do LNEC e de parceiros externos.

Palavras-chave: Estruturas / Infraestruturas / Investigação e Desenvolvimento / Inovação

R&D&I STRATEGY 2013-2020 OF LNEC STRUCTURES DEPARTMENT

Abstract

This report presents the R&D&I strategy adopted by the Departmental Scientific Council (CCD) of the Structures Department of LNEC (DE), coherent with the research and innovation strategy (E2I) established by LNEC for the period 2013-2020 and answering to the request of the Action Plan of this E2I for a discussion of the global strategy within LNEC research units. This strategy of the DE adopts nine priority research lines and details its contents and previsions of projects and participation of research staff of DE, of other LNEC research units and of external partners.

Keywords: Structures / Infrastructures / Research and Development / Innovation

Índice

1	Introdução	1
2	Construção da Estratégia de I&D&I do Departamento de Estruturas.....	2
	2.1 Aprofundamento da E2I nas unidades departamentais de acordo com o Plano de Ação da E2I	2
	2.2 Procedimento adotado pela CCD do DE	2
3	Linhas prioritárias de investigação do Departamento de Estruturas	4
	3.1 Gestão de infraestruturas de transportes - GuEST	4
	3.2 Avaliação, reabilitação e reforço estrutural - ARRangE	5
	3.3 Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção - CONSTBIO	5
	3.4 Sistemas estruturais e produtos inovadores - SEPINov.....	6
	3.5 Aerodinâmica em energia e conforto - AerodEC	6
	3.6 Avaliação e mitigação de risco para ações extremas - ARISCA.ext	7
	3.7 Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural - ASSURE	8
	3.8 Metodologias de monitorização da integridade estrutural - MINERAL.....	8
	3.9 Modelação das ações e do comportamento estrutural - MACE	9
4	Caracterização da Estratégia de I&D&I do Departamento de Estruturas.....	10
	4.1 Elementos da estratégia	10
	4.2 Relação com a matriz programática da E2I do LNEC	10
	4.3 Projetos de I&D&I	12
	4.4 Participação das unidades de I&D&I do DE	12
	4.5 Participação dos investigadores do DE	13
	4.6 Participação de outras UD's do LNEC	14
	4.7 Parceiros externos	15
5	Desenvolvimento e acompanhamento.....	17
	Referências	18
	ANEXO Linhas prioritárias de investigação do DE	19

Índice de quadros

Quadro 4.1 – Relação com os eixos da matriz programática	10
Quadro 4.2 – Relação com as temáticas da matriz programática	11
Quadro 4.3 – Projetos de I&D&I	12
Quadro 4.4 – Participação das unidades do DE	13
Quadro 4.5 – Participação dos investigadores do DE	14
Quadro 4.6 – Participação de outras UD's do LNEC	15
Quadro 4.7 – Parceiros externos	15

1 | Introdução

Este relatório apresenta a estratégia de I&D&I adotada pela Comissão Científica Departamental do Departamento de Estruturas do LNEC (DE), em coerência com a estratégia de investigação e inovação (E2I) estabelecida pelo LNEC para o período 2013-2020 [1] e respondendo ao Plano de Ação da E2I [2] sobre o aprofundamento da E2I nas unidades departamentais do LNEC. Esta estratégia do DE enquadra nove linhas prioritárias de investigação, caracterizando-as em termos de conteúdos e de previsões de projetos, de participação de investigadores do DE, de outras unidades departamentais do LNEC e de parceiros externos.

O DE desenvolve atividade de I&D&I nos domínios da segurança de estruturas, do comportamento de estruturas em todo o ciclo de vida, designadamente do comportamento dinâmico de estruturas e da sua vulnerabilidade, da avaliação do risco sísmico, da aerodinâmica de estruturas, da avaliação do risco de degradação física e biológica da madeira e outros materiais de origem natural e da caracterização de produtos e sistemas de construção inovadores.

O DE apoia a tomada de decisão na gestão patrimonial de infraestruturas através da colaboração com entidades públicas e privadas, por meio de inspeções, ensaios e estudos, e assegura a representação nacional na elaboração dos Eurocódigos Estruturais bem como a elaboração das Normas Portuguesas que transpõem as Normas Europeias neste âmbito.

O DE realiza ensaios em mesas sísmicas e em túneis aerodinâmicos, medição de vibrações para a caracterização dinâmica de sistemas estruturais, monitorização, inspeção e ensaio de estruturas especiais e obras de arte, atividades de certificação e de homologação de sistemas estruturais e dos seus componentes, e peritagens para a averiguação de causas de acidentes e de anomalias estruturais.

2 | Construção da Estratégia de I&D&I do Departamento de Estruturas

2.1 Aprofundamento da E2I nas unidades departamentais de acordo com o Plano de Ação da E2I

De acordo com o Plano de Ação da E2I (parte 3 da E2I do LNEC) [2]:

“O aprofundamento da E2I nas Unidades Departamentais (UD) será um passo subsequente à aprovação da agenda estratégica do LNEC e visa 3 grandes objetivos:

- *Clarificar o contributo de cada UD para a prossecução da agenda estratégica do LNEC, interpretando e adaptando o conceito estratégico e as metas estabelecidas na E2I às condições específicas de cada Departamento e identificando as suas grandes áreas estratégicas de atuação em matéria de I&D&I;*
- *Identificar complementaridades e sistematizar áreas de interação com as outras UD na prossecução da agenda estratégica do LNEC;*
- *Preparar as UD para participarem na construção do P2I, identificando linhas específicas de I&D&I de cada Departamento e explicitando o modo como essa atividade se distribui na Matriz Programática.*

O aprofundamento da E2I nas UD será conduzido pela respetiva estrutura orgânica em articulação com a Comissão Científica Departamental (CCD), com o apoio do Grupo de Trabalho responsável por esta Linha de Ação.

O processo interno a cada UD deverá ser conduzido em moldes que permitam simultaneamente o reforço da sua coesão interna e uma maior legibilidade da sua identidade própria enquanto unidade de investigação no quadro do LNEC, bem como o reforço das relações de I&D&I com os principais parceiros estratégicos, internos e externos.

O processo de aprofundamento da E2I nas UD deverá ser continuado, através de uma ação regular de acompanhamento e avaliação de resultados ao longo de todo o período de programação (2013-2020), em moldes a definir conjuntamente por cada estrutura orgânica departamental e a respetiva CCD. As conclusões desse processo de acompanhamento e avaliação são traduzidas num relatório sucinto a apresentar no momento imediatamente antecedente de cada avaliação ordinária ou extraordinária da E2I”

2.2 Procedimento adotado pela CCD do DE

Para cumprir esta orientação do Plano de Ação da E2I do LNEC, a CCD do DE desenvolveu os seguintes passos:

- após a aprovação do parecer do Conselho Científico do LNEC sobre a E2I do LNEC, em reunião plenária a 11 de dezembro de 2013, o documento final da E2I foi divulgado e, numa reunião do DE em 7 de março de 2014, foi pedido aos investigadores do DE que apresentassem propostas de ideias de investigação e inovação, enquadradas na definição estratégica da E2I; estas propostas deveriam também mencionar os investigadores e setores do DE que poderiam participar em projetos de I&D&I associados, bem como outros setores do LNEC, parceiros externos, entidades interessadas e possíveis fontes de financiamento;
- em abril de 2014 decorreram sessões da CCD do DE de apresentação de 30 propostas de ideias de investigação e inovação, classificadas nos eixos da matriz estratégica da E2I;
- com base nestas propostas de ideias de investigação e inovação, em 18 de setembro de 2014, a CCD do DE escolheu sete temas de investigação prioritários (então designados por projetos P2I abrangentes), que correspondem a domínios de atividade que mereceriam atenção do DE, ainda que não se conseguisse obter financiamento externo associado;
- em maio de 2015 decorreram sessões da CCD do DE de apresentação de nove propostas de linhas de investigação prioritárias, seguindo os requisitos referidos no Plano de Ação para o aprofundamento da E2I nas unidades departamentais do LNEC;
- durante junho de 2015 foi atualizada a plataforma informática, acessível a todos os colaboradores do DE, em que foi inserida a informação associada às linhas de investigação prioritárias, permitindo o seu aperfeiçoamento pelos investigadores do DE;
- em 29 de junho de 2015, em nova reunião da CCD do DE, foi feita a apresentação geral da informação inserida na plataforma, bem como da versão preliminar deste relatório que depois foi disponibilizada a todos os investigadores do DE para recolha de contributos.

O capítulo 3 deste relatório apresenta, de forma resumida, o conteúdo das nove linhas prioritárias de investigação.

No capítulo 4 as linhas de investigação são caracterizadas pelos elementos associados à E2I do LNEC. A informação completa sobre as propostas das linhas prioritárias de investigação encontra-se no anexo deste relatório.

As linhas prioritárias de investigação deverão corresponder a propostas de projetos P2I de iniciativa do LNEC, sem que isso diminua a iniciativa de apresentação de candidaturas de financiamento externo associadas a essas temáticas. Uma linha de investigação prioritária deverá assim ser viabilizada por financiamento próprio e financiamento externo, sendo muito importante a monitorização dessa execução, tal como se refere no último capítulo do relatório.

3 | Linhas prioritárias de investigação do Departamento de Estruturas

3.1 Gestão de infraestruturas de transportes - GuEST

As infraestruturas de transportes são decisivas para o desenvolvimento da economia, para a competitividade do sector dos transportes e para a promoção da coesão social, assegurando a mobilidade e acessibilidade de pessoas e bens, objetivos do Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas (PETI3+) aprovado pelo Governo.

