



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DO NÚCLEO DE OBSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS NO ANO DE 2023



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DO NÚCLEO DE OBSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS NO ANO DE 2023

Lisboa • fevereiro 2024

OAC&T ESTRUTURAS

RELATÓRIO 50/2024 – DE/NOE

Título

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DO NÚCLEO DE OBSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS NO ANO DE 2023

Autoria

DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

Luís Oliveira Santos

Investigador-Coordenador, Chefe do Núcleo de Observação de Estruturas

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 50/2024

Proc. 0304/3102/19514

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DO NÚCLEO DE OBSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS NO ANO DE 2023

Resumo

O presente documento visa apresentar de forma sucinta as atividades desenvolvidas pelo Núcleo de Observação de Estruturas do Departamento de Estruturas durante o ano de 2023. A atividade desenvolvida está apresentada de acordo com as vertentes habitualmente consideradas no LNEC, isto é, i) Investigação e Inovação; ii) Estudos e pareceres; iii) Outras atividades científicas e técnicas. Este relatório inclui também uma caracterização dos recursos humanos afetos ao núcleo, bem como da faturação externa obtida.

Palavras-chave: Relatório de atividade / Núcleo de Observação de Estruturas

2023 ANNUAL REPORT OF THE STRUCTURAL MONITORING UNIT

Abstract

The purpose of this document is to briefly present the activities carried out by the Structural Monitoring Unit of the Department of Structures during 2023. The activities carried out are presented according to the areas usually considered in the LNEC: i) Research and Innovation; ii) Studies and consultancy; iii) Other scientific and technical activities. This report also includes a characterisation of the human resources assigned to the NOE, as well as the external invoicing obtained.

Keywords: Annual report / Structural Monitoring Unit

Índice

1	Introdução	1
2	Investigação e inovação	2
2.1	Considerações gerais	2
2.2	Gestão de infraestruturas de transportes	2
2.3	Metodologias de monitorização da integridade estrutural	2
2.4	Projeto GIIP - Gestão Inteligente de Infraestruturas Portuárias	3
3	Estudos e pareceres	4
3.1	Considerações gerais	4
3.2	Monitorização estrutural	4
3.3	Medição de forças em cabos	6
3.4	Ensaios de carga de obras de arte	7
3.5	Inspeção de obras de arte	8
3.6	Atividade de consultoria	10
4	Outras atividades científicas e técnicas	11
4.1	Participação em comissões técnicas	11
4.2	Participação na edição de revistas científicas e técnicas	11
5	Documentos científicos e técnicos	12
6	Recursos humanos	13
7	Faturação externa	14
8	Considerações finais	16
	ANEXOS	19
	ANEXO I Publicações	21
	ANEXO II Faturação externa: evolução entre 2016 e 2023	27

Índice de figuras

Figura 3.1 – Pontes de São João e do Freixo.....	5
Figura 3.2 – Ponte Rainha Santa Isabel	5
Figura 3.3 – Ponte do Criz II.....	5
Figura 3.4 – Medição das forças nos pendurais da Ponte 25 de Abril	6
Figura 3.5 – Medição das forças nos tirantes da Ponte Salgueiro Maia.....	6
Figura 3.6 – Medição das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte do Freixo	6
Figura 3.7 – Medição das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte de Lanheses	6
Figura 3.8 – Ensaio de vibração ambiente da Passagem Superior Pedonal, na estação de Santos da linha de Cascais.....	7
Figura 3.9 – Ensaio da ponte do Degebe, na Linha de Évora, no Corredor Internacional Sul.....	7
Figura 3.10 – Estrutura de ampliação da pista do Aeroporto da Madeira	8
Figura 3.11 – Ponte sobre o Rio Caia, em Arronches	9
Figura 3.12 – Ponte s/Rio da Areia, em Valado dos Frades.....	9
Figura 3.13 – Ponte sobre a Ribeira Grande, em Avis	9
Figura 3.14 – Ponte do rio de Porto, em Amiais de Baixo	9
Figura 3.15 – Ponte de Santana, no Cartaxo.....	9
Figura 6.1 – Evolução da idade média dos colaboradores do NOE	13
Figura 7.1 – Evolução da faturação externa do NOE (s/IVA)	14

Índice de quadros

Quadro 7.1 – Faturação externa do NOE (s/IVA)	14
---	----

1 | Introdução

O Núcleo de Observação de Estruturas (NOE) integra o Departamento de Estruturas e tem como atribuições a realização de estudos nos seguintes domínios:

- a) Desenvolvimento e implementação de técnicas de monitorização da integridade estrutural que permitam detetar, localizar e avaliar danos ou alterações no comportamento estrutural;
- b) Inspeções de obras de arte com vista ao diagnóstico e correção de anomalias;
- c) Ensaios complementares de diagnóstico, incluindo ensaios de carga;
- d) Medição das forças instaladas em tirantes, pendurais e cabos de pré-esforço exterior de pontes;
- e) Sistemas de gestão de obras de arte;
- f) Modelação numérica do comportamento estrutural, designadamente para os efeitos do comportamento diferido e das reações expansivas internas no betão, bem como para a caracterização do comportamento dinâmico e para a deteção de danos.

No presente documento apresenta-se a atividade do NOE nestes domínios, que se repartiu pelas vertentes de i) investigação e inovação, ii) estudos e pareceres e iii) outras atividades científicas e técnicas. A atividade desenvolvida em cada uma destas vertentes é sucintamente descrita nos capítulos 2 a 4 deste relatório.

No capítulo 5 faz-se uma breve caracterização dos recursos humanos afetos ao NOE, apresentando-se no capítulo 6 a receita externa referente aos trabalhos efetuados no NOE durante o ano de 2023, assim como a respetiva evolução ao longo dos anos mais recentes, após o que se tecem algumas considerações finais relativas à atividade do núcleo.