As obras de arte constituem pontos particularmente sensíveis de uma rede de transportes terrestres, pelas consequências sociais e económicas decorrentes de restrições à sua utilização. Neste contexto, a conservação de obras de arte tem vindo a merecer uma atenção crescente a nível internacional, face à progressiva consciência dos elevados encargos financeiros a ela associados, resultantes do progressivo envelhecimento das obras de arte, tornando evidente a necessidade de trabalhos de manutenção, ou mesmo de reabilitação, como forma de aumentar a longevidade das obras, de minimizar os riscos de acidente e prevenir o desenvolvimento de anomalias.

Surgiram assim os designados sistemas de gestão de obras de arte, auxiliando os donos de obra na gestão do seu parque de obras, envolvendo a recolha e armazenamento de informação relativamente ao estado de conservação de cada obra, identificando atempadamente os problemas mais urgentes, permitindo a sua hierarquização e a utilização mais racional dos recursos disponíveis, necessariamente limitados.

Os mais importantes donos de obra nacionais têm dedicado, desde o início do século, grande atenção a este assunto, implementando os seus sistemas de gestão de obras de arte.

O LNEC tem colaborado com diversos donos de obra na avaliação das suas obras, designadamente a Estradas de Portugal, o INAG e diversas autarquias, colaboração que nos últimos anos se tem alargado aos PALOP. No caso das Estradas de Portugal, empresa recentemente integrada na Infraestruturas de Portugal, foi estabelecido um protocolo que compreende, entre outras tarefas de consultoria, a apreciação de procedimentos e de manuais, a realização de inspeções de validação e a elaboração de recomendações para a inspeção de obras de arte especiais.

Apesar da notável evolução neste domínio, identificam-se quatro vertentes em que a contribuição do LNEC poderá ser relevante:

- Novas tecnologias para inspeção de pontes
- Integração da informação obtida *in situ* na avaliação do desempenho estrutural
- Desenvolvimento de modelos de degradação e manutenção de obras de arte
- Análise do ciclo de vida de obras de arte

3.2 Avaliação, reabilitação e reforço estrutural - ARRangE

O envelhecimento natural das estruturas, a sua deficiente conservação, a alteração de uso e as ações extremas são situações para as quais a intervenção do DE é solicitada no sentido de avaliar as condições de resistência, segurança e desempenho das estruturas. Esta atividade é frequentemente acompanhada da necessidade de apontar soluções que se traduzam numa efetiva reabilitação e reforço das estruturas existentes.

Estas são atividades de reconhecida importância e que se revestem de uma complexidade adicional quando comparadas com a realização de estruturas novas. A recolha de informação sobre as estruturas existentes, o seu tratamento estatístico, o conhecimento sobre as práticas construtivas de diferentes épocas, os regulamentos em vigor à data da sua construção, são aspetos essenciais neste campo mas não considerados na conceção e dimensionamento de estruturas novas. Por outro lado, o estabelecimento das relações causa-efeito em estruturas existentes e a redução da sua vulnerabilidade requerem um conhecimento aprofundado do comportamento e capacidade real dos materiais, dos elementos estruturais e das estruturas completas sujeitas às várias solicitações.

Para enquadrar estas atividades, justifica-se a criação de uma linha de investigação sobre avaliação, reabilitação e reforço estrutural, que tire partido das valências existentes em termos da capacidade instalada para realizar ensaios sobre materiais, elementos estruturais, subestruturas e estruturas completas, tanto em ambiente de laboratório como em situações reais, e amplie o conhecimento existente.

Esta linha de investigação incluirá, entre outros aspetos, a reabilitação e o reforço sísmico, o estudo do desempenho de soluções de reforço tradicionais e o desenvolvimento de sistemas inovadores. Contemplará a realização de estudos experimentais e de simulações numéricas, e ainda o desenvolvimento de documentos normativos ou recomendações para a avaliação, reforço e reabilitação de estruturas.

3.3 Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção - CONSTBIO

Pretende-se desenvolver novos produtos à base de biomateriais (incluindo produtos híbridos ou compósitos) para a indústria de construção. O estudo compreenderá a possibilidade de produtos customizados, funcionais e inteligentes.

Pretende-se ainda otimizar produtos existentes no mercado (com possíveis ações de demonstração) numa perspetiva de estímulo ao estabelecimento de parcerias com a indústria.

Nesta linha torna-se necessário avaliar riscos de degradação biológica in situ, importante para o estudo e desenvolvimento de produtos e processos de tratamento de materiais de origem natural e para o desenvolvimento, caracterização e otimização, em particular na sua suscetibilidade à degradação biológica, de produtos para a construção com adição de bio-resíduos. Pretende-se uma

melhoria do comportamento térmico e acústico com uma diminuição significativa da sua pegada ecológica.

Para este objetivo é necessário desenvolver novos métodos laboratoriais e de campo para ensaio da suscetibilidade à degradação biológica de materiais de origem natural.

3.4 Sistemas estruturais e produtos inovadores - SEPINov

A conjuntura atual tem forçado as empresas nacionais a procurar novos mercados. No caso das indústrias que produzem sistemas industrializados para construção de edifícios leves, kits para realização de paredes ou pavimentos, ou outros produtos prefabricados para a construção, têm sido exploradas novas utilizações, em particular as relacionadas com infraestruturas turísticas ou de apoio ao lazer. Têm, paralelamente, sido procuradas oportunidades no mercado externo, por exemplo africano e sul-americano, especialmente no campo da habitação de custos económicos, e na resposta a situações de emergência.

Para muitas dessas situações, o enquadramento regulamentar é diminuto ou inexistente, a informação é escassa e a aplicação de critérios ou exigências em vigor na União Europeia revela-se desajustada. O LNEC poderá desempenhar um papel fundamental no apoio a estas empresas, na identificação das exigências de desempenho aplicáveis / adequadas para cada caso, e na identificação dos riscos associados a utilizações e a condições de exposição menos habituais, designadamente no que se prende com as solicitações, a habitabilidade e a durabilidade. Poderá ainda colaborar de forma determinante no desenvolvimento de novos kits e sistemas de construção adaptados à realidade não europeia, bem como na apreciação técnica e na evidência de desempenho adequado desses produtos e sistemas inovadores, o que poderá constituir uma forte vantagem comercial e uma forma de gerir recursos de forma adequada.

3.5 Aerodinâmica em energia e conforto - AerodEC

Nesta linha de investigação, pretende-se desenvolver atividades no âmbito dos seguintes temas: vento em meio urbano, ventilação natural e aerodinâmica de veículos.

No referente ao vento em meio urbano, está em vista a monitorização de pequenas eólicas urbanas por forma a permitir uma correta avaliação das condições de funcionamento destes equipamentos. Tal será obtido através da avaliação local do recurso em causa, tendo em consideração a quantidade e qualidade da energia produzida, e também da quantificação dos níveis de vibração e de ruído gerados e transmitidos, nomeadamente através da estrutura dos edifícios onde esses equipamentos estão instalados.

Relativamente à problemática da ventilação natural, pretende-se caracterizar as estratégias de ventilação por abertura única (SSV – Single-Sided Ventilation) através de ensaios em túnel de vento e de modelação CFD (Computational Fluid Dynamics). Uma vez alcançada uma melhor compreensão, através da caracterização dos parâmetros que influenciam a eficácia desta estratégia de ventilação, pretende-se reunir um importante conjunto de recomendações para projetistas.

No que respeita à aerodinâmica de veículos, está em vista a caracterização do seu desempenho aerodinâmico e do seu impacte na envolvente. No domínio ferroviário, pretende-se dar continuidade ao estudo das implicações na segurança de circulação (cruzamento de comboios e circulação em túneis), na segurança e conforto na envolvente próxima das vias de circulação (por exemplo em plataformas de estações ferroviárias), na geração de ruído, na redução dos consumos e no conforto para os passageiros. No domínio automóvel, salienta-se a colaboração com a Universidade de Lisboa visando a caracterização aerodinâmica do veículo da Formula Student em desenvolvimento nessa universidade.

3.6 Avaliação e mitigação de risco para ações extremas - ARISCA.ext

As catástrofes ocorridas nos últimos anos têm demonstrado: (i) a importância da manutenção da operacionalidade de infraestruturas críticas (hospitais, centros de decisão e operação, vias de mobilidade e acesso, comunicações) e da resposta eficiente dos serviços de proteção civil, cujo tempo de resposta e otimização de alocação de recursos dependem dos seus planos de emergência, para os quais contribui, em grande medida, a qualidade dos modelos de previsão; (ii) o impacto económico significativo dos custos indiretos, pós-evento (por exemplo danos nas redes de abastecimento de energia e comunicações, necessidades de realojamento, perdas de aluguer no mercado imobiliário).

É pois prioritária uma linha de investigação que vise aumentar a robustez de centros urbanos e/ou infraestruturas críticas a ações extremas (sismos, ventos e ataques terroristas) contribuindo para o aumento da resiliência das populações face a cenários de catástrofe de forma mais eficiente e sustentável.

O simulador de Cenários Sísmicos existente no LNEC, LNECLoss, constitui uma importante ferramenta para a avaliação do Risco Sísmico (avaliar os danos no parque habitacional e nos pontos vitais e as perdas humanas em função de cenários de ocorrência criteriosamente selecionados) e sua mitigação em Portugal podendo ser utilizado, até ao momento, para: (i) o planeamento de emergência e sua gestão, uma vez que opera em tempo real; (ii) o apoio à decisão em estratégias de intervenção sobre o parque construído, permitindo estudar o seu efeito por áreas geográficas, tipo de construção, etc., e assim identificar as estratégias mais eficazes em termos de custo-benefício; (iii) a definição de taxas de prémio de risco sísmico no setor da indústria seguradora.