2 | Investigação e inovação

2.1 Considerações gerais

A investigação científica desenvolvida pelo NOE enquadra-se no Plano de Investigação e Inovação do LNEC 2013-2020, nomeadamente, nos programas GuEST – Gestão de infraestruturas de transportes e MINERAL – Metodologias de monitorização da integridade estrutural. Refere-se também a participação no projeto GIIP – Gestão Inteligente de Infraestruturas Portuárias, financiado no âmbito do Programa Interface.

2.2 Gestão de infraestruturas de transportes

O estudo *Gestão de infraestruturas de transportes*, com o acrónimo “GuEST”, constituiu uma das linhas prioritárias de investigação estabelecidas pelo Departamento de Estruturas no âmbito do Plano de Investigação e Inovação (P2I) 2013-2020, tendo como objetivo o desenvolvimento de ferramentas de apoio à gestão de infraestruturas de transportes.

Os desenvolvimentos alcançados incidiram, fundamentalmente, nos domínios do comportamento diferido do betão, dos efeitos estruturais de reações expansivas internas do betão e da segurança estrutural de pontes.

Inseriu-se no âmbito deste programa o programa de investigação de Luís Oliveira Santos para obtenção do título de Habilitado para o exercício de funções de Coordenação de Investigação Científica intitulado “Avaliação e gestão de pontes de betão afetadas por reações expansivas de origem interna”, cujas provas públicas tiveram lugar em maio de 2023, bem como a tese de doutoramento em curso da BD Cláudia Folgado Santos “Efeitos estruturais das reações expansivas internas em pontes de betão”.

2.3 Metodologias de monitorização da integridade estrutural

O estudo “Metodologias de monitorização da integridade estrutural”, com o acrónimo “MINERAL”, foi uma das linhas prioritárias de investigação do Departamento de Estruturas no âmbito do Plano de Investigação e Inovação (P2I) 2013-2020. Os objetivos definidos visavam a otimização de sistemas de monitorização estrutural, a exploração de equipamentos de baixo custo e a análise da integridade estrutural.

No âmbito deste programa estão em desenvolvimento três teses de doutoramentos:

- “Otimização de sistemas de monitorização da integridade estrutural de pontes”, do técnico superior Tiago Coelho
- “Controlo da segurança de pontes com base em inteligência artificial aplicada aos efeitos dinâmicos da passagem de veículos”, do técnico superior Pedro Oliveira

- “Controlo da segurança com base em monitorização inteligente da integridade de estruturas e aprendizagem computacional por transferência”, da BD Catarina Oliveira.

2.4 Projeto GIIP - Gestão Inteligente de Infraestruturas Portuárias

O Projeto GIIP, acrónimo de *Gestão Inteligente de Infraestruturas Portuárias*, é um projeto I&D em copromoção no âmbito do Programa Interface, Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico, liderado pela empresa 3Maps e que integra a Universidade do Minho, o LNEC e a Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, S.A..

O objetivo do projeto consiste no desenvolvimento de uma solução baseada numa plataforma modular de apoio à tomada de decisão relativamente à gestão integrada de ativos portuários, tendo como base a aplicação de modelos e algoritmos de análise e previsão da degradação estrutural e funcional de ativos, bem como a consideração de critérios de natureza técnica, económica e ambiental.

O projeto decorreu entre 2020 e junho de 2023, sendo a participação do LNEC coordenada pela IA Elsa Eustáquio. A participação do NOE incidiu na monitorização estrutural de um troço piloto da doca do Porto de Leixões, selecionada como caso de estudo, de forma a caracterizar os efeitos do impacto da atracagem dos navios, tanto na doca como nos cabeços de amarração.

3 | Estudos e pareceres

3.1 Considerações gerais

A atividade de estudos e pareceres decorre de solicitações de diversas entidades ao LNEC, proporcionando um contacto próximo com a realidade das obras, o que, muitas vezes, suscita questões que geram temas para programas de investigação, proporcionando, por outro lado, informação da maior relevância para o desenvolvimento desses programas de investigação. É uma atividade que foi desenvolvida de forma intensa pelo NOE ao longo do ano de 2023, destacando-se a monitorização estrutural, a medição de forças em cabos, a realização de ensaios de carga de pontes e a inspeção de obras de arte.

3.2 Monitorização estrutural

A monitorização do comportamento estrutural de pontes é uma atividade central do NOE, envolvendo o acompanhamento contínuo de um conjunto alargado de pontes. Na generalidade destas obras de arte está instalado um sistema de monitorização com realização automática das medições.

Neste contexto, destacam-se os contratos estabelecidos com a Infraestruturas de Portugal:

- a) Monitorização estrutural da ponte 25 de Abril, em 2022 e 2023 (Proc. 0304/1201/23118)
- b) Monitorização das obras de arte ferroviárias no triénio 2022-2024, compreendendo as seguintes obras de arte (Proc. 0304/1201/23383):
 - Ponte de São João, sobre o rio Douro (Figura 3.1)
 - Ponte das Pirâmides
 - Viaduto ferroviário de Santana de Cartaxo
 - Ponte ferroviária do Sado, na variante de Alcácer
- c) Monitorização das obras de arte rodoviárias no triénio 2022-2024, compreendendo as seguintes obras de arte (Proc. 0304/1201/23452):
 - Ponte Internacional de Valença sobre o rio Minho
 - Ponte do Freixo sobre o rio Douro (Figura 3.1)
 - Ponte da Ermida sobre rio Douro, em Resende
 - Ponte Rainha Santa Isabel sobre o rio Mondego (Figura 3.2)
 - Ponte Edgar Cardoso sobre o rio Mondego
 - Ponte Salgueiro Maia sobre o rio Tejo
 - Ponte Internacional sobre rio Guadiana
- d) Monitorização estrutural das pontes do Criz II (Figura 3.3) e de São João das Areias da rede viária da Barragem da Aguieira no triénio 2020-2022 (Proc. 0304/1201/22746)

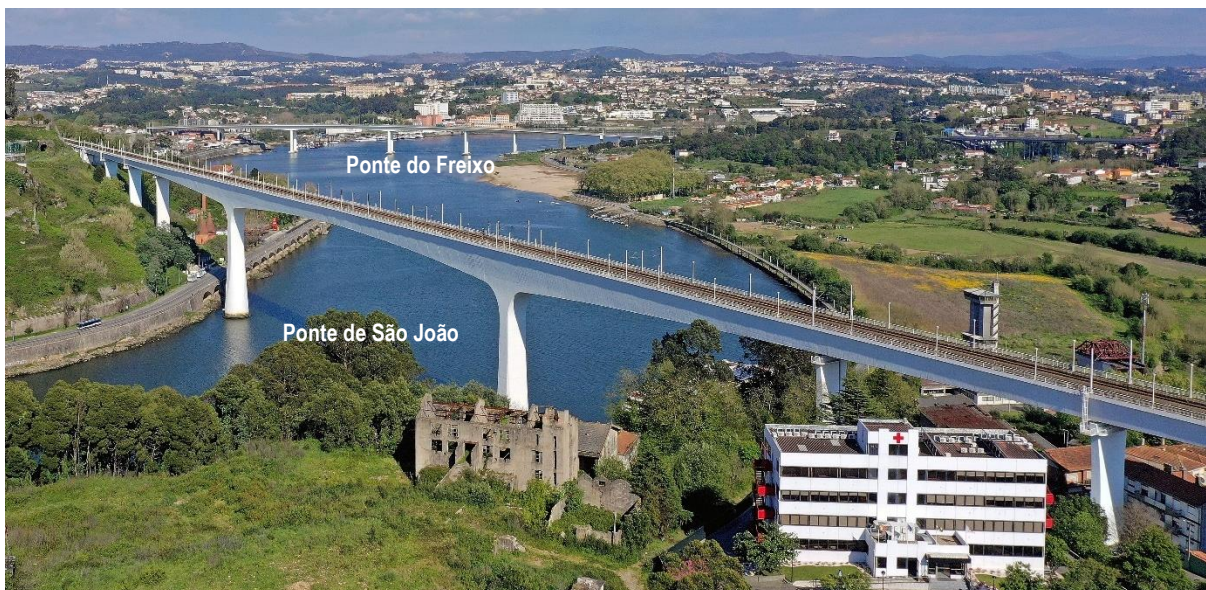


Figura 3.1 – Pontes de São João e do Freixo



Figura 3.2 – Ponte Rainha Santa Isabel



Figura 3.3 – Ponte do Criz II

Releva-se também a atividade exercida no âmbito do contrato estabelecido com a ANA – Aeroportos de Portugal para apoio à gestão da infraestrutura do Aeroporto da Madeira, envolvendo a monitorização e a inspeção anual da estrutura de ampliação da pista, bem como a coordenação da atividade exercida pelos Departamentos de Materiais, Hidráulica e Ambiente, Geotecnia e Barragens de Betão.

Foram também elaborados planos de monitorização para as pontes Luiz I e do Mosteirô, ambas sobre o rio Douro, prevendo-se que a respetiva instrumentação ocorra em 2024.

3.3 Medição de forças em cabos

A medição das forças instaladas em pendurais, tirantes e cabos de pré-esforço exterior de pontes através do método da vibração foi uma atividade exercida no âmbito de dois contratos estabelecidos com a IP - Infraestruturas de Portugal, envolvendo as seguintes obras de arte:

- Ponte 25 de Abril: medição da força nos pendurais (Figura 3.4);
- Ponte Salgueiro Maia, sobre o rio Tejo: medição da força nos tirantes e nos cabos de pré-esforço exterior (Figura 3.5);
- Ponte São João, sobre o rio Douro: medição da força nos cabos de pré-esforço exterior;
- Ponte N. Senhora da Guia, sobre o rio Lima: medição da força nos cabos de pré-esforço exterior;
- Ponte do Freixo: medição da força nos cabos de pré-esforço exterior (Figura 3.6);
- Ponte de Lanheses: medição da força nos cabos de pré-esforço exterior (Figura 3.7)

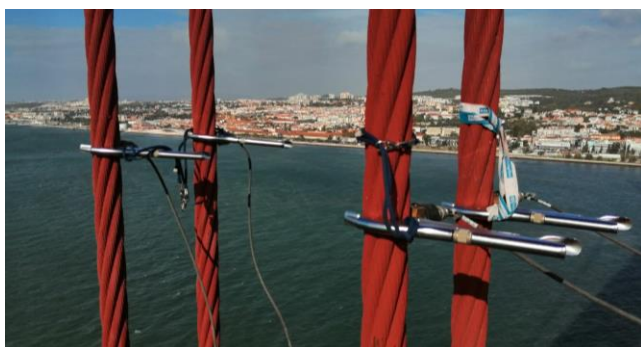


Figura 3.4 – Medição das forças nos pendurais da Ponte 25 de Abril



Figura 3.5 – Medição das forças nos tirantes da Ponte Salgueiro Maia

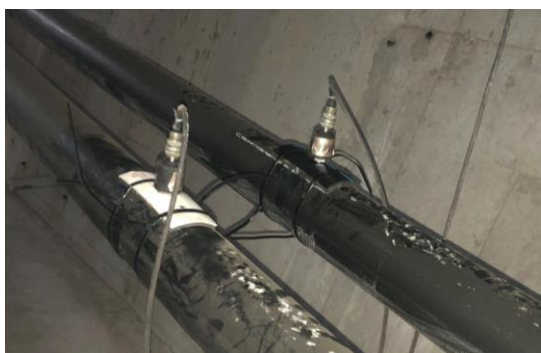


Figura 3.6 – Medição das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte do Freixo



Figura 3.7 – Medição das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte de Lanheses

3.4 Ensaios de carga de obras de arte

Durante o ano de 2023 o LNEC procedeu ao ensaio de duas obras de arte.