Face ao exposto anteriormente, é essencial aperfeiçoar e desenvolver novas ferramentas de simulação de perdas para avaliação de risco (por exemplo avaliação de custos indiretos) e estender o domínio de aplicação das ferramentas atualmente disponíveis, nomeadamente no campo da resposta pós-catástrofe e para outras ações como os ventos extremos não sinóticos (e por isso não contemplados nas regulamentações) e ataques terroristas.

3.7 Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural - ASSURE

A avaliação da segurança de estruturas mantém-se uma área de investigação em contínuo desenvolvimento e de interesse relevante, devido às elevadas expectativas da sociedade sobre o desempenho das construções. As metodologias recentemente desenvolvidas permitem reduzir as incertezas associadas às várias fases da referida avaliação, com base num melhor conhecimento dos vários parâmetros que condicionam os seus resultados.

Estes parâmetros podem ser de diversos tipos, como as ações e os seus efeitos sobre as estruturas (no caso da ação do fogo, por exemplo), as características dos materiais e dos produtos utilizados na construção, e os modelos de análise adotados para simular o comportamento da estrutura e quantificar a sua resistência e robustez.

A presente linha de investigação inclui uma análise crítica das metodologias e critérios atualmente utilizados na avaliação e aprovação das características mecânicas de materiais e produtos para a construção, e a sua reformulação com o objectivo de satisfazer os níveis de risco aceitáveis para os fabricantes e para os seus clientes. Esta análise inclui a recolha e tratamento de um grande volume de informação sobre diversos produtos, com diferentes geometrias e classes de resistência, produzidos por um número elevado de fabricantes, ao longo de mais de uma década de controlo da sua produção.

Prevê-se igualmente a realização de uma análise crítica dos métodos experimentais utilizados na avaliação das referidas características e o desenvolvimento e eventual revisão de normas de ensaio e de normas de produto, nomeadamente sobre varões para betão armado em aço inoxidável.

Pretende-se, através desta linha de investigação, contribuir para a melhoria do conhecimento do desempenho estrutural de edifícios, através do desenvolvimento de modelos avançados e de métodos de análise inovadores para a contabilização de incertezas associadas às características dos materiais, e da estimativa do impacto dos critérios de decisão utilizados no controlo da sua qualidade.

3.8 Metodologias de monitorização da integridade estrutural - MINERAL

Os sistemas de monitorização da integridade estrutural constituem um importante meio para a deteção e caracterização de anomalias, podendo, no caso dos elementos afetados não se encontrarem visíveis, ser o único meio capaz de efetuar o seu despiste.

Por outro lado, o desenvolvimento de novos sistemas de monitorização da integridade estrutural implica a otimização do seu desempenho e da sua relação preço/qualidade, e também que sejam desenvolvidas metodologias de tratamento da informação recolhida no âmbito da análise da integridade estrutural.

A otimização dos sistemas de monitorização estrutural tem por finalidade maximizar a informação com eles obtida, minimizando os custos envolvidos com a sua instalação e exploração. De outro ponto de vista, a disponibilização de equipamentos de custos reduzidos para a aquisição, processamento e transmissão de dados abre novas possibilidades, mas lança novos desafios da

definição de sistemas de monitorização da integridade estrutural. Assim, pretende-se com esta atividade adaptar as metodologias existentes para avaliação da condição estrutural aos novos paradigmas e novas arquiteturas associados a estas tecnologias emergentes.

O tratamento da informação recolhida para análise da integridade estrutural é levado a cabo, no âmbito da engenharia civil, com recurso a análise numérica de estruturas e segue o objetivo de simular numericamente situações prováveis de anomalias estruturais e avaliar a sua correlação com os dados de monitorização. A necessidade de desenvolver modelos numéricos específicos para cada estrutura e a mão-de-obra necessária na sua análise tornam esta tarefa dispendiosa. No entanto, a utilização de algoritmos de análise de dados, apelidados de técnicas de reconhecimento de padrões, para aferir a segurança de estruturas em tempo real exibem a grande vantagem de não dependerem do tipo de estrutura analisada e de serem computacionalmente eficientes. Exemplos conhecidos destas técnicas são as redes neuronais artificiais, as máquinas de suporte vetorial e a análise de clusters.

3.9 Modelação das ações e do comportamento estrutural - MACE

Esta linha de investigação pretende desenvolver, por um lado, a modelação das ações que atuam sobre as estruturas, nomeadamente a ação sísmica e a ação do vento, por outro, as metodologias de modelação numérica e física do comportamento estrutural.

No que se refere à ação sísmica, serão desenvolvidas metodologias de avaliação da perigosidade sísmica a nível regional ou local, incluindo sismo-próximo e seus efeitos em estruturas e lifelines, através de metodologias híbridas e considerando o comportamento não linear dos solos. Relativamente à ação do vento, serão adotadas ferramentas de simulação numérica de escoamentos exteriores utilizando Computational Fluid Dynamics (CFD), devidamente complementadas com modelos físicos.

No que respeita à modelação do comportamento estrutural, serão desenvolvidos e implementados modelos numéricos avançados com aplicação às atividades do DE, nomeadamente utilizando ferramentas de software aberto e de computação paralela. Serão também implementadas metodologias de ensaios híbridos (modelação física + numérica) com recurso à subestruturação estática ou dinâmica (ensaios estáticos, pseudo-dinâmicos e dinâmicos em tempo real).

Paralelamente serão feitos desenvolvimentos ligados à atividade experimental, tais como: arquivo, organização e disseminação de resultados experimentais numa base de dados partilhada; ferramentas e metodologias de identificação dinâmica para apoio a ensaios experimentais e in situ e a sistemas de monitorização contínua; aquisição e tratamento de dados experimentais por processamento de imagem, nomeadamente Data Image Correlation (DIC) e Particle Image Velocimetry (PIV). Especificamente relacionados com ensaios aerodinâmicos, pretende-se desenvolver e utilizar: balança aerodinâmica de 6 componentes; sistema de baixo custo para medição de cargas aerodinâmicas; medição de campos de velocidade 3D por planos de luz laser; ferramentas e metodologias de visualização de escoamentos (pressure sensitive paint, fumo, filme de óleo).

4 | Caracterização da Estratégia de I&D&I do Departamento de Estruturas

4.1 Elementos da estratégia

As nove linhas de investigação prioritária do DE descritas no capítulo anterior constituem os elementos essenciais da sua estratégia de I&D&I, caracterizadas pela sua relação com a matriz programática da E2I do LNEC, pelo seu potencial de execução de projetos de investigação e inovação e pela participação das unidades de I&D&I e dos investigadores do DE, de outras unidades departamentais do LNEC e de parceiros externos.

As análises a seguir apresentadas baseiam-se na informação sobre as propostas das linhas prioritárias de investigação incluídas no anexo deste relatório.

4.2 Relação com a matriz programática da E2I do LNEC

O Quadro 4.1 mostra a relação das nove linhas de investigação prioritária do DE com a matriz programática da E2I do LNEC, no que se refere aos eixos da matriz mencionados como eixos principais para cada linha.

Quadro 4.1 – Relação com os eixos da matriz programática

Eixo	Linha prioritária de investigação	
E1 – património construído	Gestão patrimonial de infraestruturas	GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes
	Reabilitação das construções	ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural
	Materiais, componentes e tecnologias da construção	CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção
		SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores
E2 – cidades e território	Transportes e mobilidade	---
	Regeneração urbana	---
	Governança e qualidade de vida	AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto
E3 – recursos naturais	Gestão integrada de recursos	---
	Utilizações dos recursos	---
E4 – risco e segurança	Avaliação do risco	ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas
	Medidas e tecnologias para a redução do risco	---
	Medidas e tecnologias para garantia de segurança	ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural
E5 – instrumentos para a inovação	Instrumentos de experimentação	---
		MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural
	Instrumentos de previsão e análise	MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural

Verifica-se que as nove linhas de investigação prioritária do DE contribuem para quatro dos eixos da matriz programática. A contribuição mais significativa é para o eixo 1 (quatro linhas de investigação), seguindo-se os eixos 4 e 5 (duas linhas em cada).

Considerando os eixos secundários mencionados, regista-se a contribuição da linha CONSTBIO para o eixo 3-2, a contribuição da linha ARRangE para o eixo 4-2 e a da linha MACE para o eixo 5-1, o que corresponde a uma representação mais completa na matriz programática.

O Quadro 4.2 mostra a relação das nove linhas de investigação prioritária do DE com as temáticas da matriz da E2I do LNEC. Neste caso referem-se todas as contribuições (principais e secundárias) mencionadas no anexo do relatório.

Quadro 4.2 – Relação com as temáticas da matriz programática

Temáticas prioritárias	Linha prioritária de investigação
T1 – sustentabilidade e alterações climáticas	GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes
	ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural
	CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção
	SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores
	AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto
T2 – novas tecnologias	MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural
	CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção
	SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores
T3 – tecnologias da informação	AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto
	MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural
T4 – políticas públicas	---
	GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes
	ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural
	ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas
T5 – coesão social e territorial	ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural
T6 – saúde e bem-estar	---
T7 – capacitação organizacional e institucional	AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto
	GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes
T8 – Desenvolvimento de competências e transferência de conhecimentos	ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas
	ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas
T9 – indústria para a globalização	MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural

Verifica-se uma maior contribuição para a temática T1 (seis linhas), seguida das temáticas T2 e T4 (quatro linhas cada) e das temáticas T7 e T8 (duas linhas cada).

4.3 Projetos de I&D&I

O Quadro 4.3 mostra o número de projetos em execução ou propostos (candidatados) associados a cada linha prioritária de investigação.

Quadro 4.3 – Projetos de I&D&I

Linha prioritária de investigação	projetos em curso	projetos propostos
GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes	2	3
ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural	3	9
CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção	4	9
SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores	3	5
AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto	---	2
ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas	1	4
ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural	3	---
MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural	---	4
MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural	1	3

Verifica-se que seis das linhas prioritárias de investigação já têm projetos em curso e, simultaneamente, perspectivas de novos projetos.

As linhas AerodEC e MINERAL não têm projetos em curso mas já têm perspectivas de novos projetos. A linha de investigação ASSURE está na situação inversa (com projetos em curso mas ainda sem candidaturas associadas).

A informação analisada neste ponto do relatório tem por simples objetivo a medição da perspectiva de execução das linhas de investigação propostas, numa fase ainda incipiente, não constituindo ainda um programa de I&D&I do DE no período 2013-2020.

4.4 Participação das unidades de I&D&I do DE

O quadro 4.4 mostra a participação prevista das unidades do DE em cada linha prioritária de investigação.

Quadro 4.4 – Participação das unidades do DE

Linha prioritária de investigação	NCE	NOE	NESDE
GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes		●	
ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural	○	○	●
CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção	●		
SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores	●		○
AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto	○		●
ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas			●
ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural	●		
MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural		●	
MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural	○	○	●

- unidade proponente da linha de investigação
- unidade participante na linha de investigação

Verifica-se que as linhas GuEST, CONSTBIO, ARISCA.ext, ASSURE e MINERAL têm a participação de uma só unidade. As linhas ARRangE e MACE são transversais a todo o DE e as linhas SEPINov e AerodEC têm a participação de duas unidades.

O NESDE é proponente de quatro linhas de investigação; o NCE e o NOE propõem três e duas, respetivamente.

4.5 Participação dos investigadores do DE

O quadro 4.5 mostra a participação prevista dos investigadores do DE em cada linha prioritária de investigação.

Quadro 4.5 – Participação dos investigadores do DE

Linha	jmc	hmc	mmm	amb	mlp	aps	los	acc	epc	rbs	jsm	lmn	tos	mxu	fms	amc	pxc	asl	jpa	jps	aac	ibp
GuEST	X				X	X	X														X	
ARRangE	X	X	X					X			X		X				X	X				X
CONSTBIO											X	X								X		
SEPINov		X	X	X							X	X						X	X			
AerodEC										X					X				X			X
ARISCA.ext								X	X						X	X	X				X	X
ASSURE	X		X	X														X	X			
MINERAL					X	X	X							X							X	
MACE				X			X	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X

jmc - José Manuel Catarino
 hmc - Helena Maria Pires Cruz
 mmm - Mary Mun de Oliveira Mimoso
 amb - António Manuel dos Santos Baptista
 mlp - Manuel José de Andrade Loureiro Pipa
 aps - António Paulo Campos da Silveira
 los - Luís Miguel Pina de Oliveira Santos
 acc - Alfredo Peres de Noronha Campos Costa
 epc - Ema Paula de Montenegro Ferreira Coelho
 rbs - Rogério Paulo Matos Bairrão da Silva
 jsm - José Maria Santos Rodrigues Saporiti Machado
 lmn - Lina Nunes
 tos - Teresa Oliveira Santos
 mxu - Min Xu
 fms - Fernando Vítor Marques da Silva
 amc - Alexandra Maria Rodrigues de Carvalho
 pxc - Paulo José de Oliveira Xavier Candeias
 asl - Ana Sofia Miranda da Silva Louro
 jpa - João Pereira Cabanas Gonçalves André
 jps - João Pedro de Oliveira Dias Prudente dos Santos
 aac - António Santos Carvalho C. Araújo Correia
 ibp - Iara de Melo Barbosa Pereira

Verifica-se que a situação mais frequente é a da participação dos investigadores em duas ou três linhas prioritárias de investigação.

No caso da investigadora Ema Paula Coelho não se assinalaram as linhas em que irá participar por se encontrar em baixa médica.

4.6 Participação de outras UD's do LNEC

O quadro 4.6 mostra a participação prevista de outras unidades departamentais do LNEC em cada linha prioritária de investigação.

Quadro 4.6 – Participação de outras UD's do LNEC

Linha prioritária de investigação	DBB	DED	DG	DHA	DM	DT	CIC
GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes	•				•	•	
ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural		•			•		
CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção		•			•		
SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores		•			•		
AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto		•					
ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas		•		•			
ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural					•		
MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural	•				•		•
MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural	•	•	•				•

Verifica-se potencial de colaboração com todas as UD's do LNEC, sendo mais significativa no DED e DM (seis linhas cada), no DBB (três linhas) e no CIC (duas linhas).

Prevê-se também a participação do NTIEC nas linhas GuEST, MINERAL e MACE.

4.7 Parceiros externos

O quadro 4.7 mostra a participação prevista de parceiros externos em cada linha prioritária de investigação.

Quadro 4.7 – Parceiros externos

Linha prioritária de investigação	entidades públicas	concessionários	universidades	associações	empresas
GuEST - Gestão de infraestruturas de transportes		•	•		
ARRangE - Avaliação, reabilitação e reforço estrutural	•	•	•	•	•
CONSTBIO - Desenvolvimento e otimização de biomateriais para a construção			•		•
SEPINov - Sistemas estruturais e produtos inovadores			•		•
AerodEC - Aerodinâmica em energia e conforto	•	•	•		•
ARISCA.ext - Avaliação e mitigação de risco para ações extremas	•		•	•	•
ASSURE - Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural			•		
MINERAL - Metodologias de monitorização da integridade estrutural		•	•		
MACE - Modelação das ações e do comportamento estrutural			•		•

Verifica-se potencial de colaboração com universidades (incluindo centros de investigação e associações de carácter científico) em todas as linhas de investigação.

Verificam-se possibilidades de participação de empresas em seis das linhas (ARRangE, CONSTBIO, SEPINov, AerodEC, ARISCA.ext e MACE) e de participação de concessionários de infraestruturas em quatro linhas (GuEST, ARRanE, AerodEC e MINERAL).

5 | Desenvolvimento e acompanhamento

A Estratégia de I&D&I do Departamento de Estruturas, baseada nas competências da unidade, na identificação de necessidades de investigação e inovação e nas respetivas oportunidades de financiamento, merecerá uma relativa estabilidade temporal no horizonte 2020, sem que isso dispense uma revisão intercalar em 2017/2018.

O Plano de Atividades de I&D&I do DE será, no entanto, mais dinâmico, requerendo um mecanismo permanente de ajustamento, tendo em conta os resultados obtidos nos diversos tipos de candidaturas de financiamento de projetos com participação do DE.

Embora este relatório contenha já informação sobre projetos em curso e candidaturas submetidas, considera-se que essa informação é complementar, com o objetivo de mostrar a relação entre as linhas de investigação prioritárias e as atividades de I&D&I em curso.

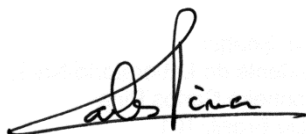
Para assegurar o acompanhamento das atividades de I&D&I do DE haverá, semestralmente, reuniões da CCD em que se fará o acompanhamento dos projetos em curso, com base numa plataforma que reúna toda a informação pertinente.

O acompanhamento da execução dos projetos terá ainda como finalidade a verificação da cobertura das linhas de investigação prioritárias da E2I do DE. As lacunas que venham a ser encontradas serão objeto de reflexão da CCD, designadamente para a procura de parcerias e oportunidades de financiamento.

Lisboa, LNEC, julho de 2015

VISTO

O Presidente do Conselho Diretivo



Carlos Pina

COORDENAÇÃO



José Manuel Catarino

Investigador-coordenador

Diretor do Departamento de Estruturas

Referências

- [1] LNEC – **E2I: Estratégia de investigação e inovação 2013-2020**. Relatório 397/2014 – CD. Lisboa, novembro 2014.
- [2] LNEC – **E2I: Estratégia de investigação e inovação 2013-2020 – Parte III – Plano de Ação**. Relatório 153/2015 – CD. Lisboa, junho 2015

ANEXO
Linhas prioritárias de investigação do DE

Linhas prioritárias de investigação do DE

eixo **E11** **PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO - Gestão patrimonial de infraestruturas**

nº linha p: acr:

resumo: As infraestruturas de transportes são decisivas para o desenvolvimento da economia, para a competitividade do sector dos transportes e para a promoção da coesão social, assegurando a mobilidade e acessibilidade de pessoas e bens, objetivos do Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas (PETI3+) aprovado pelo Governo.

As obras de arte constituem pontos particularmente sensíveis de uma rede de transportes terrestres, pelas consequências sociais e económicas decorrentes de restrições à sua utilização. Neste contexto, a conservação de obras de arte tem vindo a merecer uma atenção crescente a nível internacional, face à progressiva consciência dos elevados encargos financeiros a ela associados, resultantes do progressivo envelhecimento das obras de arte, tornando evidente a necessidade de trabalhos de manutenção, ou mesmo de reabilitação, como forma de aumentar a longevidade das obras, de minimizar os riscos de acidente e prevenir o desenvolvimento de anomalias.