O primeiro ensaio foi um ensaio dinâmico de vibração ambiente de uma passagem superior pedonal na estação de Santos, na linha de Cascais (Figura 3.8), visando a identificação das causas do deficiente comportamento dinâmico desta estrutura.

O segundo ensaio foi um ensaio de receção da Ponte de Degebe, na linha de Évora, no Corredor Internacional Sul. Este ensaio foi realizado antes da entrada em serviço da obra e compreendeu o ensaio de carga estático, o ensaio dinâmico de vibração ambiente e o ensaio de frenagem (Figura 3.9).



Figura 3.8 – Ensaio de vibração ambiente da Passagem Superior Pedonal, na estação de Santos da linha de Cascais



Figura 3.9 – Ensaio da ponte do Degebe, na Linha de Évora, no Corredor Internacional Sul

3.5 Inspeção de obras de arte

O NOE realizou ao longo de 2023 a inspeção de nove obras de arte, por solicitação de diversos donos de obra, designadamente a Infraestruturas de Portugal, a ANA e vários municípios.

Para a Infraestruturas de Portugal foram inspecionadas as seguintes obras de arte:

- Ponte Infante D. Henrique;
- Ponte Internacional sobre o rio Guadiana;
- Ponte Rainha Santa Isabel.

No âmbito do contrato estabelecido com a ANA foi efetuada a inspeção da estrutura de ampliação da pista do aeroporto da Madeira (Figura 3.10).



Figura 3.10 – Estrutura de ampliação da pista do Aeroporto da Madeira

Por solicitação de diversas Câmaras Municipais foi realizada a inspeção das seguintes obras de arte:

- Ponte sobre o Rio Caia, na Rua Edmundo Curvelo, em Arronches (Figura 3.11), por solicitação da Câmara Municipal de Arroches;
- Ponte sobre o Rio da Areia, na rua Carlos O'Neill, em Valado dos Frades (Figura 3.12), por solicitação da Câmara Municipal da Nazaré;
- Ponte sobre a Ribeira Grande, situada na EM538, próximo de Figueira e Barros, em Avis (Figura 3.13), por solicitação da Câmara Municipal de Avis;
- Ponte dos Quatro Caminhos e Ponte do Carvalho, por solicitação da Câmara Municipal de Arruda dos Vinhos.
- Ponte do rio de Porto e talude adjacente, em Amiais de Baixo, Santarém (Figura 3.14), por solicitação da Câmara Municipal de Santarém;
- Ponte de Santana (Figura 3.15), por solicitação da Câmara Municipal do Cartaxo.



Figura 3.11 – Ponte sobre o Rio Caia, em Arronches



Figura 3.12 – Ponte s/Rio da Areia, em Valado dos Frades



Figura 3.13 – Ponte sobre a Ribeira Grande, em Avis



Figura 3.14 – Ponte do rio de Porto, em Amiais de Baixo



Figura 3.15 – Ponte de Santana, no Cartaxo

3.6 Atividade de consultoria

Os investigadores do NOE estiveram também envolvidos em equipas multidisciplinares do LNEC que prestaram consultoria à Infraestruturas de Portugal, designadamente no âmbito do acompanhamento dos seguintes empreendimentos:

- Empreitada geral da nova ligação ferroviária Évora Norte – Elvas
- Empreitada geral da nova ligação ferroviária Évora – Évora Norte
- Empreitada de modernização da Linha do Oeste Meleças-Caldas.
- Empreitada de modernização da Linha da Beira Alta

4 | Outras atividades científicas e técnicas

4.1 Participação em comissões técnicas

Os investigadores do NOE contribuíram para o desempenho do LNEC como Normalização Sectorial (ONS), designadamente pela sua participação na Comissão Técnica Portuguesa de Normalização CT 115 – Eurocódigos Estruturais, tendo assegurado a presidência da subcomissão SC1 – Acções em estruturas e a coordenação do Grupo de Trabalho Horizontal – Pontes, para além da participação noutras subcomissões desta comissão, nomeadamente da SC4 – Projeto de estruturas mistas aço- betão e SC10 – Bases para o projeto de estruturas.

Para além deste relevante contributo, em 2023 os investigadores do NOE estiveram também envolvidos nas seguintes comissões técnicas:

- Comissão Técnica Portuguesa de Normalização CT 180 – Gestão do Risco.
- TC 300-ARM – Alkali-aggregate reaction mitigation, da International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM).
- TC 4.2 – Bridges, da World Road Association (PIARC).
- TG 3.3 – Existing concrete structures: life management, testing and structural health monitoring, da Fédération Internationale du Béton (fib).
- Technical Committee, da International Association for Bridge and Structural Engineers (IABSE).
- e-Learning Board, da IABSE.
- Academy Board, da IABSE.

4.2 Participação na edição de revistas científicas e técnicas

Ao longo de 2023 os investigadores do NOE deram continuidade à colaboração com diversas revistas técnicas e científicas, designadamente integrando os seguintes órgãos:

- Coordenação científica da Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas
- Conselho Científico da Construção Magazine
- Associate Editor da IBRACON Structures and Materials Journal
- Editorial Board da *Infrastructures*

5 | Documentos científicos e técnicos

Os resultados da atividade desenvolvida pelo NOE foram divulgados, na sua maioria, de forma alargada ou restrita (no caso de estudos e pareceres realizados por contrato), através de documentos que podem tomar diversas formas, designadamente Relatórios, Teses e Programas de Investigação, artigos com arbitragem científica e comunicações apresentadas em congressos.

Neste contexto, em 2023, foram elaborados 39 documentos científicos e técnicos com a seguinte distribuição:

- Teses e Programas de Investigação 1
- Artigos em revistas internacionais indexadas 3
- Artigos em revistas internacionais com arbitragem científica 1
- Comunicações apresentadas em congressos 1
- Relatórios..... 33

A relação discriminada destas publicações constitui o anexo I do presente relatório.

6 | Recursos humanos

Durante o ano de 2023 verificaram-se as seguintes alterações nos recursos humanos do NOE:

- Saída por aposentação do IP Manuel José de Andrade Loureiro Pipa, que exercia as funções de Chefe do NOE desde 2013, com efeitos a 1 de agosto de 2023;
- Admissão por transferência interna do IA André Valente Monteiro, proveniente do Departamento de Materiais, com efeitos a 19 de junho de 2023;
- Admissão do Técnico Superior João Pedro Brito Saúde, por concurso interno, com efeitos a 1 de dezembro de 2023.

Nestas circunstâncias, no final de 2023, o NOE dispunha dos seguintes colaboradores:

- 3 Investigadores Principais;
- 2 Investigadores Auxiliares;
- 6 Técnicos Superiores.

O NOE proporciona também o acolhimento de duas Bolseiras de Doutoramento.

Na Figura 6.1 apresenta-se a evolução da idade média dos colaboradores do NOE desde 2016. Verifica-se uma significativa diminuição da idade média de 2022 para 2023, de 52,6 para 49,6, que se deve à conjugação de uma aposentação e de duas admissões.

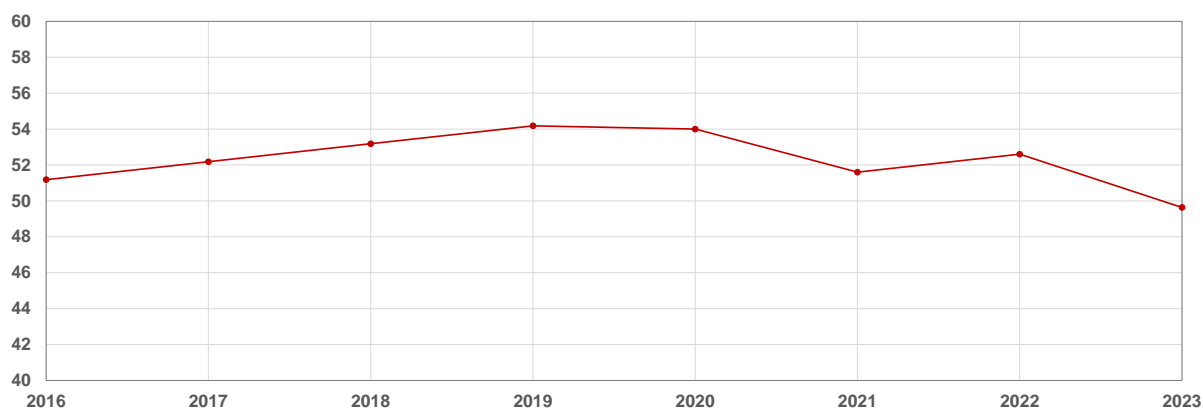


Figura 6.1 – Evolução da idade média dos colaboradores do NOE

7 | Faturação externa

A atividade desenvolvida pelo NOE tem permitido a obtenção de receitas externas muito significativas, na sua maioria provenientes da atividade de estudos e pareceres.

No Quadro 7.1 apresenta-se a faturação decorrente dos estudos efetuados pelo NOE entre 2016 e 2023, de acordo com a informação disponibilizada pela aplicação “Execução financeira” disponível na Internet do LNEC. Os valores apresentados neste quadro estão discriminados de acordo com os tipos de atividade considerados no LNEC: 1101 - Projetos de IE cofinanciados; 1201 - Estudos e Pareceres; 1303 - Normalização e Regulamentação; 2003: Venda de produtos.

Quadro 7.1 – Faturação externa do NOE (s/IVA)

Ano	Tipo de atividade				Total
	1101	1201	1303	2003	
2016	–	277 951,00 €	4 500,00 €	500,00 €	282 951,00 €
2017	–	318 590,00 €	6 371,02 €	–	324 961,02 €
2018	35 857,46 €	392 000,00 €	–	–	427 857,46 €
2019	48 088,47 €	364 980,00 €	–	–	413 068,47 €
2020	75 095,90 €	382 145,00 €	3 350,00 €	–	460 590,90 €
2021	35 251,53 €	255 917,45 €	5 562,50 €	–	296 731,48 €
2022	9 766,43 €	474 502,41 €	–	–	484 268,84 €
2023	10 102,11 €	483 239,03 €	–	–	493 341,14 €

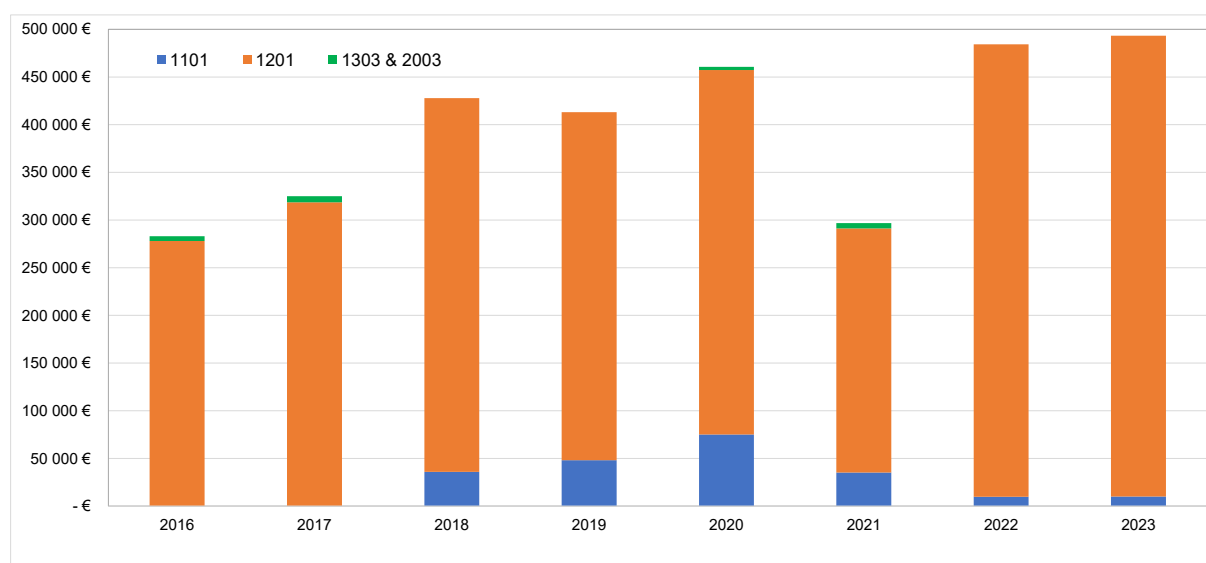


Figura 7.1 – Evolução da faturação externa do NOE (s/IVA)

Na Figura 7.1 está representada graficamente a informação contida no Quadro 7.1, tornando evidente a preponderância da faturação proveniente da atividade de estudos e pareceres.

Os valores apresentados não incluem o IVA nem os montantes correspondentes aos processos internos.

A faturação em 2023 foi ligeiramente superior à ocorrida no ano anterior.

No anexo II apresenta-se a evolução da faturação desde 2016, com a correção devida à inflação.

8 | Considerações finais

O presente documento procurou sintetizar as atividades desenvolvidas pelos colaboradores do Núcleo de Observação de Estruturas do Departamento de Estruturas (DE/NOE) ao longo de 2023.

Na vertente de **Investigação e Inovação** destaca-se a apresentação de um programa de investigação e o desenvolvimento em curso de quatro teses de doutoramento, orientadas por investigadores do NOE, cuja conclusão se prevê para o ano de 2025. A atividade desenvolvida insere-se no âmbito do plano de investigação e inovação do LNEC (P2I) para 2013/2020. Refere-se ainda a preparação, durante o ano de 2023, de dois novos programas de investigação enquadrados no P2I 2023/2027.

A vertente de **Estudos e Pareceres** é uma área onde tradicionalmente é mais evidente a intensidade da atividade do NOE, designadamente pelo elevado número de estudos efetuados, pelos numerosos relatórios publicados e pela significativa faturação associada. Embora o objeto destes estudos seja diverso, sobressaem os relacionados à monitorização estrutural, à medição de forças em cabos de pontes e à realização de inspeções de obras de arte.

Nas **Outras Atividades Científicas e Técnicas** destacam-se a participação dos investigadores do NOE em diversas comissões técnicas nacionais e internacionais, bem como a colaboração que tem sido prestada à edição de revistas científicas e técnicas.

Os recursos humanos afetos ao DE/NOE suscitam preocupação face à aposentação de dois Investigadores Principais: um em agosto de 2023 e outro, previsivelmente, no primeiro trimestre de 2024. Para colmatar esta situação perspetiva-se o recrutamento de dois Investigadores Auxiliares durante o ano de 2024, o que exigirá um esforço de integração dos novos colaboradores.

A faturação ao longo de 2023 foi ligeiramente superior à verificada no ano anterior.

Em síntese, a atividade desenvolvida pelos colaboradores do Núcleo de Observação de Estruturas ao longo do ano de 2023 foi intensa e diversificada, contribuindo para o cumprimento da missão do LNEC.

Lisboa, LNEC, janeiro de 2024

VISTO

O Diretor do Departamento de Estruturas



José Manuel Catarino

AUTORIA



Luís Oliveira Santos
Investigador-Coordenador
Chefe do Núcleo de Observação de Estruturas

ANEXOS

ANEXO I Publicações

Teses e programas de investigação

- D1 SANTOS, L. O., 2023 – **Avaliação e gestão de pontes de betão afetadas por reações expansivas de origem interna**. Programa de Investigação e de formação pós-graduada para obtenção do título de Habilitado para o Exercício de Funções de Coordenação Científica, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Artigos em revistas internacionais indexadas

- A1. MONTEIRO, A.; GONÇALVES, A.; BALAYSSAC, J.; YSSORCHE-CUBAYNES, M.; COSTA, A., 2023 – **On the role of compaction in disputes over the quality of the supplied concrete**. Materials & Structures 56:60, <https://doi.org/10.1617/s11527-023-02148-2>
- A2. BARROS, F.; AGUIAR, S.; SOUSA, P.; CACHAÇO, A.; RAMOS, N.; TAVARES, P.; MOREIRA P.; SANTOS, L. O.; XU, M.; FRANCO, E., 2023 – **Detection and measurement of beam deflection in the Madeira Airport runway extension using digital image correlation**. International Journal of Structural Integrity, Vol. 14, No. 1, pp. 103-115, <https://doi.org/10.1108/IJSI-03-2022-0049>
- A3. FIGUEIREDO, E.; SANTOS, L. O.; MOLDOVAN, I.; KRANIOTIS, D.; MELO, J.; DIAS, L.; COELHO, G., 2023 – **A roadmap for an integrated assessment approach for climate change adaptation of concrete bridges**, Journal of Bridge Engineering, Vol. 28, No. 6., <https://doi.org/10.1061/JBENF2/BEENG-5735>

Artigos em revistas nacionais com revisão

- AN1 CUSTÓDIO, J.; BATISTA, A. L.; SANTOS, L. O., 2023 – **Reações expansivas do betão: prevenção, mitigação e segurança estrutural**, Construção Magazine, Nº 115, pp. 28-32.

Comunicações apresentadas em congressos

- C1 XU, M.; SANTOS, L.O., 2023 – **Assessment of a Damaged Bridge Based on Modal Identification from Ambient Vibration Tests**, Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (EVACES 2023), Milan, Italy, <http://dspace2.lnec.pt:8080/jspui/handle/123456789/1016599>.

Relatórios

- R1 SILVEIRA, P.; DOMINGOS, A., 2023 – **Inspeção da ponte sobre o Rio Caia, na Rua Edmundo Curvelo, em Arronches. Inspeção realizada em 6 de janeiro de 2023**. LNEC - Proc. 0304/1201/23638. Relatório 10/2023 – DE/NOE.
- R2 XU, M., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte 25 de Abril. Análise dos resultados da observação geodésica até novembro 2022**. LNEC - Proc. 0304/1201/23118. Relatório 36/2023 – DE/NOE.
- R3 SILVEIRA, P.; DOMINGOS, A., 2023 – **Inspeção da Ponte sobre o Rio da Areia, na rua Carlos O'Neill, em Valado dos Frades**. LNEC - Proc. 0304/1201/23636. Relatório 40/2023 – DE/NOE.
- R4 SILVEIRA, P.; DOMINGOS, A., 2023 – **Inspeção da Ponte sobre a Ribeira Grande, situada na EM538, próximo de Figueira e Barros, em Avis. Inspeção realizada em fevereiro de 2023**. LNEC - Proc. 0304/1201/23648. Relatório 66/2023 – DE/NOE.

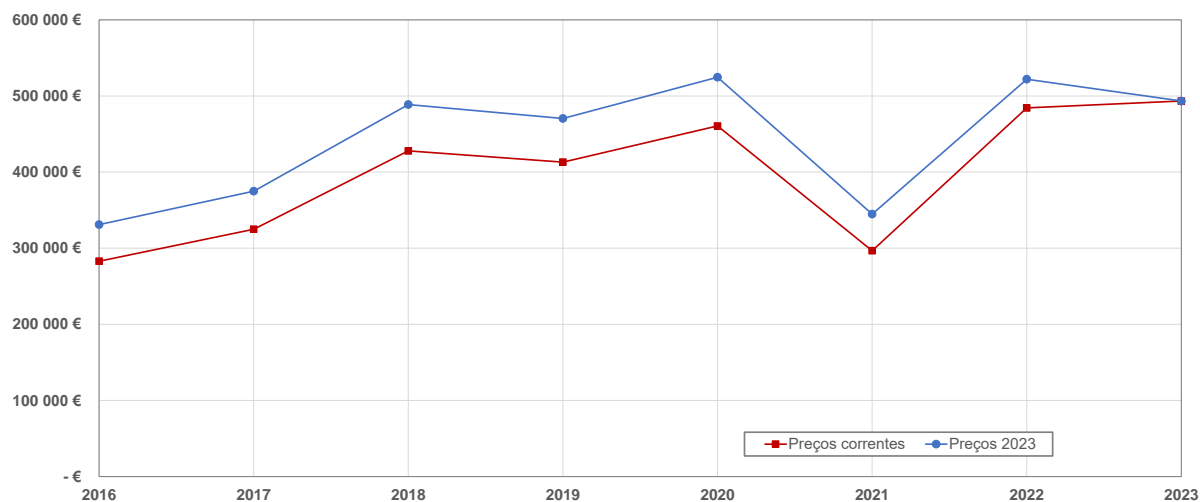
- R5 SILVEIRA, P.; OLIVEIRA, P.; LEITÃO, N., 2023 – **Plano de monitorização estrutural da Ponte Luiz I.** LNEC - Proc. 0304/1201/23266. Relatório 116/2023 – DE/NOE.
- R6 DOMINGOS, A.; PIPA, M., 2023 – **Inspeção da Ponte Infante D. Henrique. Inspeção realizada em novembro de 2022.** LNEC - Proc. 0304/1201/23500. Relatório 136/2023 – DE/NOE.
- R7 COELHO, T.; XU, M., 2023 – **Inspeção principal da Ponte da Arrábida sobre o rio Douro na autoestrada A1. Inspeção realizada em dezembro de 2022.** Proc. 0304/1201/23452. Relatório 153/2023 – DE/NOE.
- R8 SILVEIRA, P.; PIPA, M., 2023 – **Avaliação preliminar das condições de serviço das pontes dos Quatro Caminhos e do Carvalho, no Município de Arruda dos Vinhos.** LNEC - Proc. 0304/1201/23727. Relatório 157/2023 – DE/NOE.
- R9 SILVEIRA, P.; OLIVEIRA, P., 2023 – **Inspeção da Ponte Internacional sobre o rio Guadiana. Inspeção realizada em abril de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23452. Relatório 165/2023 – DE/NOE.
- R10 SANTOS, L. O.; XU, MIN; PEREIRA, E. V., 2023 – **Monitorização estrutural e da durabilidade da Ponte de São João das Areias. Resultados obtidos até março de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/22746. Relatório 198/2023 – DE/NOE.
- R11 XU, M.; SANTOS, L. O., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte do Criz II na EN234. Resultados obtidos até março de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/22746. Relatório 205/2023 – DE/NOE.
- R12 SANTOS, L. O.; XU, M., 2023 – **Inspeção da estrutura de ampliação da pista do Aeroporto da Madeira - Inspeção de rotina realizada em abril de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/20609. Relatório 216/2023 – DE/NOE.
- R13 SANTOS, L. O.; MONTEIRO, A.; PORTUGAL, J. C., 2023 – **Inspeção da Ponte do rio de Porto e talude adjacente, em Amiais de Baixo, Santarém. Inspeção realizada em julho de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23773. Relatório 276/2023 – DE/NOE.
- R14 SILVEIRA, P., 2023 – **Observação da Ponte Internacional sobre o rio Minho em Valença. Resultados obtidos até agosto de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23452. Relatório 295/2023 – DE/NOE.
- R15 COELHO, T.; SANTOS, L. O., 2023 – **Avaliação experimental das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte de Lanheses sobre o Rio Lima. Campanha realizada em agosto de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23497. Relatório 297/2023 – DE/NOE.
- R16 OLIVEIRA, P.; SILVEIRA, P., 2023 – **Plano de monitorização estrutural da Ponte Luiz I. Instrumentação dos aparelhos de apoio do tabuleiro inferior.** LNEC - Proc. 0304/1201/23266. Relatório 317/2023 – DE/NOE.
- R17 XU, M., 2023 – **Avaliação das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte de São João. Campanha realizada em abril de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23497. Relatório 319/2023 – DE/NOE.
- R18 XU, M.; COELHO, T., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte 25 de Abril. Comportamento observado até dezembro de 2022.** LNEC - Proc. 0304/1201/23118. Relatório 321/2023 – DE/NOE.
- R19 MONTEIRO, A., 2023 – **Avaliação experimental das forças instaladas nos tirantes e cabos de pré-esforço exterior da Ponte Salgueiro Maia. Campanha realizada em setembro de 2023.**

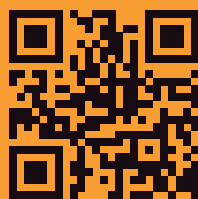
- LNEC - Proc. 0304/1201/23497. Relatório 346/2023 – DE/NOE.
- R20 Xu, M.; SANTOS, L. O., 2023 – **Monitorização da integridade estrutural da Ponte de São João. Resultados até setembro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23383. Relatório 371/2023 – DE/NOE.
- R21 COELHO, T.; SANTOS, L. O., 2023 – **Avaliação experimental das forças nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte de Nossa Senhora da Guia sobre o Rio Lima. Campanha realizada em agosto de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23497. Relatório 378/2023 – DE/NOE.
- R22 SILVEIRA, P.; COELHO, T., 2023 – **Especificações Técnicas Complementares para Inspeção, Monitorização e Manutenção do Viaduto de Santana do Cartaxo, na Linha do Norte.** LNEC - Proc. 0304/1201/23383. Relatório 379/2023 – DE/NOE.
- R23 SILVEIRA, P.; Oliveira, P., 2023 – **Especificações Técnicas Complementares para Inspeção, Monitorização e Manutenção da Ponte das Pirâmides, no ramal de ligação ao porto de Aveiro.** LNEC - Proc. 0304/1201/23383. Relatório 380/2023 – DE/NOE.
- R24 MONTEIRO, A., 2023 – **Avaliação experimental das forças instaladas nos cabos de pré-esforço exterior da Ponte do Freixo - Campanha realizada em outubro de 2023.** Proc. 0304/1201/23497. Relatório 388/2023 – DE/NOE.
- R25 XU, M., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte 25 de Abril. Análise dos resultados da observação geodésica obtidos até setembro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23118. Relatório 407/2023 – DE/NOE.
- R26 XU, M., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte Rainha Santa Isabel - Resultados obtidos até outubro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23452. Relatório 408/2023 – DE/NOE.
- R27 COELHO, T.; SILVEIRA, P., 2023 – **Monitorização estrutural do Viaduto Ferroviário de Santana do Cartaxo - Comportamento estrutural observado até novembro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23383. Relatório 410/2023 – DE/NOE.
- R28 Oliveira, P.; SANTOS, L. O., 2023 – **Monitorização da integridade estrutural da Ponte Ferroviária das Pirâmides. Comportamento estrutural observado em 2023.** Proc. 0304/1201/23383, LNEC - Relatório 420/2023 – DE/NOE.
- R29 SILVEIRA, P., 2023 – **Observação a longo prazo da Ponte Internacional sobre o rio Guadiana. Resultados até dezembro de 2023.** Proc. 0304/1201/23452, LNEC - Relatório 428/2023 – DE/NOE.
- R30 Domingos, A.; XU, M., 2023 – **Inspeção principal da Ponte Rainha Santa Isabel. Inspeção realizada em outubro de 2023.** Proc. 0304/1201/23452, LNEC - Relatório 433/2023 – DE/NOE.
- R31 XU, M.; SANTOS, L. O., 2023 – **Monitorização da integridade estrutural da ampliação da pista do Aeroporto da Madeira. Resultados obtidos até dezembro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/20609. Relatório 435/2023 – DE/NOE.
- R32 Oliveira, P.; SANTOS, L. O., 2023 – **Monitorização estrutural da Ponte Ferroviária sobre o rio Sado. Comportamento estrutural observado em 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23383. Relatório 437/2023 – DE/NOE.
- R33 SILVEIRA, P., 2023 – **Observação da Ponte Salgueiro Maia. Resultados obtidos até dezembro de 2023.** LNEC - Proc. 0304/1201/23452. Relatório 439/2023 – DE/NOE.

ANEXO II
Faturação externa: evolução entre 2016 e 2023

Evolução da faturação externa do NOE entre 2016 e 2023 (s/IVA e s/parceiros internos)

Ano	Taxa de inflação	Fator de correção 2023	Faturação (preços correntes)	Faturação (preços 2023)
2016	0,6%	1,16996	282 951,00 €	331 042,70 €
2017	1,4%	1,15381	324 961,02 €	374 943,73 €
2018	1,0%	1,14238	427 857,46 €	488 779,02 €
2019	0,3%	1,13897	413 068,47 €	470 472,84 €
2020	0,0%	1,13897	460 590,90 €	524 599,49 €
2021	1,3%	1,16200	296 731,48 €	344 826,91 €
2022	7,8%	1,07800	484 268,84 €	522 041,81 €
2023	4,3%	1,00000	493 341,14 €	493 341,14 €





www.lnec.pt

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