Surgiram assim os designados sistemas de gestão de obras de arte, auxiliando os donos de obra na gestão do seu parque de obras, envolvendo a recolha e armazenamento de informação relativamente ao estado de conservação de cada obra, identificando atempadamente os problemas mais urgentes, permitindo a sua hierarquização e a utilização mais racional dos recursos disponíveis, necessariamente limitados.

Os mais importantes donos de obra nacionais têm dedicado, desde o início do século, grande atenção a este assunto, implementando os seus sistemas de gestão de obras de arte.

O LNEC tem colaborado com diversos donos de obra na avaliação das suas obras, designadamente a Estradas de Portugal, o INAG e diversas autarquias, colaboração que nos últimos anos se tem alargado aos PALOP. No caso das Estradas de Portugal, empresa recentemente integrada na Infraestruturas de Portugal, foi estabelecido um protocolo que compreende, entre outras tarefas de consultoria, a apreciação de procedimentos e de manuais, a realização de inspeções de validação e a elaboração de recomendações para a inspeção de obras de arte especiais.

Apesar da notável evolução neste domínio, identificam-se quatro vertentes em que a contribuição do LNEC poderá ser relevante:

- Novas tecnologias para inspeção de pontes
- Integração da informação obtida in situ na avaliação do desempenho estrutural
- Desenvolvimento de modelos de degradação e manutenção de obras de arte
- Análise do ciclo de vida de obras de art

plano de trabalhos: Atividade 1: Novas tecnologias para inspeção de pontes

Esta atividade tem como objetivo explorar novas tecnologias disponíveis com vista à sua integração nos trabalhos de inspeção de pontes. O trabalho será desenvolvido em parceria com entidades especializadas (ou fabricantes) nas tecnologias referidas.

Identificam-se três tecnologias que se afiguram promissoras:

- Processamento digital de imagem: com elevado potencial para realizar o mapeamento de anomalias, a sua quantificação, designadamente em relação à fendilhação, e, desta forma, permitir o acompanhamento da sua evolução.
- Utilização de drones: obtenção de imagens aéreas e subaquáticas

- Utilização do Radar de Penetração (GPR): visando a inspeção de bainhas de cabos de pré-esforço, bem como a deteção de vazios, fraturas ou fendas no betão.
 O trabalho iniciar-se-á com a revisão bibliográfica de aplicações genéricas das tecnologias indicadas. Em seguida serão identificadas as potencialidades de cada tecnologia tendo em vista os objetivos definidos. Finalmente serão desenvolvidas aplicações piloto a casos de estudo que permitam demonstrar a efetividade das aplicações.

Atividade 2: Integração da informação obtida in situ na avaliação do desempenho estrutural
 Para uma eficaz gestão de um parque de obras de arte é indispensável conhecer o respetivo estado de conservação (EC), que permita identificar e prever as prioridades de intervenções corretivas. A determinação do EC das obras é principalmente baseada na sua inspeção periódica. Dado que as obras mais importantes dispõem de sistemas de monitorização permanente, é desejável que os resultados obtidos, para além da deteção de dano em tempo real, possam contribuir também para a definição dos EC.

Neste contexto é fundamental que as classificações dos EC das obras sejam confiáveis, traduzindo o seu efetivo estado. Para tal, partindo de anomalias devidamente normalizadas em guias de inspeção, procurar-se-á estabelecer um algoritmo que permita atribuir de forma inequívoca um estado de conservação à obra. Adicionalmente serão exploradas as potencialidades da integração dos resultados da monitorização e da inspeção utilizando novas tecnologias com vista a identificar e classificar de forma automática as anomalias existentes nas obras.

Atividade 3: Desenvolvimento de modelos de degradação e manutenção de obras de arte
 Esta atividade tem como objetivo principal contribuir para o desenvolvimento de uma plataforma de gestão de obras de arte, que permita planear as necessidades de manutenção do parque existente com base nos dados já disponíveis no sistema.
 Será desenvolvido um modelo de previsão da degradação das obras, calibrado para os diversos tipos de obras com base no respetivo histórico de degradação.
 De igual forma, com base no histórico das ações de manutenção realizadas, será desenvolvido um modelo de manutenção, que procurará traduzir a influência da manutenção na evolução do estado de conservação das obras, que será considerado, se aplicável, em conjunto com o modelo de previsão da degradação.

Atividade 4: Análise do ciclo de vida de obras de arte
 Pretende-se nesta atividade desenvolver uma metodologia integrada para proceder à análise do ciclo de vida de obras de arte, que constitua um método auxiliar para a tomada de decisões. Pretende-se desta forma, contribuir para uma solução mais eficiente tendo em consideração a segurança estrutural mas também os critérios ambiental, económico e social.
 Esta metodologia deve permitir a análise comparativa entre várias soluções alternativas com recurso a uma análise multicritério. Para esse efeito será necessária uma abordagem probabilística, que tenha em consideração as diversas incertezas no desempenho estrutural, bem como a condição da obra, decorrente das inspeções visuais, de modo a dispor da informação mais consistente da deterioração da obra ao longo do tempo. A incorporação dos modelos de degradação referidos na tarefa anterior constituirá uma significativa mais-valia. Um outro aspeto fundamental será a identificação de indicadores ambientais, económicos e sociais, de forma a possibilitar a aplicação de algoritmos de otimização às várias soluções alternativas

projetos em curso:

COST Action TU1402 - Quantifying the value of structural health monitoring.

COST Action TU1406 - Quality specifications for roadway bridges, standardization at a European level (BridgeSpec)

projetos
propostos:

ARAMIS - Adaptive Management Systems for Transport Infrastructures (H2020 MG-8.4a-2015).
 SAFEGUARD – Salvaguarda da infraestrutura construída através da melhoria do diagnóstico e prognóstico de reações expansivas internas em estruturas de betão (Candidatura FCT com a referência PTDC/CTM-MAT/0926/2014, liderada pelo DM)
 SmartBridges - Pontes com capacidade de autoavaliação da sua saúde estrutural (Candidatura FCT com a referência PTDC/ECM-EST/1445/2014, liderada pela FCT/UNL

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E12** **PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO - Reabilitação das construções**n.º linha p: acr:

resumo:

O envelhecimento natural das estruturas, a sua deficiente conservação, a alteração de uso e as ações extremas são situações para as quais a intervenção do DE é solicitada no sentido de avaliar as condições de resistência, segurança e desempenho das estruturas. Esta atividade é frequentemente acompanhada da necessidade de apontar soluções que se traduzam numa efetiva reabilitação e reforço das estruturas existentes.

Estas são atividades de reconhecida importância e que se revestem de uma complexidade adicional quando comparadas com a realização de estruturas novas. A recolha de informação sobre as estruturas existentes, o seu tratamento estatístico, o conhecimento sobre as práticas construtivas de diferentes épocas, os regulamentos em vigor à data da sua construção, são aspetos essenciais neste campo mas não considerados na conceção e dimensionamento de estruturas novas. Por outro lado, o estabelecimento das relações causa-efeito em estruturas existentes e a redução da sua vulnerabilidade requerem um conhecimento aprofundado do comportamento e capacidade real dos materiais, dos elementos estruturais e das estruturas completas sujeitas às várias solicitações.

Para enquadrar estas atividades, justifica-se a criação de uma linha de investigação sobre avaliação, reabilitação e reforço estrutural, que tire partido das valências existentes em termos da capacidade instalada para realizar ensaios sobre materiais, elementos estruturais, subestruturas e estruturas completas, tanto em ambiente de laboratório como em situações reais, e amplie o conhecimento existente.

Esta linha de investigação incluirá, entre outros aspetos, a reabilitação e o reforço sísmico, o estudo do desempenho de soluções de reforço tradicionais e o desenvolvimento de sistemas inovadores. Contemplará a realização de estudos experimentais e de simulações numéricas, e ainda o desenvolvimento de documentos normativos ou recomendações para a avaliação, reforço e reabilitação de estruturas.

plano de trabalhos:

Atividade 1: Identificação e caracterização das construções existentes em Portugal em termos dos sistemas estruturais correntes

- Classificação tipológica dos sistemas estruturais com base nos resultados dos Censos da Habitação: época de construção, tipo de estrutura, número de pisos e estado de conservação;
- Mapeamento das existências em SIG com resolução ao nível da subsecção estatística;
- Acervo de regulamentações/normas/documentos de homologação utilizados na conceção e execução de edifícios existentes.

Atividade 2: Avaliação do comportamento de estruturas e tipologias estruturais

- Caracterização dos materiais, dos elementos estruturais e das ligações (condições de fronteira);
- Avaliação da influência de defeitos dos materiais;
- Avaliação probabilística do comportamento de ligações estruturais;
- Avaliação da influência do estado de conservação das estruturas;
- Caracterização do comportamento para ações quase-estáticas e ações dinâmicas;
- Avaliação do impacto de variáveis dependentes do tempo em serviço;
- Avaliação da robustez para ações quase-estáticas e ações dinâmicas.

Atividade 3: Técnicas de reforço estrutural

- Levantamento e identificação das principais técnicas de reforço estrutural para ações quase-estáticas e ações dinâmicas;
- Avaliação da eficácia de técnicas de reforço de elementos e de ligações estruturais;

- Análise crítica das soluções de reforço correntes e viabilidade da sua adaptação a Portugal;
- Desenvolvimento de sistemas de reforço com materiais sustentáveis e de novas técnicas de reforço estrutural;
- Avaliação dos custos das intervenções de reforço.

Atividade 4: Investigação pré-normativa e normativa para apoio à reabilitação estrutural

- Levantamento e análise crítica das regras/recomendações existentes a nível internacional;
- Sistematização da informação existente no LNEC relativa às características dos materiais estruturais, nomeadamente aços e betões, para obter uma metodologia que integre essa informação na avaliação das estruturas tendo em conta, por exemplo, a época de construção e o tipo de estrutura;
- Procedimento para avaliação das características dos materiais estruturais, incorporando o tratamento estatístico da informação existente;
- Elaboração de recomendações/normas/regulamentos de apoio à reabilitação estrutural.

projetos em curso:

SUPERB, FCT-UNL/LNEC, financiamento FCT (termina em Agosto de 2015)

Health Assessment of structural glued laminated timber members, FCTUC/LNEC, FCT – Programa Doutoral EcoCoRe (em curso desde 2014)

Assessment, Reinforcement and Monitoring of Timber Structures, Ação COST FP1101 (termina a 21 de Novembro de 2015)

projetos propostos:

ASPASSI – Avaliação da Segurança e reforço de Paredes de Alvenaria de enchimento para Solicitações Sísmicas, liderado pela FEUP

MOV – Mitigation of the Out-of-plane Vulnerability of masonry buildings, liderado pela FEUP

RESIST – Reabilitação Sísmica de Edifícios Antigos de Alvenaria-Betão, liderado pelo IST

RETRO-BRB – Development of Proprietary Buckling Restrained Braces for Seismic Retrofitting of Existing Structures, liderado pelo IST

SFAIRS – Fragility Analysis of Inadequate Seismic Retrofit Solutions, liderado pela FCT-UNL

VenEar - Assessment of the Behavior of Brick Masonry Veneer Walls under Earthquakes, liderado pela Uminho

Protimber – Avaliação probabilística de Estruturas de madeira em serviço (LNEC, UM e IICT)

Candidatura SUDOE 2015 sobre comportamento de edifícios com paredes resistentes em alvenaria, LNEC e CEREMA (em preparação)

Rehabilitation of timber members with Fibre-Reinforced Polymer (FRP) strips and bars. Performance, durability and sustainability, IST/LNEC, FCT – Programa Doutoral EcoCoRe (tema aceite em 2015, aguarda aluno interessado)

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E13** **PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO - Materiais, componentes e tecnologias da construção**

nº linha p: acr:

resumo: Pretende-se desenvolver novos produtos à base de biomateriais (incluindo produtos híbridos ou compósitos) para a indústria de construção. O estudo compreenderá a possibilidade de produtos customizados, funcionais e inteligentes.
 Pretende-se ainda otimizar produtos existentes no mercado (com possíveis ações de demonstração) numa perspetiva de estímulo ao estabelecimento de parcerias com a indústria. Nesta linha torna-se necessário avaliar riscos de degradação biológica in situ, importante para o estudo e desenvolvimento de produtos e processos de tratamento de materiais de origem natural e para o desenvolvimento, caracterização e otimização, em particular na sua suscetibilidade à degradação biológica, de produtos para a construção com adição de bio-resíduos. Pretende-se uma melhoria do comportamento térmico e acústico com uma diminuição significativa da sua pegada ecológica.
 Para este objetivo é necessário desenvolver novos métodos laboratoriais e de campo para ensaio da suscetibilidade à degradação biológica de materiais de origem natural.

plano de trabalhos: **Atividade 1: Inovação e desenvolvimento de produtos e processos com base em materiais lenhosos**
 Pretende-se caracterizar e desenvolver novos produtos à base de biomateriais (incluindo produtos híbridos ou compósitos) para a indústria de construção. Pretende-se igualmente caracterizar e otimizar produtos existentes no mercado uma perspetiva de estímulo ao estabelecimento de parcerias com a indústria.
Atividade 2: Produtos para a construção com incorporação de bio-resíduos
 Pretende-se desenvolver, caracterizar e otimizar, em particular na sua susceptibilidade à degradação biológica, produtos para a construção com adição de bio-resíduos. Pretende-se uma melhoria do comportamento térmico e acústico com uma diminuição significativa da sua pegada ecológica sendo fundamental nesta componente a colaboração com o DED e DM.
Atividade 3: Controlo integrado de pragas em biomateriais na construção
 No âmbito desta atividade serão desenvolvidos projetos de avaliação de riscos de degradação biológica in situ e desenvolvidos sempre que relevante novos métodos laboratoriais e de campo para ensaio da susceptibilidade à degradação biológica de materiais de origem natural. Procurar-se-á igualmente estudar e desenvolver produtos e processos de tratamento de materiais de origem natural

projetos em curso: **Projecto: Criptoméria - Caracterização da criptoméria açoriana**
 Desenvolvimento de um método de ensaio de materiais de isolamento térmico e acústico face à ação de térmitas subterrâneas
 Symbiotic flagellate protists as a target for subterranean termites control strategies
 COST Action FP1303 "Performance of Biobased building materials"

projetos
propostos:

Projecto: BIFIBER - Smart functional fiber-based composite skin layer fro critical environments

Projeto: SMARTPANEL - Painéis compósitos de alto desempenho para uma construção inteligente

Projeto OptimizeWood - Otimização de recursos florestais na construção

Projeto: Efficoatings – Revestimentos de paredes eco-eficientes para reabilitação de edifícios

Projeto: CorkLiq – Obtenção de produtos de valor acrescentado por liquefacção de cortiças

Projeto bioETICS - New bio-based insulation composite system made of vegetable by products and natural binders

Projeto: InnovBark – Produtos tecnológicos e sustentáveis à base de cortiça e casca (Innovative and sustainable engineered cork&bark products)

Projecto: Avaliação da susceptibilidade à degradação biológica de materiais de origem natural. Desenvolvimento de métodos de ensaio face à acção de térmitas

Projecto: GutSymb - Interações entre hospedeiro e simbioses em térmitas nativas e invasoras.

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

nº linha p: acr:

resumo:

plano de trabalhos:

projetos em curso:

Elaboração de um Documento de Aplicação relativo a um sistema de revestimento de fachada em madeira modificada (LunaWood/Banema)

projetos propostos:

BUILDFROMFOREST - Edifícios de madeira de elevado desempenho - Candidatura apresentada à FT

Avaliação do desempenho estrutural (comportamento sísmico) de edifícios à base de cross laminated timber (CLT) – Candidatura apresentada ao P2020

Otimização e apreciação de sistema de construção industrializada LFS com painéis de betão leve (Perfisa/ModelEc

Desenvolvimento e apreciação de um sistema de construção industrializada leve, desmontável, à base de painéis sandwich com placas de reciclados – Candidatura a apresentar ao P2020

Sistemas de caixilharia inteligente, envolvendo perfis compósitos à base de madeira – Candidatura a apresentar ao P2020.

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E23** **CIDADES E TERRITÓRIOS - Governação e qualidade de vida**nº linha p: acr:

resumo:

Nesta linha de investigação, pretende-se desenvolver atividades no âmbito dos seguintes temas: vento em meio urbano, ventilação natural e aerodinâmica de veículos.

No referente ao vento em meio urbano, está em vista a monitorização de pequenas eólicas urbanas por forma a permitir uma correta avaliação das condições de funcionamento destes equipamentos. Tal será obtido através da avaliação local do recurso em causa, tendo em consideração a quantidade e qualidade da energia produzida, e também da quantificação dos níveis de vibração e de ruído gerados e transmitidos, nomeadamente através da estrutura dos edifícios onde esses equipamentos estão instalados.

Relativamente à problemática da ventilação natural, pretende-se caracterizar as estratégias de ventilação por abertura única (SSV – Single Sided Ventilation) através de ensaios em túnel de vento e de modelação CFD (Computational Fluid Dynamics). Uma vez alcançada uma melhor compreensão, através da caracterização dos parâmetros que influenciam a eficácia desta estratégia de ventilação, pretende-se reunir um importante conjunto de recomendações para projetistas.

No que respeita à aerodinâmica de veículos, está em vista a caracterização do seu desempenho aerodinâmico e do seu impacte na envolvente. No domínio ferroviário, pretende-se dar continuidade ao estudo das implicações na segurança de circulação (cruzamento de comboios e circulação em túneis), na segurança e conforto na envolvente próxima das vias de circulação (por exemplo em plataformas de estações ferroviárias), na geração de ruído, na redução dos consumos e no conforto para os passageiros. No domínio automóvel, salienta-se a colaboração com a Universidade de Lisboa visando a caracterização aerodinâmica do veículo da Formula Student em desenvolvimento nessa universidade.

plano de trabalhos:

Atividade 1: Monitorização de Pequenas Eólicas Urbanas
 Avaliação do recurso
 Energia – produção e qualidade
 Vibrações e ruído
 Inquérito de aceitação pública

Atividade 2: Estratégias de ventilação natural por abertura única
 Caracterização da eficácia da ventilação por abertura única (single-sided ventilation - SSV) por modelação CFD e ensaios em túnel de vento

Atividade 3: Aerodinâmica de veículos e impacto na envolvente
 Ensaios in situ de cruzamento de comboios e passagem em túneis/plataformas
 Otimização da geometria de veículos com recurso a modelação CFD e ensaios físicos
 Estudos de operação - critérios de segurança e conforto regulamentares
 Constituição de consórcio para a construção de protótipo de comboio compacto de AV
 Formula Student

projetos em curso:

projetos
propostos:

WindTube (FCT)
WINERCOST

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E41 RISCO E SEGURANÇA - Avaliação e gestão do risco**nº linha p: acr:

resumo: As catástrofes ocorridas nos últimos anos têm demonstrado: (i) a importância da manutenção da operacionalidade de infraestruturas críticas (hospitais, centros de decisão e operação, vias de mobilidade e acesso, comunicações) e da resposta eficiente dos serviços de proteção civil, cujo tempo de resposta e otimização de alocação de recursos dependem dos seus planos de emergência, para os quais contribui, em grande medida, a qualidade dos modelos de previsão; (ii) o impacto económico significativo dos custos indiretos, pós-evento (por exemplo danos nas redes de abastecimento de energia e comunicações, necessidades de realojamento, perdas de aluguer no mercado imobiliário).

É pois prioritária uma linha de investigação que vise aumentar a robustez de centros urbanos e/ou infraestruturas críticas a ações extremas (sismos, ventos e ataques terroristas) contribuindo para o aumento da resiliência das populações face a cenários de catástrofe de forma mais eficiente e sustentável.

O simulador de Cenários Sísmicos existente no LNEC, LNECLoss, constitui uma importante ferramenta para a avaliação do Risco Sísmico (avaliar os danos no parque habitacional e nos pontos vitais e as perdas humanas em função de cenários de ocorrência criteriosamente selecionados) e sua mitigação em Portugal podendo ser utilizado, até ao momento, para: (i) o planeamento de emergência e sua gestão, uma vez que opera em tempo real; (ii) o apoio à decisão em estratégias de intervenção sobre o parque construído, permitindo estudar o seu efeito por áreas geográficas, tipo de construção, etc., e assim identificar as estratégias mais eficazes em termos de custo-benefício; (iii) a definição de taxas de prémio de risco sísmico no setor da indústria seguradora.

Face ao exposto anteriormente, é essencial aperfeiçoar e desenvolver novas ferramentas de simulação de perdas para avaliação de risco (por exemplo avaliação de custos indiretos) e estender o domínio de aplicação das ferramentas atualmente disponíveis, nomeadamente no campo da resposta pós-catástrofe e para outras ações como os ventos extremos não sinóticos (e por isso não contemplados nas regulamentações) e ataques terroristas.

plano de trabalhos: Atividade 1: Aperfeiçoamento de métodos e de ferramentas de simulação de perdas e avaliação de risco

- Implementar rotinas de avaliação de danos indiretos
- Implementar rotinas de avaliação de custos de técnicas de reforço e de ações de socorro e emergência pós-catástrofe
- Desenvolver metodologia para análise custo – benefício e para definição das melhores estratégias de mitigação
- Desenvolvimento de ferramentas SIG

Atividade 2: Avaliação de risco

- Avaliações de risco à escala local, regional e nacional, para diferentes cenários
- Avaliação de danos em Infraestruturas Críticas.
- Avaliação de danos indiretos (sociais, etc.)
- Estudos de micro-zonamento, à escala do quarteirão (ou da subsecção estatística), com caracterização pormenorizada dos efeitos de amplificação locais (solos e topografia) e consideração da interacção entre edifícios.

Atividade 3: Análises de custo-eficiência e definição de estratégias de mitigação

- Avaliação de custos de diferentes técnicas de reforço

Avaliação custo – eficiência, tendo em conta as soluções de reforço e as acções de resposta de emergência pós sismo
 Definição de estratégias de mitigação de risco-sísmico economicamente sustentáveis

projetos em curso:

PRISE - Avaliação de perdas e risco sísmico dos edifícios em Portugal (FCT)

projetos propostos:

AMEND - Metodologias avançadas de apoio à decisão na avaliação sísmica de danos pós-evento em edifícios (FCT)

Sustainable seismic risk mitigation strategies: Cost-effectiveness analysis (tese do programa doutoral Infrarisk)

SAFEmity - Costs of safety, emergency and mitigation (call ECHO 2016 da EU)

CURFEW - Critical Infrastructure Resilience for Extreme Winds (H2020)

- NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:
- jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs
- jsm lmn tos mxu fms amc pxc
- asl jpa jps aac ibp
- t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:
- DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E43** **RISCO E SEGURANÇA - Medidas e tecnologias para garantia de segurança**

nº

7

linha p:

Qualidade de materiais, segurança e robustez estrutural

acr:

ASSURE

resumo:

A avaliação da segurança de estruturas mantém-se uma área de investigação em contínuo desenvolvimento e de interesse relevante, devido às elevadas expectativas da sociedade sobre o desempenho das construções. As metodologias recentemente desenvolvidas permitem reduzir as incertezas associadas às várias fases da referida avaliação, com base num melhor conhecimento dos vários parâmetros que condicionam os seus resultados.

Estes parâmetros podem ser de diversos tipos, como as ações e os seus efeitos sobre as estruturas (no caso da ação do fogo, por exemplo), as características dos materiais e dos produtos utilizados na construção, e os modelos de análise adotados para simular o comportamento da estrutura e quantificar a sua resistência e robustez.

A presente linha de investigação inclui uma análise crítica das metodologias e critérios atualmente utilizados na avaliação e aprovação das características mecânicas de materiais e produtos para a construção, e a sua reformulação com o objectivo de satisfazer os níveis de risco aceitáveis para os fabricantes e para os seus clientes. Esta análise inclui a recolha e tratamento de um grande volume de informação sobre diversos produtos, com diferentes geometrias e classes de resistência, produzidos por um número elevado de fabricantes, ao longo de mais de uma década de controlo da sua produção.

Prevê-se igualmente a realização de uma análise crítica dos métodos experimentais utilizados na avaliação das referidas características e o desenvolvimento e eventual revisão de normas de ensaio e de normas de produto, nomeadamente sobre varões para betão armado em aço inoxidável.

Pretende-se, através desta linha de investigação, contribuir para a melhoria do conhecimento do desempenho estrutural de edifícios, através do desenvolvimento de modelos avançados e de métodos de análise inovadores para a contabilização de incertezas associadas às características dos materiais, e da estimativa do impacto dos critérios de decisão utilizados no controlo da sua qualidade.

plano de trabalhos:

Atividade 1: Desenvolvimento de critérios de controlo da qualidade de materiais com base no acompanhamento da sua produção

Revisão bibliográfica sobre critérios de controlo da qualidade de materiais de construção

Recolha e compilação de resultados experimentais sobre as características dos aços para armaduras de betão armado e pré-esforçado obtidos no âmbito da certificação destes produtos

Análise estatística da informação experimental recolhida

Simulação de diferentes critérios de controlo da qualidade de materiais de construção e análise dos riscos associados

Optimização de planos de amostragem para os critérios de controlo de qualidade mais adequados a cada característica em análise

Atividade 2: Controlo de qualidade de armaduras de betão armado e pré-esforçado

Levantamento e análise das situações de não conformidade detetadas no controlo destes produtos

Revisão dos procedimentos da CERTIF

Análise da influência do método de ensaio na determinação da extensão total na força máxima dos aços

Revisão bibliográfica sobre varões para betão armado em aço inoxidável

Revisão das atuais especificações LNEC sobre varões para betão armado

Elaboração de uma especificação sobre varões de aço inoxidável

Atividade 3: Comportamento de estruturas sob a ação do fogo
 Comportamento de ligações em estruturas de madeira submetidas à acção do fogo
 Revisão bibliográfica sobre o comportamento da aderência aço-betão sob a acção do fogo
 Análise da degradação das características de aderência aço-betão em elementos estruturais, após terem sido submetidos à acção do fogo

Atividade 4: Segurança e robustez estrutural de edifícios
 Análises comparativas da robustez de diferentes tipologias estruturais quando submetidas a acções regulamentares ou a acções excepcionais
 Estudo da influência da distribuição das propriedades dos materiais no desempenho estrutural de estruturas existentes ou futuras, considerando as várias fontes de incerteza
 Avaliação do impacto dos critérios de decisão utilizados no controlo da qualidade dos materiais
 Desenvolvimento de modelos numéricos avançados de estruturas de edifícios, incluindo modelos de aderência aço-betão recentemente desenvolvidos

projetos em curso:

Verificação experimental das características de aderência dos varões de aço das fábricas da siderurgia nacional
 Comportamento de ligações em estruturas de madeira submetidas à acção do fogo
 Análise da influência do método de ensaio na determinação da extensão total na força máxima dos aços

projetos propostos:

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

eixo **E52 INSTRUMENTOS PARA A INOVAÇÃO - Instrumentos de previsão e análise**

nº

8

linha p:

Metodologias de monitorização da integridade estrutural

acr:

MINERAL

resumo:

Os sistemas de monitorização da integridade estrutural constituem um importante meio para a deteção e caracterização de anomalias, podendo, no caso dos elementos afetados não se encontrarem visíveis, ser o único meio capaz de efetuar o seu despiste.

Por outro lado, o desenvolvimento de novos sistemas de monitorização da integridade estrutural implica a otimização do seu desempenho e da sua relação preço/qualidade, e também que sejam desenvolvidas metodologias de tratamento da informação recolhida no âmbito da análise da integridade estrutural.

A otimização dos sistemas de monitorização estrutural tem por finalidade maximizar a informação com eles obtida, minimizando os custos envolvidos com a sua instalação e exploração. De outro ponto de vista, a disponibilização de equipamentos de custos reduzidos para a aquisição, processamento e transmissão de dados abre novas possibilidades, mas lança novos desafios da definição de sistemas de monitorização da integridade estrutural. Assim, pretende-se com esta atividade adaptar as metodologias existentes para avaliação da condição estrutural aos novos paradigmas e novas arquiteturas associados a estas tecnologias emergentes.

O tratamento da informação recolhida para análise da integridade estrutural é levado a cabo, no âmbito da engenharia civil, com recurso a análise numérica de estruturas e segue o objetivo de simular numericamente situações prováveis de anomalias estruturais e avaliar a sua correlação com os dados de monitorização. A necessidade de desenvolver modelos numéricos específicos para cada estrutura e a mão-de-obra necessária na sua análise tornam esta tarefa dispendiosa. No entanto, a utilização de algoritmos de análise de dados, apelidados de técnicas de reconhecimento de padrões, para aferir a segurança de estruturas em tempo real exibem a grande vantagem de não dependerem do tipo de estrutura analisada e de serem computacionalmente eficientes. Exemplos conhecidos destas técnicas são as redes neuronais artificiais, as máquinas de suporte vetorial e a análise de clusters.

plano de trabalhos:

Atividade 1: Otimização de sistemas de monitorização estrutural

Este trabalho iniciar-se-á com a revisão bibliográfica e de casos de estudo sobre otimização de sistemas de monitorização, de modo a escolher as estratégias mais adequadas para fazer a otimização dos sistemas de monitorização.

Seguidamente serão desenvolvidos modelos matemáticos e de inteligência artificial adequados a prossecução desta tarefa, adaptando-os aos vários tipos de estruturas observadas, ou que se preveja que venham a ser monitorizadas pelo LNEC.

Como resultado final pretende-se obter software que permita a otimização de sistemas de monitorização de forma automática.

Atividade 2: Exploração de equipamentos de baixo custo

Este trabalho iniciar-se-á com a revisão bibliográfica e de casos de estudo de aplicação dos novos equipamentos à monitorização de estruturas, de modo a definir-se uma matriz de seleção de equipamentos, de protocolos de comunicação e de arquiteturas de rede.

Seguidamente efetuar-se-á a aplicação dos novos sistemas de monitorização estrutural e realizar-se-á a análise do seu desempenho, por comparação com os existentes.

Por fim procurar-se-á adaptar as metodologias de identificação de dano aos conjuntos de dados gerados por estes novos paradigmas.

Atividade 3: Análise da integridade estrutural

Este trabalho iniciar-se-á com a revisão bibliográfica da aplicação de metodologias de reconhecimento de padrões para identificação de dano.
 A identificação de dano pode dividir-se em, quatro tarefas, designadamente, a extração de informação, a modelação da resposta estrutural, a fusão de dados e a classificação da informação.
 Pretende-se assim desenvolver algoritmos de reconhecimento de padrões, com carácter inovador, no âmbito das quatro tarefas referidas, com o objetivo de aumentar a sensibilidade, a rapidez e a robustez das metodologias de identificação de dano.

projetos em curso:

projetos propostos:

ESTATE - Real-time decision support systems for safety assessment of large infrastructures (Call: FCT 201)

SOS_DAM – Seismic observation system for concrete dams (Call: FCT 201]

ARAMIS - Adaptive Management Systems for Transport Infrastructures (H2020 MG-8.4a-201

novaVM – New Virtual Machine for Big Data (H2020-ICT-201

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

nº linha p: acr:

resumo: Esta linha de investigação pretende desenvolver, por um lado, a modelação das ações que atuam sobre as estruturas, nomeadamente a ação sísmica e a ação do vento, por outro, as metodologias de modelação numérica e física do comportamento estrutural.

No que se refere à ação sísmica, serão desenvolvidas metodologias de avaliação da perigosidade sísmica a nível regional ou local, incluindo sismo-próximo e seus efeitos em estruturas e lifelines, através de metodologias híbridas e considerando o comportamento não linear dos solos. Relativamente à ação do vento, serão adotadas ferramentas de simulação numérica de escoamentos exteriores utilizando Computational Fluid Dynamics (CFD), devidamente complementadas com modelos físicos.

No que respeita à modelação do comportamento estrutural, serão desenvolvidos e implementados modelos numéricos avançados com aplicação às atividades do DE, nomeadamente utilizando ferramentas de software aberto e de computação paralela. Serão também implementadas metodologias de ensaios híbridos (modelação física + numérica) com recurso à subestruturação estática ou dinâmica (ensaios estáticos, pseudo-dinâmicos e dinâmicos em tempo real).

Paralelamente serão feitos desenvolvimentos ligados à atividade experimental, tais como: arquivo, organização e disseminação de resultados experimentais numa base de dados partilhada; ferramentas e metodologias de identificação dinâmica para apoio a ensaios experimentais e in situ e a sistemas de monitorização contínua; aquisição e tratamento de dados experimentais por processamento de imagem, nomeadamente Data Image Correlation (DIC) e Particle Image Velocimetry (PIV). Especificamente relacionados com ensaios aerodinâmicos, pretende-se desenvolver e utilizar: balança aerodinâmica de 6 componentes; sistema de baixo custo para medição de cargas aerodinâmicas; medição de campos de velocidade 3D por planos de luz laser; ferramentas e metodologias de visualização de escoamentos (pressure sensitive paint, fumo, filme de óleo).

plano de trabalhos:

Atividade 1: Modelação numérica da ação sísmica

- Desenvolvimento de modelos numéricos recentes baseados em metodologias híbridas (probabilísticas-determinísticas) para avaliação da perigosidade sísmica;
- Metodologias 2D/3D do comportamento não linear dos solos;
- Novas propostas de caracterização da ação sísmica para o EC8 (formas de espectros, parâmetros, etc.);
- Estudo dos efeitos de sismo-próximo no dimensionamento de estruturas e lifelines.

Atividade 2: Modelação numérica da ação do vento com CFD

- Formação para software aberto OpenFOAM - BlueCAPE (curso de 3 dias em julho – DE, DHA, DED);
- Computação paralela no Medusa - software comercial StarCCM + (Licença académica em negociação) e OpenFOAM;
- Simulações RANS de escoamentos exteriores;
- Cálculo de cargas aerodinâmicas, problemas de ventilação e escoamento urbano;
- Simulações LES de escoamentos exteriores;
- Libertação e dinâmica de vórtices de esteira;
- Modelos semi-analíticos de camada limite tridimensional;
- Sistemas ativos de controlo de CL.

Atividade 3: Modelação numérica da resposta estrutural

- Adaptação dos softwares abertos Code_Aster e sua interface gráfica (Salome) com as mais-

	<p>valias para análise sísmica do OpenSEES;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aproveitamento de desenvolvimentos anteriores de CAE no LNEC e para o SeismoStruct; - Ações de formação na versão melhorada de Code_Aster; - Computação paralela no servidor de cálculo Medusa; - Sinergias com atividade experimental (subestruturação, identificação dinâmica e model updating); - Eventual desenvolvimento de plataforma para serviços ao exterior; - Desenvolvimento e implementação de modelos numéricos avançados para a análise da resposta de estruturas com aplicação às atividades do DE: <p>(i) Betão armado (aderência, corte, localização, etc.), alvenaria, aço, fundações, etc. (ii) Análise estocástica e metodologias probabilísticas</p> <p>Atividade 4: Modelação física com subestruturação</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterização e controle da mesa sísmica e enquadramento conceptual dos ensaios com subestruturação; - Implementação dos algoritmos para subestruturação em ensaios com complexidade crescente; - Aplicação de ensaios híbridos em tempo real, nomeadamente a sistemas solo-estrutura e vento-estrutura; - Modelação numérica e comparação com resultados experimentais; - Desenvolvimentos para subestruturas numéricas não lineares. <p>Atividade 5: Desenvolvimentos ligados à atividade experimental</p> <ul style="list-style-type: none"> - Base de dados experimental, visando: <p>(i) Arquivo e organização dos resultados experimentais, para sua utilização em análises estatísticas e para calibração de modelos numéricos;</p> <p>(ii) Disseminação de resultados - visibilidade da atividade desenvolvida;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análise Modal e Model Updating; - Metodologias de identificação dinâmica de estruturas para apoio a ensaios in-situ, na mesa sísmica e a sistemas de monitorização contínua; - Data Image Correlation; - Balança aerodinâmica de 6 componentes; - Aplicação de sistema de baixo custo para medição de cargas aerodinâmicas (parceria com o projeto F-Student do IST) ; - Particle Image Velocimetry; - Medição de campos de velocidade 3D por planos de luz laser; - Visualização de escoamentos (pressure sensitive paint, fumo, filme de óleo, etc.)
--	---

projetos em curso:	AMN3E2SIA - Advanced Modelling using Numerical and Experimental testing techniques in Earthquake Engineering accounting for Soil-Structure Interaction and nonlinear behaviour in the Assessment and design of structures
--------------------	---

projetos propostos:	<p>SafHiRe - Seismic Action for High risk Regions</p> <p>RTDynS - Real-Time Dynamic Substructuring in soil-structure systems</p> <p>DamageS - Verification of the RC member damage assessment provisions in the seismic design regulations in Turkey and in Europe (DamageS)</p>
---------------------	--

NCE NOE NESDE eixo p: eixo s1:

jmc hmc mm amb mlp aps los acc epc rbs

jsm lmn tos mxu fms amc pxc

asl jpa jps aac ibp

t1: t2: t3: t4: t5: t6: t7: t8: t9:

DBB DED DG: DHA DM: DT: CIC:

setores:

parceiros externos:

entidades interessadas:

