



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## **PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2023**





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2023

Lisboa • maio 2023

**OAC&T** BARRAGENS DE BETÃO

RELATÓRIO 211/2023 – **DBB/Chefia**

## **Título**

**PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2023**

## **Autoria**

DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO

### **António Lopes Batista**

Investigador-Coordenador, Diretor do Departamento

### **Luís Nolasco Lamas**

Investigador Principal, Chefe do Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas

### **António Tavares de Castro**

Investigador Principal, Chefe do Núcleo de Observação

### **Maria João Henriques**

Investigadora Principal, Chefe do Núcleo de Geodesia Aplicada

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

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

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

Relatório 211/2023

Proc. 0401/3102/19522, 0402/3102/19523, 0403/3102/19524, 0404/3102/19525

## **Título**

**PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2023**

## **Autoria**

DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO

### **António Lopes Batista**

Investigador-Coordenador, Diretor do Departamento

### **Luís Nolasco Lamas**

Investigador Principal, Chefe do Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas

### **António Tavares de Castro**

Investigador Principal, Chefe do Núcleo de Observação

### **Maria João Henriques**

Investigadora Principal, Chefe do Núcleo de Geodesia Aplicada

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

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

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

Relatório 211/2023

Proc. 0401/3102/19522, 0402/3102/19523, 0403/3102/19524, 0404/3102/19525

# PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2023

## Resumo

---

Apresenta-se o plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) para 2023, considerando as componentes de investigação e inovação, os estudos e pareceres e as outras atividades científicas e técnicas. Em primeiro lugar refere-se, genericamente, a concretização do plano de atividades do ano anterior. Depois caracteriza-se a unidade departamental em termos de recursos e enquadram-se as atividades no contexto dos objetivos do LNEC. Faz-se ainda referência à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2023, bem como às necessidades existentes face ao cumprimento do plano proposto.

Palavras-chave: Departamento de Barragens de Betão / Plano de atividades / Investigação, desenvolvimento e inovação / Estudos e pareceres / Outras atividades científicas e técnicas

# PLAN OF ACTIVITIES OF THE CONCRETE DAMS DEPARTMENT FOR 2023

## Abstract

---

The plan of activities of the Concrete Dams Department (DBB) for 2023 is presented, considering the components of research and innovation, contract studies and other science and technology activities. Firstly, the implementation of the previous year's activities plan is briefly described. Afterwards, the department is characterized in terms of resources and the activities are framed in the context of LNEC's activities. Reference is also made to the forecast of DBB's operational and financial performance in 2023, as well as to the current needs to fulfil the proposed plan.

Keywords: Concrete Dams Department / Plan of activities / Research, development and innovation / Contract studies / Other science and technology activities



# Índice

1	Considerações iniciais.....	1
1.1	Aspetos gerais .....	1
1.2	Enquadramento geral da atividade .....	1
1.3	Meios humanos e materiais .....	3
1.4	Concretização do plano de atividades de 2022.....	4
2	Caracterização do DBB.....	6
2.1	Organização funcional .....	6
2.2	Recursos humanos .....	6
2.3	Instalações e equipamentos .....	10
3	Enquadramento e objetivos do DBB .....	11
3.1	Enquadramento da atividade .....	11
3.2	Caracterização do ambiente externo .....	11
3.2.1	Atividades de investigação .....	11
3.2.2	Serviços de ciência e tecnologia .....	12
3.3	Objetivos estratégicos e operacionais .....	14
3.3.1	Aspetos gerais .....	14
3.3.2	Investigação e inovação .....	18
3.3.3	Estudos e pareceres .....	19
3.3.4	Outras atividades científicas e técnicas.....	20
4	Atividades previstas para 2023 .....	21
4.1	Âmbito das atividades.....	21
4.2	Investigação e inovação .....	21
4.2.1	Aspetos gerais .....	21
4.2.2	Projetos do P2I/LNEC 2013-2020 .....	22
4.2.3	Outros projetos .....	24
4.3	Estudos e pareceres em Portugal .....	25
4.3.1	Aspetos gerais .....	25
4.3.2	Acompanhamento do comportamento de obras .....	25
4.3.3	Apoio à construção, reabilitação e instrumentação de obras.....	29
4.3.4	Apoio na fase de primeiro enchimento e primeiro período de exploração .....	30
4.3.5	Pareceres e outros estudos .....	30
4.4	Estudos para Moçambique .....	30
4.5	Estudos para o Brasil.....	31
4.6	Outras atividades científicas e técnicas.....	31
4.6.1	Organização de eventos científicos e técnicos .....	31
4.6.2	Participação em eventos científicos e técnicos .....	32
4.6.3	Participação em comités e grupos de trabalho.....	33
4.6.4	Participação em órgãos sociais de associações .....	34
4.6.5	Apoio aos laboratórios de engenharia dos PALOP .....	35
4.7	Interações internas e externas.....	35
5	Previsão do desempenho do DBB em 2023.....	36
5.1	Aspetos gerais .....	36
5.2	Atividade de investigação e inovação.....	36
5.3	Estudos e pareceres .....	36
5.4	Previsão do desempenho global do DBB em 2023 .....	38

5.4.1	Aspetos gerais .....	38
5.4.2	Número de publicações previstas para 2023 .....	38
5.4.3	Despesas e receitas previstas para 2023.....	39
6	Necessidades do DBB .....	41
6.1	Aspetos gerais .....	41
6.2	Recursos humanos .....	41
6.2.1	Renovação e rejuvenescimento .....	41
6.2.2	Formação.....	42
6.3	Instalações.....	42
6.4	Equipamentos .....	42
7	Considerações finais .....	44
	Referências bibliográficas .....	46

## Índice de figuras

Figura 2.1 – Distribuição dos trabalhadores do DBB por categorias e por idades, no início de 2023.....	9
Figura 5.1 – Resultados das atividades do DBB em termos de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas), entre 2012 e 2022.....	39
Figura 5.2 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2013 e 2022, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC) .....	39

## Índice de quadros

Quadro 2.1 – Lista de trabalhadores do DBB colocados na Direção e Secção de Expediente (Setor 401) .....	7
Quadro 2.2 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (Setor 402) .....	7
Quadro 2.3 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Observação (Setor 403) .....	7
Quadro 2.4 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Geodesia Aplicada (Setor 404) .....	8
Quadro 2.5 – Resumo dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB no início de abril de 2023 .....	8
Quadro 3.1 – Documentos que constituem o quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens .....	13
Quadro 3.2 – Características gerais das barragens integradas nos empreendimentos hidroelétricos construídos após 2007, com apoio do DBB .....	13
Quadro 3.3 – Características gerais das obras subterrâneas integradas em empreendimentos hidroelétricos construídos após 2007, com apoio do DBB .....	14
Quadro 3.4 – Objetivos estratégicos do LNEC .....	14
Quadro 3.5 – Objetivos operacionais do LNEC .....	15
Quadro 3.6 – Indicadores de desempenho do LNEC .....	17
Quadro 4.1 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento interno .....	22
Quadro 4.2 – Projeto de investigação em curso no DBB com financiamento externo .....	23
Quadro 4.3 – Teses de doutoramento com orientação de investigadores do DBB em 2023 .....	24
Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP .....	26
Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP) .....	27
Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Engie Douro .....	27
Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Iberdrola .....	27
Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Aguia Enlica II Small Hydro e pela Pebble Hydro (grupo Aguia Enlica) .....	27
Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) .....	28
Quadro 4.10 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA .....	28
Quadro 4.11 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pelas empresas do grupo Águas de Portugal .....	28
Quadro 4.12 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela empresa Ribeira da Teja Produção de Energia .....	28
Quadro 4.13 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Associação de Regantes e Beneficiários do Alvor (ARBA) .....	29
Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2023 no DBB com o acompanhamento do comportamento para ações estáticas de barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas, na fase de exploração (em euros) .....	37
Quadro 5.2 – Receitas previstas em 2023 no DBB com a realização dos estudos específicos (em euros) .....	38

# 1 | Considerações iniciais

## 1.1 Aspectos gerais

O plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para 2023 destina-se a enquadrar e detalhar os trabalhos cuja realização está prevista para o ano em apreço, considerando as características do LNEC como organismo público de ciência e tecnologia e o DBB como unidade departamental dedicada às temáticas das barragens de betão e alvenaria, obras em maciços rochosos e engenharia geográfica aplicada à monitorização de obras de engenharia civil e a estudos do território.

A organização deste plano é genericamente semelhante à do plano anual anterior (LNEC; 2022a). Considerou-se não se justificar a apresentação de aspetos relacionados com as instalações que o DBB ocupa no *campus* do LNEC e as listas dos equipamentos em utilização corrente no departamento, que foram detalhados no plano de atividades de 2019 (LNEC; 2018). Neste primeiro capítulo faz-se ainda uma breve referência à concretização do plano de atividades de 2022.

O DBB, sendo uma das oito unidades departamentais do LNEC, pretende contribuir, nas suas áreas de intervenção, para a prossecução dos objetivos estratégicos e operacionais do LNEC, definidos na Lei Orgânica do LNEC (Decreto-Lei nº 157/2012, de 18 de julho). Assim, conforme estabelece o Regulamento Interno do LNEC (Despacho n.º 6376/2013, publicado no Diário da República, 2.ª Série, n.º 94, de 16 de maio de 2013), compete ao DBB contribuir para o cumprimento da missão e atribuições do LNEC, fundamentalmente nas seguintes áreas: *i) barragens de betão e de alvenaria e suas fundações; e ii) órgãos de segurança e exploração de barragens, incluindo as respetivas obras subterrâneas em maciços rochosos*. Deve ainda referir-se a inclusão no DBB de um setor de engenharia geográfica aplicada a obras de engenharia civil, com atuação transversal em outros departamentos do LNEC. No capítulo 2, onde se faz a caracterização do DBB, são referidos a organização funcional e os recursos humanos disponíveis para a concretização das atividades que enformam o contributo e a ação do DBB como unidade operativa do LNEC.

## 1.2 Enquadramento geral da atividade

A atividade desenvolvida nos anos anteriores foi fortemente condicionada pela crise pandémica de Covid-19, iniciada nos primeiros meses de 2020 e que se prolongou durante 2021. Em 2022 a atividade teve afetações marginais resultantes desta crise, prevendo-se que em 2023 já não haverá efeitos significativos.

Em 2023 o DBB continuará a desenvolver a sua atividade nas três grandes vertentes em que se divide a ação do LNEC: a investigação científica, os serviços de ciência e tecnologia (estudos e pareceres) e as outras atividades científicas e técnicas. Como adiante será detalhado, o DBB caracteriza-se por uma importante componente de investigação, mas com reduzido financiamento externo direto, e por uma

atividade muito significativa em serviços de ciência e tecnologia, através de estudos por contrato. A maior parte dos estudos por contrato refere-se ao acompanhamento do comportamento, observação e controlo da segurança de barragens e obras subterrâneas em construção e em exploração, sendo realizada, em boa parte, para dar cumprimento às atribuições que são conferidas ao LNEC pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB; 2018), mas incluindo também uma parcela substancial que é contratada devido às competências específicas do DBB. Existe uma grande ligação entre os estudos de investigação e os estudos por contrato, na medida em que as necessidades dos estudos por contrato constituem uma fonte dos mais importantes temas de investigação e a sua execução potencia o financiamento e a aplicação dos resultados dos estudos de investigação.

Os enquadramentos externo e interno da atividade do DBB, adiante descritos em capítulo autónomo, têm vindo a sofrer alterações significativas nos últimos anos. Referem-se, neste contexto, as alterações associadas: i) ao processo administrativo do Programa de Regularização Extraordinária dos Vínculos Precários na Administração Pública (PREVPAP), que permitiu regularizar o vínculo laboral de bolseiros com o Estado; ii) à alteração do estatuto do bolseiro de investigação, definido pelo Decreto-Lei nº 123/2019, de 28 de agosto, que obrigou ao ajuste, em conformidade, do regulamento de bolsas de investigação do LNEC; e iii) ao surgimento de novos concessionários de aproveitamentos hidroelétricos, fruto da venda de alguns ativos por parte do atual maior concessionário, a Energias de Portugal (EDP).

No que respeita aos projetos de investigação integrados no Plano de Investigação e Inovação do LNEC para 2013-2020 (P2I/LNEC 2013-2020), o seu encerramento foi adiado para 2023, devido ao atraso verificado no lançamento da nova Estratégia de Investigação e Inovação 2021-2027 (E2I 21-27), que induzirá um novo ciclo, designado por P2I 2021-2027. Assim, prevê-se para 2023 a conclusão e avaliação dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020 e a preparação, já em curso, dos projetos que integrarão o P2I 2021-2027. Poderão ser iniciados outros projetos e estudos, sendo dada uma especial atenção a novas oportunidades de trabalho, designadamente através de candidaturas a projetos de investigação com financiamento externo, isoladamente ou em parceria com outras entidades, e da pesquisa de estudos por contrato, tanto em Portugal como no estrangeiro. Prosseguirão também outras atividades de natureza científica e técnica, designadamente as relativas à realização de ensaios no apoio à indústria da construção, à participação em atividades de comissões técnicas e grupos de trabalho, tanto nacionais como internacionais, à divulgação científica do trabalho produzido em revistas e eventos de diferentes naturezas (seminários, cursos, congressos, etc.), à orientação de dissertações de mestrado e de teses de doutoramento, à participação em júris de provas académicas e à cooperação com outras entidades, em particular com as universidades, os concessionários de grandes barragens e os laboratórios de engenharia civil dos PALOP.

Procurar-se-á concorrer a fontes de financiamento externo à investigação científica e inovação. Tal irá acontecer no concurso da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), com submissão de propostas de projetos em junho de 2023. Dar-se-á ainda atenção às oportunidades de financiamento nacional e internacional à investigação, através de candidaturas integrando consórcios criteriosamente constituídos, designadamente nos programas Horizonte Europa e PT 2030.

No que se refere aos programas de âmbito nacional para os próximos anos, afigura-se que os incentivos associados ao Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) terão um pequeno impacto no que respeita às temáticas do âmbito do DBB. Em contrapartida, há objetivos operacionais da Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva (ENPCP), designadamente os relacionados com as inspeções de barragens, para promover o cumprimento do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) e do Regulamento de Pequenas Barragens (RPB), e com a elaboração e implementação de um programa nacional de avaliação de estabilidade estrutural de pontes, túneis e viadutos, que poderão ter um impacto muito positivo no DBB, a prazo.

Prevê-se também, a nível nacional, o prosseguimento dos investimentos em empreendimentos para a produção de energia hidroelétrica, designadamente em barragens e em centrais que lhes estão associadas, cuja concretização tem contado com o apoio diversificado do LNEC, em particular através do DBB. No estrangeiro manter-se-á o apoio a diversas entidades, públicas e privadas, em diversos estudos e na realização de ações de formação.

No âmbito das outras atividades científicas e técnicas, terá especial relevância em 2023 a colaboração de investigadores do DBB na organização de conferências nacionais e internacionais, em cursos especializados, bem como em comissões técnicas do CEN, da RILEM, do IPQ (nomeadamente referentes à revisão do Eurocódigo 7 e de outras normas) e de sociedades científicas internacionais e nacionais.

Prevê-se que continue a ser significativa a interação do DBB com todas as unidades departamentais do LNEC, em parcerias de projetos de investigação e estudos por contrato, ações de difusão de conhecimentos, promoção de ações de formação e organização de eventos científicos e técnicos.

No capítulo 3 apresentam-se, em maior detalhe, o enquadramento e os objetivos do DBB. No capítulo 4 detalham-se as atividades previstas do DBB em 2023.

### **1.3 Meios humanos e materiais**

Os meios humanos do DBB continuarão a constituir o maior capital da unidade departamental. Procurar-se-á prosseguir a sua qualificação e valorização, bem como a sua renovação e rejuvenescimento, dentro das possibilidades e dos condicionamentos do LNEC como organismo da administração pública.

Os investigadores e doutorados continuarão a desenvolver atividades no âmbito dos projetos de investigação a que estão ligados e dos estudos por contrato em que estão envolvidos. Refere-se ainda o seu envolvimento na orientação de teses de doutoramento e de dissertações de mestrado, em muitos casos através do acolhimento no LNEC de candidatos a esses graus académicos, e a participação em júris de provas académicas. Darão a devida atenção à divulgação dos resultados da investigação e contribuirão para a concretização dos planos de trabalhos relativos ao acompanhamento das obras e à execução de estudos específicos. Estarão ainda envolvidos nas atividades inerentes aos órgãos do Conselho Científico do LNEC, em particular à Comissão Científica Departamental do DBB (CCD/DBB).

Os bolsеiros em formação no DBB continuarão a dar um contributo fundamental nas atividades de investigação do departamento, aproveitando o acervo de conhecimento e informação disponıvel nas áreas de atuação da unidade departamental, contribuindo tambem para a prossegução dos seus objetivos, designadamente a obtenção de graus acadêmicos.

Os técnicos superiores desempenham funções de apoio às atividades de investigação e realizam trabalhos no âmbito de estudos por contrato, que são cruciais para o adequado funcionamento do DBB. De facto, para além do apoio diversificado ao desenvolvimento dos projetos de investigação, são responsáveis por tarefas fundamentais no acompanhamento do comportamento das obras, designadamente na gestão da informação da observação e na realização de inspeções e ensaios.

Os assistentes técnicos e operacionais realizam tarefas de apoio técnico, tanto em laboratório como no campo, contribuindo para o desenvolvimento de projetos de investigação e a realização de estudos por contrato.

Os estudos por contrato, que geram praticamente toda a receita externa do departamento, continuarão a merecer a atenção devida. A sua execução requer, para além de meios humanos qualificados, a utilização de diversos equipamentos de ensaio, informáticos e outros. No que respeita aos equipamentos de ensaio, a utilizar em laboratório e no campo, continuarão a ser assegurada uma adequada manutenção e calibração, para poderem estar permanentemente em boas condições de funcionamento e utilização. Procurar-se-á substituir equipamentos informáticos antigos e outros que estejam obsoletos, designadamente através dos programas de reequipamento do LNEC e das oportunidades proporcionadas pelos projetos de investigação com financiamento externo. Apesar do seu elevado custo, considera-se que se deve proceder, com a brevidade possıvel, à substituição de equipamentos de ensaios da Unidade de Mecânica das Rochas (UMR) que se encontram inoperacionais, uma vez que são essenciais para a atividade laboratorial da unidade.

No capítulo 5 apresentam-se previsões dos desempenhos operacional e financeiro do DBB em 2023, considerando, respetivamente, os indicadores estabelecidos pelo LNEC e os valores previstos dos encargos com o pessoal e outros, bem como as receitas estimadas. No capítulo 6 apresentam-se as necessidades do DBB face aos desafios do cumprimento dos seus objetivos.

## **1.4 Concretização do plano de atividades de 2022**

O plano de atividades do DBB para 2022 foi globalmente concretizado, tendo ainda sido realizados trabalhos que tinham sido adiados de anos anteriores, em regra por razões não imputáveis ao LNEC. Surgiram outras solicitações, a que foi necessáριο dar resposta.

No que se refere às atividades de investigação, prosseguiram, a um ritmo normal, as tarefas previstas no desenvolvimento dos doze projetos sem financiamento externo e dos projetos financiados (FCT, H2020 ou PT2020). Para além da elaboração de diversos relatórios de investigação e de numerosas comunicações a congressos e artigos em revistas nacionais e internacionais, foram concluídas várias dissertações de mestrado. Refere-se que terminaram, nos últimos meses de 2022, quatro projetos com financiamento externo, todos envolvendo a área da engenharia geográfica.

A publicação dos relatórios finais dos projetos de investigação em curso, que farão uma síntese dos desenvolvimentos conseguidos e dos resultados obtidos em cada um deles, foi adiada, como referido, para 2023.

Os estudos por contrato foram realizados de acordo com o previsto, tendo mobilizado muitas das sinergias do DBB, designadamente no que respeita: i) ao acompanhamento continuado do comportamento de barragens e obras em maciços rochosos, através da gestão da informação de segurança e sua análise, bem como a realização de campanhas de observação, inspeções e ensaios; ii) ao acompanhamento da construção, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e dos circuitos hidráulicos das obras integradas no Sistema Eletroprodutor do Tâmega (SET); iii) ao prosseguimento da elaboração de relatórios relacionados com o comportamento de obras recentes (barragens e obras subterrâneas), durante as fases de construção, primeiro enchimento e o primeiro período de exploração; e iv) ao acompanhamento da construção das obras subterrâneas da Linha Rosa e da extensão da Linha Amarela do Metro do Porto. Para os principais clientes do LNEC, designadamente para as empresas do grupo EDP, para a Engie Douro, para as empresas do grupo Agua Enlica e para a Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB), foram emitidos relatórios das atividades desenvolvidas, que atestaram o cumprimento dos planos que as enquadraram.

Refere-se, em particular, a conclusão em 2022 de alguns trabalhos para o estrangeiro, designadamente: i) o estudo de segurança das fundações e das encostas da barragem de Cahora Bassa; e ii) da maior parte dos estudos relacionados com a auditoria aos procedimentos de controlo de segurança de barragens da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), do Brasil, incluindo a análise do comportamento sísmico da barragem de Peti.

No âmbito das outras atividades científicas e técnicas, concretizou-se o envolvimento previsto de investigadores do DBB em eventos científicos e técnicos (organização, comissões científicas e participação), na docência de cursos especializados e em comissões técnicas.

No que respeita a cursos especializados, destaca-se a retoma, após dois anos de interregno devido à pandemia de Covid19, do Curso de Exploração e Segurança de Barragens (CESB), e a realização, em outubro de 2022, de um curso sobre tratamento digital de imagens, ministrado por uma investigadora da área da engenharia geográfica.

O desempenho financeiro do DBB em 2022, designadamente em termos de receitas e de despesas, foi muito semelhante ao do ano anterior.

## 2 | Caracterização do DBB

### 2.1 Organização funcional

O DBB, para além da Direção, da qual depende a Secção de Expediente, está organizado funcionalmente nos seguintes três núcleos, em acordo com o Regulamento Interno do LNEC: a) *Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (NMMR)*, ao qual cabe o desenvolvimento e aplicação de modelos matemáticos e físicos para o estudo do comportamento e a avaliação da segurança de barragens de betão e de alvenaria, suas fundações e obras anexas, a caracterização das propriedades mecânicas e hidráulicas de maciços rochosos e rochas e, ainda, o controlo do comportamento de obras subterrâneas em maciços rochosos; b) *Núcleo de Observação (NO)*, ao qual cabe a realização de estudos no domínio da instrumentação, observação e controlo do comportamento estrutural de barragens de betão e de alvenaria e o desempenho das funções regulamentares cometidas ao LNEC em matéria de segurança estrutural de barragens de betão e de alvenaria; e c) *Núcleo de Geodesia Aplicada (NGA)*, ao qual cabe a realização de estudos de desenvolvimento e aplicação de métodos da geodesia à observação do comportamento de barragens de betão e outras obras e de outros estudos no domínio da engenharia geográfica.

O DBB tem ainda duas unidades operativas, estando adstrita ao NMMR a Unidade de Mecânica das Rochas (UMR) e dependente do NGA o Laboratório de Processamento Digital de Imagens (LabImagem). A UMR, dotada de capacidades experimentais para a realização de ensaios em provetes rochosos, tem vindo a realizar ensaios para estudos de fundações de barragens e estabilidade de taludes, túneis e cavernas. O LabImagem está dotado de computadores e *software* de processamento digital de imagens (*open source* e comercial) para exploração de imagens de tipologias diversas (obtidas por satélite, *drones* e câmaras terrestres) para apoio à atividade de ensaios, monitorização de infraestruturas e estudos do território.

### 2.2 Recursos humanos

Em termos de recursos humanos, no universo do LNEC o DBB é um departamento de média dimensão, tendo um número total de 36 trabalhadores, que representam um pouco menos de 1/8 dos efetivos das oito unidades departamentais do LNEC.

A distribuição de trabalhadores com contrato em funções públicas, pelos diferentes setores do DBB, a partir do início de abril de 2023, é apresentada nos quatro quadros seguintes (Quadro 2.1 para a Direção e Secção de Expediente, Quadro 2.2 para o NMMR, Quadro 2.3 para o NO e Quadro 2.4 para o NGA).

**Quadro 2.1 – Lista de trabalhadores do DBB colocados na Direção e Secção de Expediente (Setor 401)**

Nome	Categoria	Nº de funcionário
António Lopes Batista (1)	Investigador-coordenador	1924
Alexandrina Domingues	Assistente técnica	2374
Ana Paula Martins	Assistente técnica	2034
Carla Fernandes	Assistente técnica	2373

(1) Coordenador de Ciência e Tecnologia (diretor do departamento)

**Quadro 2.2 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (Setor 402)**

Nome	Categoria	Nº de funcionário
José Vieira de Lemos	Investigador-coordenador	1753
Luís Nolasco Lamas (2)	Investigador principal	1784
José Muralha	Investigador principal	1910
Jorge Pereira Gomes	Investigador principal	2127
Sérgio Martins Oliveira	Investigador auxiliar	2007
Nuno Monteiro Azevedo	Investigador auxiliar	2468
Ivo Figueiredo Dias	Investigador auxiliar	7715
Renato Miguel Rodrigues Pereira	Investigador auxiliar	10238
Luís Fernandes Dias	Técnico superior	2105
Jorge Gião Santos	Técnico superior	2276
Hélder Santos Vitória	Técnico superior	2302
André Gonçalo Garcêz Cordeiro	Assistente técnico	7810

(2) Coordenador de Ciência e Tecnologia (chefe do núcleo)

**Quadro 2.3 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Observação (Setor 403)**

Nome	Categoria	Nº de funcionário
António Tavares de Castro (3)	Investigador principal	1940
Maria Luísa Braga Farinha	Investigadora auxiliar	2177
Eliane Teixeira Alves Portela	Investigadora auxiliar	2316
José Piteira Gomes	Investigador auxiliar	2489
Juan Tomé Caires Mata	Investigador auxiliar	7696
Carlos Oliveira Macedo Serra	Investigador auxiliar	7721
João Ricardo Conde da Silva	Investigador auxiliar	10528
Ricardo Jorge Martinho Oliveira	Técnico superior	2170
Carlos Fonseca Resende	Técnico superior	2301
Hernâni Manuel Batista Brum	Técnico superior	2416
Hugo Barros Pernetá	Técnico superior	5824
Fernando Arcanjo Marques	Assistente técnico	1903

(3) Coordenador de Ciência e Tecnologia (chefe do núcleo)

**Quadro 2.4 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Geodesia Aplicada (Setor 404)**

Nome	Categoria	Nº de funcionário
Maria João Barros Henriques (4)	Investigadora principal	1925
José Nuno Pedroso Lima	Investigador auxiliar	6345
Dora Luz Roque	Investigadora auxiliar	7808
Henrique Anjos Candeias	Técnico superior	2360
Nádia Saraiva Braz	Técnica superior	7790
José Alberto Fernandes dos Santos	Assistente técnico	2066
Aires Fernandes Moita	Assistente técnico	2201
Hugo Teixeira da Silva	Assistente técnico	2307

(4) Coordenadora de Ciência e Tecnologia (chefe do núcleo)

No Quadro 2.5 apresenta-se um resumo da distribuição dos recursos humanos nos diferentes setores do DBB, no início de abril de 2023.

**Quadro 2.5 – Resumo dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB no início de abril de 2023**

Carreiras	Categorias	Direção	NMMR	NO	NGA	Total
Investigação	Investigador-coordenador (IC)	1	1			2
	Investigador principal (IP)		3	1	1	5
	Investigador auxiliar (IA)		4	6	2	12
Técnica	Técnico superior (TS)		3	4	2	9
	Assistente técnico (AT)		1	1	3	5
Administrativa	Assistente técnico (AT)	3				3
Total		4	12	12	8	36

Comparando os cinco quadros anteriores com os quadros correspondentes do plano de atividades para 2022, assinala-se que: i) se aposentaram uma investigadora principal, um técnico superior e a coordenadora técnica da carreira administrativa; ii) três técnicos superiores e uma assistente técnica da carreira administrativa deixaram o LNEC, ao abrigo da mobilidade interna na administração pública; iii) ingressaram no DBB duas assistentes técnicas da carreira administrativa, por via de transferências internas; iv) como resultado de concursos, o investigador principal com habilitação passou para investigador-coordenador e um investigador auxiliar foi promovido a investigador principal; e v) um técnico superior foi transferido do NMMR para o NO.

Do início de 2022 para o início de 2023, saíram do DBB uma investigadora, quatro técnicos superiores e duas funcionárias administrativas, tendo entrado apenas duas funcionárias administrativas. Assim, o número de trabalhadores com contrato de funções públicas decresceu cerca de 12%, passando de 41 para 36, assim distribuídos: 19 da carreira de investigação, 14 da carreira técnica e 3 da carreira administrativa.

Na Figura 2.1 apresenta-se a distribuição dos trabalhadores do DBB por categorias e por idades, no início de 2023.

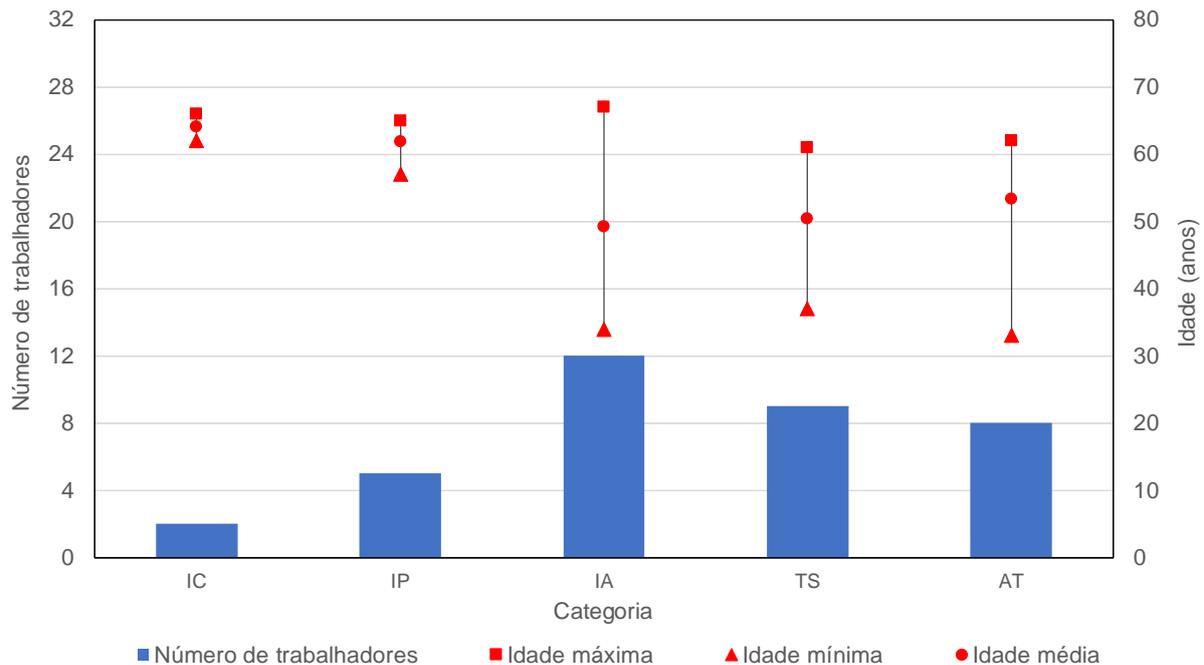


Figura 2.1 – Distribuição dos trabalhadores do DBB por categorias e por idades, no início de 2023

A idade média dos 36 trabalhadores do DBB era, no início de 2023, de 53 anos. A idade média dos 19 investigadores era de 54 anos, sendo de 64 anos para os 2 investigadores coordenadores, 62 anos para os 5 investigadores principais e 49 anos para os 12 investigadores auxiliares. A idade média dos 14 trabalhadores da carreira técnica era de 51 anos, sendo de 50 anos para os 9 técnicos superiores e de 51 anos para os cinco assistentes técnicos. A idade média das três assistentes técnicas da carreira administrativa era de 58 anos.

No que respeita a acolhimentos no DBB, referem-se, no NMMR, os seguintes: i) bolseiros de doutoramento Nuno Trindade e Miguel Rodrigues, ambos do Instituto Superior Técnico (IST) e com orientação do investigador Sérgio Oliveira; ii) bolseiro de doutoramento Gustavo Câmara, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), com coorientação do investigador Nuno Monteiro Azevedo; e iii) o bolseiro de pós-doutoramento André Alegre, no âmbito de uma bolsa enquadrada por um projeto de investigação financiado pela FCT.

No NO está em acolhimento a bolseira de doutoramento Fabiana Navia Miranda, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), com coorientação do investigador Juan Mata.

O NGA dará apoio à tese de doutoramento de Alex Alonso, da Universidade de Vigo.

Está prevista para 2023 a orientação de cerca de uma dezena de dissertações de mestrado por investigadores do DBB, nos ramos de engenharia civil e geográfica.

Refere-se também que alguns investigadores do DBB são docentes como professores convidados em instituições de ensino superior (universidades e institutos politécnicos), o que tem facilitado algumas

interações com estas escolas ao nível da participação conjunta em projetos de investigação e na orientação de teses de mestrado e de doutoramento.

### **2.3 Instalações e equipamentos**

As instalações do DBB no “campus” do LNEC não sofreram alterações relativamente ao ano anterior. Merece referência que, em geral, as instalações ocupadas são antigas, estando algumas delas degradadas (referem-se, a título de exemplo, as instalações sanitárias e os elevadores monta-cargas), pelo que as intervenções de reabilitação e melhoramento planeadas globalmente pelo LNEC deverão contemplar também o DBB a curto prazo. Reveste-se de especial urgência a intervenção programada para o esgoto do pavilhão de corte de rocha (o seu entupimento pode obrigar à paragem da atividade), que serve diversas unidades departamentais do LNEC.

O DBB dispõe de equipamentos informáticos, de ensaio e de medição necessários ao desenvolvimento natural das atividades de investigação e por contrato. No que respeita aos equipamentos informáticos, alguns deles são antigos e estão obsoletos, pelo que se tentará, na medida do possível, a sua substituição, ao abrigo dos programas de reequipamento do próprio LNEC e também os proporcionados por projetos de investigação com financiamento externo.

Alguns equipamentos laboratoriais do NMMR estão obsoletos, sendo de referir que a prensa rígida de 4500 kN, com que se realiza a grande maioria dos ensaios laboratoriais, se encontra avariada e desativada, o que traz importantes constrangimentos ao funcionamento da UMR. Trata-se de um equipamento cuja substituição requer um investimento muito elevado. Refere-se que houve no NGA, recentemente, uma renovação parcial de equipamentos e a aquisição de *software*.

## 3 | Enquadramento e objetivos do DBB

### 3.1 Enquadramento da atividade

Como referido, a atividade do LNEC está organizada em três grandes áreas: investigação, estudos e pareceres, e outras atividades científicas e técnicas.

A atividade de investigação do DBB está enquadrada, como mencionado, pela Estratégia de Investigação e Inovação (E2I) para o período de 2013-2020 (LNEC; 2014), sendo desenvolvida através de projetos de investigação em curso, integrados no P2I/LNEC 2013-2020. A preparação dos projetos de investigação para o novo ciclo será enquadrada pela Estratégia de Investigação e Inovação do LNEC para o período 2021-2027 (E2I 21-27) (LNEC; 2022b).

Os estudos e pareceres, orientados fundamentalmente para a consultoria tecnológica avançada, correspondem à prestação de serviços de ciência e tecnologia para as administrações central e local e para empresas públicas e privadas, nacionais e estrangeiras. Salientam-se, nesta atividade, intervenções regulares para garantia da segurança de grandes obras, tais como barragens, portos, pontes e túneis. Neste âmbito, o DBB está envolvido em intervenções de grande responsabilidade no controlo e avaliação de segurança de obras, designadamente em barragens e em obras em maciços rochosos, referindo-se ainda a colaboração na monitorização de outros tipos de estruturas, designadamente estruturas costeiras e vias de comunicação.

Desenvolvem-se ainda outras atividades científicas e técnicas (OAC&T), que têm por objetivos o controlo da qualidade dos produtos da construção, a regulamentação, a normalização e certificação de produtos e sistemas, e ainda, a disseminação de conhecimentos científicos e técnicos, incluindo a participação em comissões técnicas e científicas. No DBB salienta-se, neste contexto, a regulamentação, a participação em comissões técnicas e científicas e a difusão de conhecimentos, através da organização de eventos técnicos e científicos e da participação na organização de cursos.

### 3.2 Caracterização do ambiente externo

#### 3.2.1 Atividades de investigação

O ambiente externo não tem sido particularmente favorável às temáticas de I&I do DBB no que toca à captação de financiamento externo da investigação. Tem-se verificado, nas diferentes áreas de engenharia civil, que as entidades financiadoras têm privilegiado temas ligados à água e ambiente, reciclagem de materiais e eficiência energética de sistemas. De facto, estas entidades não têm dado prioridade ao apoio à investigação em muitos dos domínios de intervenção do DBB, não havendo, assim, programas de financiamento diretamente dirigidos para as áreas de obras em maciços rochosos e de barragens de betão e alvenaria. No tema do Horizonte Europa “Segurança Civil para a Sociedade” foi privilegiada a componente de *security* (crime em geral, terrorismo, crime cibernético, vigilância de

fronteiras, etc.), ficando os aspetos de *safety* (segurança) de infraestruturas relegada para a vertente de gestão de catástrofes, em que a atividade do DBB se pode inserir na fase de prevenção. Refere-se, contudo, que podem existir oportunidades no âmbito das problemáticas associadas às alterações climáticas e à diminuição de emissões de dióxido de carbono, designadamente nos aspetos relacionados com os reforços de potência e reversibilidade das centrais hidroelétricas e com a extensão da vida útil das obras.

Como referido, no âmbito da Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva (ENPCP), o DBB poderá ser beneficiado nos próximos anos em resultado da concretização dos objetivos operacionais relacionados com as inspeções de barragens, para promover o cumprimento do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) e do Regulamento de Pequenas Barragens (RPB), e com a elaboração e implementação de um programa nacional de avaliação de estabilidade estrutural de pontes, túneis e viadutos.

Apesar deste ambiente menos favorável, os investigadores do DBB têm tentado obter financiamento externo para as atividades de investigação, através da apresentação de candidaturas, a maior parte das vezes em associação com parceiros internos ou externos ao LNEC, adaptando os projetos, na medida do possível, aos objetivos definidos pelas entidades financiadoras. Será mantida e fortalecida esta atitude no futuro.

O LNEC acolheu as propostas de projetos de investigação do DBB no âmbito do P2I/LNEC 2013-2020, pelo que se considera que estão genericamente bem formulados e tratam temas importantes, em aberto, nas suas áreas de intervenção. Têm partido destes projetos muitas das candidaturas a financiamento externo.

### 3.2.2 Serviços de ciência e tecnologia

Portugal fez, a partir do início da década de 50 do século passado, uma opção estratégica no que respeita à exploração de recursos hídricos para abastecimento de água às populações, regadio e produção de energia elétrica, investindo na construção de barragens. O LNEC está, desde essa década, envolvido no apoio ao projeto, construção e exploração destas obras, nos aspetos relativos à segurança, principalmente através do DBB, do Departamento de Geotecnia (DG) e do Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA), tendo acumulado um acervo relevante de conhecimento técnico e científico nestas áreas. Desde então o DBB tem desenvolvido estas atividades nas obras de betão e alvenaria, com destaque para as barragens integradas em aproveitamentos hidroelétricos (já que a grande maioria das barragens de betão estão integradas nestes aproveitamentos). O enquadramento das responsabilidades e das atividades dos atores mais importantes da engenharia de barragens, em que o LNEC vem assumindo um papel preponderante, traduziu-se em 1990 num quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens, através do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), a que se seguiu, nos anos seguintes, a publicação de um conjunto de normas complementares. Esse quadro legislativo caracteriza-se, atualmente, pelos documentos que constam do Quadro 3.1.

**Quadro 3.1 – Documentos que constituem o quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens**

Tipo de documento	Título do documento	Publicação
Regulamentos	Regulamento de Segurança de Barragens	Decreto-Lei nº 21/2018, de 28 de março
	Regulamento de Pequenas Barragens	
Documentos técnicos de apoio	Parte I – Projeto de Barragens	Agência Portuguesa do Ambiente (APA), abril de 2018
	Parte II – Construção de Barragens	
	Parte III – Exploração de Barragens	
	Parte IV – Observação e Inspeção de Barragens	

No quadro legislativo em apreço o LNEC atua predominantemente na qualidade de consultor da Autoridade Nacional de Segurança de Barragens (desempenhada atualmente pela Agência Portuguesa do Ambiente – APA), mas realiza também muitos estudos e ensaios fora do referido âmbito. Assim, o cumprimento das atribuições do LNEC definidas no RSB constitui, ao mesmo tempo, um forte condicionamento e uma privilegiada oportunidade.

Como referido, a partir de 2007 o DBB incrementou substancialmente o envolvimento em trabalhos de apoio ao projeto, construção, entrada em serviço e exploração de novas barragens (Quadro 3.2) e de novas centrais e reforços de potência (Quadro 3.3), o que tem constituído uma excelente oportunidade de aplicação das capacidades disponíveis.

**Quadro 3.2 – Características gerais das barragens integradas nos empreendimentos hidroelétricos construídos após 2007, com apoio do DBB**

Barragem	Tipo estrutural	Altura (m)	Volume da albufeira (hm <sup>3</sup> )	Potência (MW)	Tipo de central	Concessionário	Fase atual das obras
Alto Ceira II	Abóbada	41,00	1,5	(1)	-	EDP	Exploração
Ribeiradio	Gravidade	83,00	136	75	Poço	GreenVouga (grupo EDP)	
Ermida	Gravidade	35,00	4	8	Pé jusante		
Baixo Sabor	Abóbada	123,00	1095	153	Poço	Engie Douro	
Feiticeiro	Gravidade	45,00	30	36	Poço		
Foz Tua	Abóbada	108,00	106	270	Caverna		
Alto Tâmega	Abóbada	104,50	132	160	Pé jusante	Iberdrola	Construção
Daivões	Arco-gravidade	78,00	56	118	Poço		Exploração
Gouvães	Gravidade	30,00	14	880	Caverna		Primeiro enchimento

(1) A água é transferida, através de um túnel, para a albufeira de Santa Luzia, onde é turbinada

**Quadro 3.3 – Características gerais das obras subterrâneas integradas em empreendimentos hidroelétricos construídos após 2007, com apoio do DBB**

Obra subterrânea	Finalidade	Tipo de central	Profundidade da central (m)	Comprimento do circuito hidráulico (m)	Queda (m)	Potência (MW)	Concessionário	Fase atual das obras
Picote II	Reforço de potência	Caverna	200	450	67	246	Engie Douro	Exploração
Bemposta II		Poço	85	600	60	203		
Foz Tua	Central	Poço	50	740	100	270		
Alqueva II	Reforço de potência	Poço	55	380	73	259	EDP	
Salamonde II		Caverna	150	2000	115	224		
Venda Nova III		Caverna	400	4700	420	780		
Paradela II		Caverna	500	10000	580	318		
Daivões	Central	Poço	30	280	60	118	Iberdrola	Projeto
Gouvães		Caverna	350	7700	650	880		Exploração

Refere-se, finalmente, que existem, em Portugal e no mundo, muitas estruturas afetadas por reações expansivas de origem interna do betão. Dado o investimento de investigação nesta temática, realizado nas últimas décadas no DM, no DBB e no Departamento de Estruturas (DE), o LNEC tem sido solicitado por várias entidades para a realização de estudos neste âmbito. Apontam-se os casos das barragens de Cahora Bassa (Moçambique), Peti (Brasil) e Santa Luzia (Portugal), para as quais o DBB foi contratado para a realização de estudos de caracterização da condição estrutural, interpretação do comportamento e avaliação das condições de segurança.

### 3.3 Objetivos estratégicos e operacionais

#### 3.3.1 Aspetos gerais

As atividades desenvolvidas no LNEC prosseguem os objetivos estratégicos apresentados no Quadro 3.4, baseados e definidos com base na sua missão, nos seus valores e na sua visão, e alinhados com a estratégia definida pelo Governo.

**Quadro 3.4 – Objetivos estratégicos do LNEC**

Designação	Objetivo
OE1	Promover a investigação científica, o desenvolvimento tecnológico e a inovação
OE2	Qualificar os recursos humanos e promover o emprego científico
OE3	Potenciar o relacionamento com as partes interessadas (tutela, parceiros, clientes e sociedade)
OE4	Melhorar a qualidade do serviço

Tendo em conta as linhas de orientação de construção do QUAR, foram adotados no LNEC, como temas estratégicos, a eficácia, a eficiência e a qualidade. Neste contexto, foram definidos os dez objetivos operacionais indicados no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Objetivos operacionais do LNEC

Perspetiva	ID	Designação do objetivo	Descrição do objetivo	Objetivos estratégicos	Tema estratégico
Aprendizagem e crescimento	OO.1	Valorizar e modernizar o LNEC	Apostar na transformação digital e na renovação dos sistemas e infraestruturas, Renovar e modernizar as infraestruturas experimentais.	OE.1 a OE.4	Eficiência
	OO.2	Qualificar os recursos humanos	Promover a criação de conhecimento científico e a formação avançada. Promover a atratividade do LNEC para recursos humanos de elevado potencial. Promover a cooperação com outras Instituições de C&T.	OE.2	Eficácia
Processos internos	OO.3	Promover a realização de projetos de I&I	Fomentar o envolvimento do LNEC em projetos de investigação, estudos e pareceres nas áreas científicas de interesse e adequados ao contexto.	OE.1	Qualidade
	OO.4	Melhorar a capacidade de resposta às solicitações externas	Potenciar a capacidade de adaptação à evolução do contexto externo de forma a garantir uma adequada capacidade de resposta às solicitações externas.	OE.3 e OE.4	Eficácia
	OO.5	Aumentar níveis de produtividade e eficiência	Otimizar os processos internos para aumentar os níveis de produtividade dos recursos materiais e humanos e a eficiência destes processos.	OE.2	Eficiência
	OO.6	Fomentar trabalhos multidisciplinares	Fomentar trabalhos multidisciplinares, incentivando a colaboração entre as diversas unidades departamentais do LNEC em áreas de investigação complementares. Melhorar a comunicação e disseminação de conhecimento a nível interno.	OE.1 e OE.4	Qualidade
	OO.7	Potenciar os serviços de comunicação externa	Investir numa estratégia de comunicação integrada, potenciando a disseminação de conhecimento.	OE.3	Eficácia
Cliente	OO.8	Garantir a qualidade do serviço	Manter a qualidade, confiança e imparcialidade dos serviços e trabalhos realizados pelo LNEC. Investir em melhores relações com o cliente (acessível e responsiva).	OE.4	Qualidade
	OO.9	Aumentar a conectividade com a sociedade e valorizar o conhecimento	Melhorar a conectividade e a proximidade com as partes interessadas. Promover a apropriação dos resultados da I&I pela sociedade, valorizando o conhecimento.	OE.1, OE.3 e OE.4	Qualidade
Financeira	OO.10	Assegurar a sustentabilidade financeira	Aumentar o financiamento externo às atividades de I&D&I. Manter o nível de receita proveniente de estudos e pareceres.	OE.1	Eficácia

Para atingir os objetivos estratégicos identificados, o LNEC definiu linhas de orientação estratégica a eles associadas, designadamente:

- aposta na transformação digital e na renovação dos sistemas e infraestruturas;
- renovação das instalações e modernização das infraestruturas experimentais;
- reforço da atividade de investigação científica (quer de iniciativa própria quer financiada, total ou parcialmente, por outras entidades), com enquadramento no Plano de Investigação e Inovação 2021- 2027;

- promoção das ligações com o setor produtivo, que ao longo de 2022 poderá ser alavancada pelo PRR, de forma a garantir uma adequada orientação da atividade de investigação científica do LNEC e a promover a criação de conhecimento científico, a inovação e a transferência de tecnologia;
- incentivo à internacionalização (com especial destaque para os Países de Língua Oficial Portuguesa),
- privilegiando a associação com empresas portuguesas ou laboratórios congéneres, e o fortalecimento das relações com entidades públicas destes países;
- participação em diversas ações de formação, incrementando a colaboração com o meio universitário;
- concessão de bolsas de investigação científica;
- qualificação dos recursos humanos da instituição, designadamente através da sua participação em cursos de formação avançada;
- promoção e cooperação, a nível nacional e internacional (com especial destaque para a União Europeia), com outras instituições de ciência e tecnologia;
- incentivo a trabalhos multidisciplinares com a colaboração entre as diversas unidades departamentais do LNEC em áreas de investigação complementares;
- melhoria da comunicação e disseminação de conhecimento a nível interno;
- participação ativa em associações científicas e em iniciativas de difusão de conhecimentos;
- investimento numa estratégia de comunicação integrada, potenciando a disseminação de conhecimento;
- divulgação dos resultados da investigação através de comunicações e de artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, privilegiando revistas com responsabilidades editoriais do LNEC e outras de elevado impacto científico;
- estímulo à realização no LNEC de eventos científicos e técnicos.

Apresentam-se no Quadro 3.6 os indicadores dos objetivos operacionais para a avaliação da sua concretização e que constam do Quadro de Avaliação e Responsabilização (QUAR) para 2023 (LNEC; 2023).

Quadro 3.6 – Indicadores de desempenho do LNEC

Perspetiva	ID	Designação do objetivo operacional	Indicadores
Aprendizagem e crescimento	OO.1	Valorizar e modernizar o LNEC	<b>Ind. 1.</b> Investimento em infraestruturas de investigação (despesa de capital (rubricas 07.01.*- 07.01.09) / Despesa total (sem RCP)) ( <b>Ind. 10. QUAR</b> ) <b>Ind. 2.</b> Despesas com projetos de modernização e valorização (incluindo mão de obra) / Despesa total (sem RCP)
	OO.2	Qualificar os recursos humanos	<b>Ind. 3.</b> Nº de concursos no âmbito da carreira de investigação <b>Ind. 4.</b> Índice de formação superior (n.º de trabalhadores com curso médio / bacharelato ou superior / n.º de colaboradores) <b>Ind. 5.</b> Número de contratos para investigador júnior e de bolsas LNEC de investigação científica (média mensal) ( <b>Ind. 2. QUAR</b> )
Processos internos	OO.3	Promover a realização de projetos de I&I	<b>Ind. 6.</b> Número de teses e dissertações de doutoramento orientadas por investigador ( <b>Ind. 1. QUAR; parte 1</b> ) <b>Ind. 7.</b> Número de dissertações de mestrados orientadas por investigador ( <b>Ind. 1. QUAR; parte 2</b> ) <b>Ind. 8.</b> Número de estudos de investigação estratégica em parceria com outras entidades ( <b>Ind. 9. QUAR</b> ) <b>Ind. 9.</b> Percentagem de financiamento externo com investigação estratégica (financiados por FCT, EU, entidades públicas ou privadas), relativamente ao total de despesas ( <b>Ind. 5. QUAR</b> )
	OO.4	Melhorar a capacidade de resposta às solicitações externas	<b>Ind. 10.</b> Desvio médio em relação ao prazo previsto na entrega de resultados dos projetos
	OO.5	Aumentar níveis de produtividade e eficiência	<b>Ind. 11.</b> Número de publicações técnicas (relatórios, notas técnicas, pareceres, ...), por investigador ( <b>Ind. 8. QUAR</b> ) <b>Ind. 12.</b> Montante de autofinanciamento por investigador
	OO.6	Fomentar trabalhos multidisciplinares	<b>Ind. 13.</b> Total da receita em processos internos / Total da receita
Cliente	OO.7	Potenciar os serviços de comunicação externa	<b>Ind. 14.</b> Número de publicações científicas ( <b>Ind. 4. QUAR</b> ) <b>Ind. 15.</b> Nível de satisfação das entidades terceiras com a comunicação do LNEC
	OO.8	Garantir a qualidade do serviço	<b>Ind. 16.</b> Grau de satisfação médio obtido nos inquéritos de satisfação aos clientes privados <b>Ind. 17.</b> Número médio anual de estudos contratados com entidades públicas
	OO.9	Aumentar a conectividade com a sociedade e valorizar o conhecimento	<b>Ind. 18.</b> - Receita própria de atividades por contrato (atividades 1201 e 1302) indexada a projetos de investigação / despesa total <b>Ind. 19.</b> Número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados pelo LNEC ( <b>Ind. 3. QUAR</b> ) <b>Ind. 20.</b> Número de estágios realizados ( <b>Ind. 6. QUAR</b> ) <b>Ind. 21.</b> Número de visitas “públicas” ao LNEC
Financeira	OO.10	Assegurar a sustentabilidade financeira	<b>Ind. 22.</b> Percentagem do montante de autofinanciamento relativamente ao total das despesas ( <b>Ind. 7. QUAR</b> )

Os objetivos estratégicos e linhas de orientação do DBB estão em sintonia com a missão, visão e valores do LNEC descritos no plano de atividades do LNEC (2023), designadamente no sentido de:

- i) contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico, nomeadamente nas áreas científicas de Barragens, Mecânica das Rochas e Engenharia Geográfica;
- ii) identificar, nestes domínios, quais as necessidades da sociedade (governo, administração pública, empresas e cidadãos) e promover, reforçando a componente de inovação, a aplicação dos desenvolvimentos das atividades de investigação e inovação (I&I);
- iii) promover intervenções multidisciplinares utilizando os recursos disponíveis no LNEC;
- iv) promover a integração em consórcios internacionais de I&I, de modo a integrar equipas de projetos de investigação com financiamento externo;

- v) apoiar as empresas, realizando estudos e ensaios por contrato para os quais não estão vocacionadas e que constituem serviços do Estado;
- vi) realizar intervenções pautadas pela qualidade, isenção e rigor.

Para a concretização dos objetivos estratégicos e operacionais, o DBB desenvolve a sua atividade colaborando com o sistema de Ciência e Tecnologia (C&T) na orientação de doutoramentos e de mestrados, contribuindo com uma componente de investigação aplicada que decorre dos estudos por contrato em que está envolvido, participa em projetos de I&I com financiamento de programas nacionais e internacionais, intervém no âmbito do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), colabora com outros departamentos do LNEC com missões complementares às do DBB e tem uma intervenção considerável junto dos donos de obra na realização de estudos e ensaios, com a preocupação de ter uma distribuição da sua atividade equilibrada, em função do contexto, pelas componentes de I&I, estudos e pareceres e divulgação do conhecimento.

No que se refere aos indicadores de desempenho do LNEC, o DBB continua empenhado em dar um contributo para o cumprimento das metas fixadas para 2023 (LNEC; 2023).

### 3.3.2 Investigação e inovação

No que diz respeito ao desenvolvimento de atividades de investigação e inovação (I&I), no DBB serão consideradas, como referido, as linhas definidas na Estratégia de Investigação e Inovação (E2I) do LNEC para o período de 2021-2027 (LNEC; 2022b). Assim, tendo em consideração que o LNEC atua no domínio das ciências da engenharia, do habitat e do ambiente, integrando na sua atividade de I&I as dimensões tecnológica, económica, ecológica e societal, os quatro princípios orientadores dessa atividade são:

- 1) **Focagem e seletividade** – *Identificação e escolha de um número limitado de temáticas e áreas de atuação, bem alinhadas (no conteúdo e na denominação) com os grandes desafios e as grandes prioridades estratégicas de Portugal, da UE e da ONU;*
- 2) **Orientação para a resolução de problemas** – *Organização das temáticas e áreas de atuação em função de problemas sociais e tecnológicos identificados, com explicitação dos resultados a alcançar;*
- 3) **Utilidade dos resultados** – *Desenvolvimento de estudos com resultados que dão respostas úteis e oportunas aos problemas identificados;*
- 4) **Antecipação de necessidades** – *Identificação e explicitação, de forma dinâmica e atualizada, da procura societal a que o LNEC dá resposta.*

Estes princípios balizaram a definição dos temas de investigação a desenvolver, numa perspetiva de apoio às políticas públicas (nacionais e comunitárias), considerando parcerias valorizadoras com outras entidades de I&I, nacionais e estrangeiras, de que se destacam as universidades e outros organismos de investigação.

No DBB pretende-se também reforçar progressivamente o peso das atividades de I&I na atividade total.

A interação com empresas nacionais e estrangeiras de referência é valorizada, abrangendo tanto as empresas que atuam no espaço de interesse nacional (Portugal, UE e CPLP), como as empresas interessadas noutros mercados. Dentro desta orientação geral são, todavia, definidas as seguintes prioridades, sem prejuízo de outros espaços de atuação: âmbitos nacional, regional e local, Brasil, Angola, Moçambique, Guiné-Bissau, Cabo Verde, São Tomé e Príncipe, Timor e Macau.

O DBB continuará a colaborar ativamente com outros departamentos do LNEC, quer colocando à disposição as competências dos seus investigadores e técnicos, quer participando na elaboração de candidaturas conjuntas a financiamento de projetos de investigação.

### 3.3.3 Estudos e pareceres

Os estudos realizados pelo DBB, ao abrigo de contratos, têm como principal objetivo o desempenho das funções do LNEC previstas no RSB e o apoio aos concessionários das barragens de betão e alvenaria e de obras em maciços rochosos, no controlo de segurança das obras. A partir de 2007, os trabalhos relativos ao apoio ao projeto e construção de novas barragens e de reforços de potência tiveram uma relevância acrescida. Nos últimos anos esta atividade compreendeu o acompanhamento da construção das novas obras e dos primeiros enchimentos das albufeiras e dos circuitos hidráulicos, incluindo a elaboração e revisão de planos de observação, em particular de observação geodésica e de primeiro enchimento.

Os estudos são solicitados, em Portugal, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (quer na qualidade de dono de obra, quer como Autoridade Nacional no domínio da segurança de barragens) e pelos concessionários dos aproveitamentos, de entre os quais se devem destacar a EDP, a Engie Douro, a Iberdrola, a Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (EDIA), algumas empresas do grupo Águas de Portugal (Águas do Norte, Águas do Vale do Tejo e EPAL), as empresas do grupo Aguia Enlica (Aguia Enlica II Small Hydro e Pebble Hydro) e a GreenVouga.

Nos PALOP refere-se o apoio:

- à Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB), através da realização de estudos relacionados com a segurança das obras do aproveitamento e a promoção de ações de formação; e
- à Electricidade de Moçambique (EDM) no acompanhamento e controlo da segurança das barragens de Chicamba, Mavuzi e Lichinga.

Referem-se ainda os estudos em conclusão para a CEMIG (Brasil), referentes à auditoria às práticas da empresa no domínio do controlo de segurança de barragens e sobre o comportamento da barragem de Peti, muito deteriorada devido a reações expansivas de origem interna do betão, e de apoio ao projeto da nova barragem.

Deste conjunto de atividades merece realce, dada a responsabilidade envolvida e o seu carácter continuado, a relativa ao controlo de segurança de cerca de setenta grandes barragens portuguesas de betão e alvenaria e dos respetivos órgãos de segurança e exploração, incluindo as principais centrais subterrâneas. No âmbito desta atividade, o DBB realiza anualmente um número elevado de inspeções a obras (cerca de três dezenas), que incluem também campanhas de medição nos sistemas

de observação instalados, bem como cerca de três dezenas de campanhas de observação geodésica. Refere-se, ainda, a continuação do desenvolvimento e melhoramento das capacidades do sistema *gestBarragens*, em utilização no LNEC, EDP, Engie Douro, EDIA e EDM, para o arquivo e exploração da informação proveniente dos sistemas de observação instalados nas obras.

Merecem também referência os estudos realizados no âmbito da monitorização com GNSS e do comportamento dinâmico de barragens, que têm permitido dar sequência a desenvolvimentos recentes no domínio da atividade de I&I.

### 3.3.4 Outras atividades científicas e técnicas

No que se refere a outras atividades científicas e técnicas, destacam-se os seguintes objetivos estratégicos e operacionais:

- o apoio à elaboração de regulamentos e normas, destacando-se a participação na Comissão de Regulamentos de Barragens (CRB), bem como em comissões técnicas do CEN, da RILEM e do IPQ (nomeadamente referentes à revisão do Eurocódigo 7); e
- o apoio à realização de cursos, à organização de conferências nacionais e internacionais e ao funcionamento de sociedades científicas nacionais e internacionais, adiante detalhado.

Nos PALOP refere-se o apoio dado aos laboratórios de estado na formação de técnicos na área da engenharia de barragens e na inspeção de barragens em construção e exploração.

## **4 | Atividades previstas para 2023**

### **4.1 Âmbito das atividades**

Um dos objetivos principais do DBB é a prestação de serviços qualificados de engenharia com uma elevada incorporação de conhecimento científico. Dada a dificuldade de captar financiamento externo para o desenvolvimento de atividades de investigação, tem-se recorrido a financiamento interno e às possibilidades proporcionadas pelos próprios estudos por contrato. Neste sentido, tem havido a preocupação de angariar trabalhos que potenciem a utilização e o desenvolvimento de metodologias e ferramentas experimentais e numéricas na resolução de problemas associados ao comportamento de barragens de betão e alvenaria e suas fundações e obras em maciços rochosos, bem como nas áreas da geodesia aplicada e do tratamento numérico de imagens.

Para 2023 prevê-se atividade de investigação no âmbito dos projetos em curso e atividade na realização dos estudos contratados. Estão ainda previstas outras atividades científicas e técnicas, de diversa índole, adiante referidas.

### **4.2 Investigação e inovação**

#### **4.2.1 Aspetos gerais**

A atividade de investigação e inovação do DBB é, como referido, enquadrada pelos projetos integrados do P2I/LNEC 2013-2020, no que diz respeito às barragens de betão e às obras subterrâneas, bem como às metodologias de observação geodésica de obras de engenharia civil.

Prevê-se que em 2023 seja feita a avaliação dos projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020 (que terá uma componente interna no DBB, através da elaboração de relatórios finais de todos os projetos, e uma componente global no LNEC, a promover pela Comissão de Acompanhamento do P2I/LNEC 2013-2020) e serão continuadas as tarefas relativas à definição dos projetos de investigação a integrar no P2I 2021-2027, que foram iniciadas pela CCD/DBB em 2022.

Como referido, o financiamento das agências de I&I nas temáticas do DBB tem sido reduzido. Apesar dos esforços realizados na apresentação de candidaturas a projetos e a bolsas de doutoramento, designadamente nos concursos anuais promovidos pela FCT, os resultados positivos têm sido limitados. Atualmente está em curso no DBB apenas um projeto de investigação com financiamento da FCT.

Serão submetidas algumas candidaturas, com participação significativa de investigadores do DBB, nos concursos promovidos em 2023 pela FCT, para projetos de investigação e para bolsas de doutoramento.

#### 4.2.2 Projetos do P2I/LNEC 2013-2020

No Quadro 4.1 apresenta-se a lista dos doze projetos de investigação do DBB que foram integrados no P2I/LNEC 2013-2020, indicando-se os respetivos títulos, acrónimos, processos de estudo, responsáveis e datas de submissão e de início. Estes projetos têm apenas financiamento interno do LNEC.

**Quadro 4.1 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento interno**

Título do projeto	Acrónimo	Processo	Responsáveis	Data da submissão	Data de início	Observações
Caracterização experimental e modelação numérica das propriedades reológicas do betão de barragens	DamConcrete	0403/1102/20181	António Lopes Batista	2015-05-14 (Reg. 5109)	2015-07-09	-
Análise probabilística da segurança estrutural de barragens de betão	ReliConDam	0401/1102/20366	António Lopes Batista	2015-06-23 (Reg. 6597)	2015-11-27	-
Modelação de maciços rochosos marcadamente heterogéneos	RockGeoStat	0402/1102/20536	Luís Nolasco Lamas	2015-12-02 (Reg. 11949)	2016-03-23	Enquadra o programa de investigação de Luís Lamas
Discrete element modelling of rock engineering structures for seismic safety analyses	DEMRock6m	0402/1102/20549	José Muralha e José Vieira de Lemos	2016-02-16 (Reg. 16439)	2016-04-11	
Modelação de estruturas de blocos sob ações dinâmicas	MEBAD	0402/1102/20615	José Vieira de Lemos	2016-01-25 (Reg. 796)	2016-06-01	-
Modelação do comportamento estrutural de barragens de betão afetadas por reações expansivas	DamSwelling	0403/1102/20677	José Piteira Gomes	2015-12-23 (Reg. 12782)	2016-07-15	Enquadra a tese de doutoramento de Cláudia Folgado Santos (DE)
Técnicas avançadas para modelação numérica de processos de fratura material. Aplicações práticas e desenvolvimento de um programa de elementos finitos em código aberto	CoMatFail	0402/1102/20744	Ivo Figueiredo Dias	2016-03-09 (Reg. 2515)	2016-09-09	-
Soluções de ponta para a avaliação sustentável das fundações de barragens de betão	DAMFA	0403/1102/20755	Maria Luísa Braga Farinha e Nuno Monteiro Azevedo	2016-02-16 (Reg. 1641)	2016-09-09	Enquadra as teses de doutoramento de Miguel Rodrigues, Nuno Trindade e Gustavo Câmara
Sistema de suporte à decisão em tempo útil para a avaliação da segurança de grandes barragens de betão	RESTATE	0403/1102/20970	Juan Mata	2016-07-27 (Reg. 7470)	2017-02-21	Enquadra a tese de doutoramento de Fabiana Miranda

**Quadro 4.1 (continuação) – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento interno**

Título do projeto	Acrónimo	Processo	Responsáveis	Data da submissão	Data de início	Observações
Métodos estocásticos em geodesia aplicada	MEGA	0404/1102/19619	José Nuno Lima	2014-07-21 (Reg. 7542)	2014-10-29	-
Aplicação de técnicas avançadas de interferometria radar na determinação de deslocamentos em infraestruturas e geodinâmica	INFRASAR	0404/1102/19717	Dora Roque	2014-08-14 (Reg. 8199)	2014-12-29	-
Imagens numéricas: aplicações à engenharia	ImEngine	0404/1102/19718	Maria João Henriques	2014-08-14 (Reg. 8200)	2014-12-29	-

Os doze projetos cobrem grandes temas de investigação, identificados a nível nacional e internacional, em engenharia de barragens de betão e alvenaria, mecânica das rochas e geodesia aplicada e áreas afins.

Devem salientar-se as seguintes colaborações externas: i) Prof. Xavier Oliver, da Universidade Politécnica da Catalunha, no projeto CoMatFail; ii) Prof. Luís Neves, da Universidade de Nottingham, no projeto ReliConDam; iii) Prof. Leandro Sanchez, da Universidade de Ottawa, no projeto DamSwelling; e iv) Prof. Daniele Perissin, da empresa RASER Limited (Hong Kong), Prof. Ana Paula Falcão, do IST, e Prof. Mercedes Solla, da Universidade de Vigo, no projeto INFRASAR.

No Quadro 4.2 apresenta-se o projeto de investigação com financiamento externo que, após o seu início, também foi integrado no P2I/LNEC 2013-2020, indicando-se o respetivo título, acrónimo, responsável no DBB, processo de estudo, datas de início e do final, parceiros internos e externos, entidade financiadora, montante total de financiamento e parcela de financiamento para o DBB.

**Quadro 4.2 – Projeto de investigação em curso no DBB com financiamento externo**

Título do projeto	Acrónimo	Responsáveis dos processos no DBB	Datas de início e final	Parceiros	Entidade financiadora	Montante total de financiamento	Parcela de financiamento para o DBB
Monitorização sísmica e da integridade estrutural de grandes barragens de betão	SSHM4Dams	Sérgio Oliveira 0402/1101/22541	abril de 2021 a abril de 2024	LNEC: DBB/NMMR IST e ISEL	FCT	€249.994,03	€121.470,85

Deve referir-se ainda o envolvimento de investigadores do DBB nos seguintes projetos de investigação externos:

- o IA José Piteira Gomes colabora no projeto investigação *Reações expansivas no betão. Prevenção e mitigação dos seus efeitos*, do P2I/LNEC 2013-2020, cujo responsável é o IA António Santos Silva (DM);

- o IA Nuno Monteiro Azevedo participa no projeto conjunto da FCT/UNL, LNEC e IST, intitulado *Desenvolvimento e otimização de misturas betuminosas autorreparáveis com agentes encapsulados*, com o acrónimo SHEAR. O responsável pelo projeto é o Prof. Rui Micaelo (FCT/UNL), participando ainda, por parte do LNEC, a IA Margarida Sá da Costa (DM) e a IA Cristina Freire (DT). No âmbito do projeto está em curso uma tese de doutoramento com coorientação do IA Nuno Monteiro Azevedo;
- o BPD Juan Mata colabora no projeto INCD - *Infraestrutura Nacional de Computação Distribuída*, financiado pela FCT, sendo responsável pelo estudo piloto que consiste na disponibilização de ambientes para a sua exploração no contexto do controlo de qualidade dos dados das observações e da análise do comportamento observado em grandes infraestruturas de engenharia civil.

É no âmbito dos projetos de investigação referidos que se realiza a orientação de teses de doutoramento e de dissertações de mestrado de alguns alunos finalistas, predominantemente dos ramos de engenharia civil e geográfica. No Quadro 4.3 apresenta-se a lista dos alunos de doutoramento com orientação de investigadores do DBB em 2023. No que respeita a dissertações de mestrado, prevê-se que durante 2023 seja feita cerca de uma dezena de orientações.

**Quadro 4.3 – Teses de doutoramento com orientação de investigadores do DBB em 2023**

Projeto do DBB	Aluno de doutoramento	Orientadores do LNEC	Acolhimento no LNEC	Universidade
DAMFA	Miguel Rodrigues	Sérgio Oliveira	DBB	IST/UL
	Nuno Trindade	Sérgio Oliveira	DBB	IST/UL
RESTATE	Fabiana Miranda	Juan Mata	DBB	FE/UP
DamSwelling	Cláudia Folgado Santos	Luís Oliveira Santos António Lopes Batista Ivo Figueiredo Dias	DE	FCT/UNL
SHEAR / DAMFA	Gustavo Câmara	Nuno Monteiro Azevedo	DBB	FCT/UNL
MEGA	André Pinhal	José Nuno Lima	-	FC/UP

Referem-se ainda: i) o apoio do NGA, no âmbito do projeto INTRASAR, ao desenvolvimento da tese de doutoramento de Alex Alonso, da Universidade de Vigo; e ii) o envolvimento do bolseiro de pós-doutoramento André Alegre no projeto SSHM4Dams.

### 4.2.3 Outros projetos

O LNEC tem dado contributos para a definição dos objetivos do projeto Hydropower Europe, pelo que poderá haver desenvolvimentos neste âmbito em 2023.

Tem havido interação científica e técnica com a empresa Itaipu-Binacional (Brasil e Paraguai), através do Centro de Estudos Avançados em Segurança de Barragens (CEASB), estando em curso há alguns anos um trabalho de investigação conjunto, relativo à identificação das características dinâmicas de alguns trechos de betão da barragem de Itaipu.

Tem prosseguido o desenvolvimento e a ampliação das capacidades do sistema *gestBarragens*, em utilização no LNEC e na generalidade dos donos de obra em Portugal, bem como na EDM (Moçambique), para o arquivo e exploração da informação proveniente dos sistemas de observação instalados nas diversas obras, em estreita colaboração do DBB com o Núcleo de Tecnologias da Informação em Engenharia Civil (NTIEC) e com a EDP.

### **4.3 Estudos e pareceres em Portugal**

#### **4.3.1 Aspetos gerais**

Os estudos a realizar pelo DBB em Portugal, ao abrigo de contratos, continuarão a ter como principal objetivo o desempenho das funções previstas no RSB e o apoio aos donos de obra das grandes barragens de betão no controlo de segurança destas obras. Este apoio inclui o arquivo e análise dos resultados da observação, abrangendo todas as fases de vida das obras, designadamente o projeto, a construção, o primeiro enchimento das albufeiras e a exploração.

Como referido, os estudos relativos à atividade por contrato têm vindo a ser solicitados pela APA e pelos concessionários dos aproveitamentos, de entre os quais se devem destacar a EDP, a Engie Douro, a Iberdrola, a EDIA, algumas empresas do grupo Águas de Portugal (Águas do Norte, Águas do Vale do Tejo e EPAL), as empresas do grupo Águia Enlica (Águia Enlica II Small Hydro e Pebble Hydro) e a GreenVouga.

O acompanhamento do comportamento das barragens em exploração reveste-se de particular importância, atendendo ao número de obras envolvidas e aos meios mobilizados pelo LNEC para tal fim.

Acresce ainda importante atividade referente a estudos de análise estrutural e de verificação da segurança, à elaboração e revisão de planos de observação, em particular de observação geodésica e de primeiro enchimento das albufeiras, e ao acompanhamento da construção e dos primeiros enchimentos das albufeiras e dos circuitos hidráulicos das obras construídas após 2007.

#### **4.3.2 Acompanhamento do comportamento de obras**

Como anteriormente descrito, o acompanhamento do comportamento de barragens portuguesas de betão e alvenaria corresponde a uma atividade continuada de controlo de segurança de cerca de setenta grandes barragens e dos respetivos órgãos de segurança e exploração, incluindo as principais centrais subterrâneas. No âmbito desta atividade, o DBB realiza anualmente um número elevado (próximo de quatro dezenas) de inspeções às obras, que incluem também campanhas de medição nos sistemas de observação instalados nestas obras, em particular os sistemas de observação geodésica.

Nos quadros seguintes apresentam-se as atividades previstas nas barragens e obras subterrâneas com acompanhamento do LNEC, designadamente nas da EDP (Quadro 4.4), GreenVouga (Quadro 4.5), Engie Douro (Quadro 4.6), Iberdrola (Quadro 4.7), Águia Enlica II Small Hydro e Pebble Hydro

(Quadro 4.8), APA (Quadro 4.9), EDIA (Quadro 4.10), Águas de Portugal (Quadro 4.11) e Ribeira da Teja (Quadro 4.12).

**Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP**

Centro de Produção da EDP	Barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Monitorização dinâmica	
Cávado-Lima	Alto Rabagão	X	X			
	Alto Cávado	X	X			
	Venda Nova	Barragem	X			
		Obras subterrâneas das centrais	X			
	Salamonde	X		X		
	Cançada	X	X			
	Vilarinho das Furnas	Barragem	X			
		Obras subterrâneas da central				
	Alto Lindoso	Barragem	X	X	X	
		Obras subterrâneas da central				
Touvedo	X					
Guilhofrei	X			X		
Andorinhas	X					
Douro	Pocinho	X				
	Valeira	X				
	Régua	X	X			
	Carrapatelo	X	X			
	Crestuma	X				
	Torrão	Barragem	X			
		Obras subterrâneas da central				
	Varosa	X				
	Circuito hidráulico Vilar-Tabuaço			X		
Tejo-Mondego	Pracana	X				
	Cabril	X	X		X	
	Bouçã	X	X	X (a)		
	Castelo do Bode	X				
	Agueira	X				
	Raiva	X	X			
	Caldeirão	X				
	Fronhas	X		X		
	Santa Luzia	X	X			
	Alto Ceira II	X			X	
	Lagoa Comprida	X				
	Covão do Meio	X	X			
	Vale do Rossim	X	X			
	Lagoacho			X		
	Fratel	X		X		
	Belver	X	X			
	Póvoa	X				
	Poio	X	X			
Racheiro	X	X				

(a) Adiada de 2022.

**Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP)**

Barragens de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Monitorização dinâmica
Ribeiradio	X			X
Ermida	X			

**Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Engie Douro**

Barragens de betão e obras subterrâneas associadas com acompanhamento do LNEC		Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Monitorização dinâmica
Miranda	Barragem	X		X	
	Obras subterrâneas das centrais	X			
Picote	Barragem	X	X	X	
	Obras subterrâneas das centrais	X	X		
Bemposta	Barragem	X		X	
	Obras subterrâneas das centrais	X			
Baixo Sabor	Barragem	X		X	X
	Obras subterrâneas da central	X			
Feiticeiro	Barragem	X		X	X
	Obras subterrâneas da central	X			
Foz Tua	Barragem	X	X	X	X
	Obras subterrâneas da central	X	X		

**Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Iberdrola**

Barragens de betão e obras subterrâneas associadas com acompanhamento do LNEC		Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Monitorização dinâmica
Daivões	Barragem	X	X	X	X
Gouvães	Barragem	X			
	Obras subterrâneas da central	X			

**Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Agua Enlica II Small Hydro e pela Pebble Hydro (grupo Agua Enlica)**

Empresas do grupo Agua Enlica	Barragens de betão e alvenaria com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Agua Enlica II Small Hydro	Penide	X	X		
	Freigil	X			
Pebble Hydro	Rebordelo	X		X	
	Bouçoais-Sonim	X		X	
	Nunes	X	X	X	
	Torga	X	X	X	
	Ovadas	X			
	Covão do Ferro	X	X	X	

**Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA)**

Barragens de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Coimbra	X	(a)		
Fagilde	X	(a)	(a)	
Funcho	X	(a)	(a)	(a) (b)
Monte Novo	X	(a)	(a)	

(a) Atividades ainda não definidas; (b) Observação e controlo da segurança das encostas.

**Quadro 4.10 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA**

Barragens de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Alqueva	X		X	(a)
Pedrógão	X	X	X	(a)

(a) Apoio à operacionalização do sistema de observação sísmica.

**Quadro 4.11 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pelas empresas do grupo Águas de Portugal**

Empresa	Barragens de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Águas do Norte	Pretarouca	X	X (a)		(b)
	Ferradosa	X			
	Olgas	X			
	Sordo				(c)
	Queimadela	X	X (a)		
Águas do Vale do Tejo	Penha Garcia	X			
	Corgas	X			

(a) Atividades previstas para 2022, que se prolongaram para 2023; (b) Apoio aos trabalhos de instalação de comportas no descarregador de cheias; (c) Inspeção e atualização do plano de observação.

**Quadro 4.12 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela empresa Ribeira da Teja Produção de Energia**

Barragem de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Catapereiro	X		X	

A barragem da Bravura, que tem tido um acompanhamento intermitente nos últimos anos, através da realização de inspeções e de campanhas de observação geodésica, será acompanhada em 2023 (Quadro 4.13).

**Quadro 4.13 – Apoio do DBB em 2023 no acompanhamento de obras em exploração pela Associação de Regantes e Beneficiários do Alvor (ARBA)**

Barragem de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Bravura (Odiáxere)	X	X	X	

Outras grandes barragens a cargo de associações de regantes (Caia, Odivelas e Roxo, todas mistas, de betão e aterro), que tiveram um acompanhamento continuado do LNEC no passado, têm tido apenas intervenções esporádicas do LNEC desde que são geridas pelas referidas associações. Na barragem do Roxo está prevista, para 2023, uma inspeção e a avaliação de riscos associados à construção de uma central hidroelétrica a jusante.

Refere-se ainda o acompanhamento do comportamento do túnel adutor na encosta da margem direita da barragem de Castelo do Bode, para a EPAL.

#### 4.3.3 Apoio à construção, reabilitação e instrumentação de obras

Está a decorrer o apoio à Iberdrola na construção e instrumentação das obras integradas nos aproveitamentos hidroelétricos de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, incluindo as barragens e as obras subterrâneas. São atividades com um envolvimento significativo do LNEC, com a permanência continuada em obra de equipas de técnicos, supervisionadas por investigadores, no âmbito das designadas equipas especializadas de instrumentação (EEI), que complementam as atividades da fiscalização na implementação dos sistemas de observação das obras. Prevê-se que em 2023 os técnicos da EEI dedicada às três obras da Iberdrola permaneçam de forma continuada em estaleiro até ao final de junho.

No que se refere à barragem do Alto Tâmega, prevê-se que em 2023 o LNEC apresente o plano de observação geodésica, proceda à revisão do plano de primeiro enchimento da albufeira e inicie o acompanhamento do comportamento da obra durante esse período.

No âmbito da operacionalização dos sistemas automáticos de monitorização, o LNEC está a apoiar: i) a EDP e a GreenVouga, nos sistemas de observação sísmica das barragens do Alto Ceira II e Ribeiradio, respetivamente; ii) a Engie Douro, nos sistemas de observação sísmica e monitorização dinâmica em contínuo das barragens do Baixo Sabor, Feiticeiro e Foz Tua, e no sistema de recolha automática de dados, para ações estáticas, da barragem de Foz Tua; e ii) a Iberdrola, no sistema de observação sísmica da barragem de Daivões.

O LNEC, através do DBB, do DHA e do DM, tem vindo a dar apoio diversificado à empresa Águas do Norte na instalação e operacionalização das comportas no descarregador de cheias da barragem de Pretarouca, com o objetivo de aumentar a capacidade de armazenamento da albufeira. Esse apoio, iniciado em 2019, com a apreciação do projeto e acompanhamento dos trabalhos de construção, prolongou-se nos anos seguintes e deverá terminar em 2023.

Está prevista para 2023 a continuação dos estudos em curso sobre a barragem de Santa Luzia, designadamente a caracterização das propriedades do betão (a levar a efeito pelo DM), o levantamento do estado de fendilhação do betão com o apoio de imagens digitais e a análise e interpretação do comportamento observado, para apoiar a EDP no estudo das melhores soluções de reabilitação da obra.

Refere-se ainda o apoio do NGA a outras unidades departamentais do LNEC, nomeadamente ao DG, ao DHA e ao DE, na realização de campanhas de observação geodésica, em levantamentos fotogramétricos com *drone* e na monitorização estrutural com GNSS de obras de engenharia civil.

É ainda de referir o acompanhamento de diversas obras geotécnicas em maciços rochosos, nomeadamente: i) as obras de construção da Linha Rosa e da extensão da Linha Amarela do Metro do Porto, que se iniciaram em 2021 e terão uma duração prevista de três anos; ii) as obras de reabilitação dos túneis das linhas da Beira Alta e do Oeste, da Infraestruturas de Portugal; iii) os taludes da envolvente da estrutura de ampliação da pista do aeroporto da Madeira; e iv) os taludes junto à estrada ER338, entre Piornos e Manteigas, na serra da Estrela, nas zonas afetadas pelo incêndio de 2022. Refere-se que a reabilitação dos túneis, incluída na empreitada de modernização da Linha do Oeste, da Infraestruturas de Portugal, tem início previsto em 2023.

#### 4.3.4 Apoio na fase de primeiro enchimento e primeiro período de exploração

Relativamente ao acompanhamento de primeiros enchimentos de albufeiras, em 2023 terminará o da barragem de Gouvães e será iniciado o da barragem do Alto Tâmega, envolvendo, entre outras atividades, a realização de inspeções das obras e de campanhas de observação geodésica.

Prosseguirão os estudos com vista à conclusão dos relatórios de análise e interpretação do comportamento observado das barragens de Ribeiradio e Foz Tua, durante o primeiro enchimento das respetivas albufeiras, e do Baixo Sabor, durante o primeiro período de exploração.

#### 4.3.5 Pareceres e outros estudos

O DBB efetuará pareceres e outros estudos, se for solicitado para tal. Neste âmbito serão realizados, se solicitados, pareceres e peritagens para tribunais, bem como apreciações de estudos elaborados por outras entidades.

### 4.4 Estudos para Moçambique

O LNEC realizou durante alguns anos o acompanhamento das barragens da EDM, em Moçambique (Chicamba, Mavuzi e Lichinga, de betão, e Cuamba, de enrocamento), ao abrigo de contratos anuais, mas, devido a dificuldades financeiras desta empresa, estas atividades foram descontinuadas em 2016. Algumas dessas dificuldades foram superadas recentemente, tendo a EDM saldado a dívida ao LNEC em 2019. Na sequência do ciclone Idai, que teve os efeitos mais nefastos na zona central de Moçambique, onde se localizam as barragens da Chicamba, Mavuzi e Cuamba, o LNEC realizou, em maio de 2019, inspeções e diagnósticos a estas obras, com suporte de financiamento parcial do

Instituto Camões (Instituto da Cooperação e da Língua). Continua em negociação com a EDM um contrato bienal, para 2023 e 2024, relativo à retoma do acompanhamento regular daquelas barragens pelo LNEC.

Está ainda prevista a realização de uma ação de formação para a HCB, em complemento à conclusão, em 2022, dos estudos de estabilidade das fundações e dos encontros da barragem de Cahora Bassa.

## 4.5 Estudos para o Brasil

O LNEC contratou com a CEMIG, no final de 2019, a realização de uma auditoria relativa às práticas da empresa no domínio do controlo de segurança das suas barragens. Este trabalho, que conta com a participação do DG (coordenador), do DBB e do DHA, teve início em 2020 e terminará em 2023. A auditoria envolve os seguintes aspetos, tendo em conta os requisitos legais e regulamentares existentes no Brasil e no estado de Minas Gerais, bem como as boas práticas internacionais: i) estrutura organizacional afeta ao controlo de segurança das barragens; ii) análise das metodologias e dos procedimentos seguidos no desenvolvimento das atividades de controlo da segurança de barragens; e iii) visita a dez barragens para verificação da conformidade da gestão de segurança estrutural e operacional. O trabalho inclui ainda os estudos de avaliação da segurança sísmica da barragem de Peti, que está muito deteriorada pelos efeitos de reações expansivas de origem interna do betão, terminados em 2022. Os dois primeiros pontos foram realizados nos anos anteriores, estando prevista para 2023 a realização das inspeções às dez barragens e a publicação dos respetivos relatórios. O DBB mobilizou uma equipa de três investigadores, que participaram na realização de 4 inspeções e de 5 relatórios.

## 4.6 Outras atividades científicas e técnicas

### 4.6.1 Organização de eventos científicos e técnicos

#### 4.6.1.1 Participação na organização de encontros

Em 2023 está prevista a participação de investigadores do DBB na organização de um conjunto diversificado de eventos científicos e técnicos.

O IC José Vieira de Lemos integra a comissão científica do *18º Congresso Nacional de Geotecnia*, a realizar em Évora de 14 a 17 de maio de 2023.

O IP Luís Lamas é o coordenador da comissão organizadora do workshop *Rock Engineering Design in Tomorrow's Geotechnical Toolbox: the second generation (2024) of Eurocode 7 and the integration of rock engineering*, no *15th ISRM International Congress 2023*, a realizar em Salzburgo, Áustria, em 10 de outubro de 2023. Pertence também à comissão científica do *18º Congresso Nacional de Geotecnia*.

O IP José Muralha integra as comissões científicas do *18º Congresso Nacional de Geotecnia* e do *15th ISRM International Congress 2023*.

A IP Maria João Henriques faz parte das comissões científicas da *X Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia* e do *VI Encontro Iberoamericano de Mulheres Engenheiras, Arquitetas e Agrimensoras (EIMIAA)*, organizado pela Ordem dos Engenheiros, a realizar em 2024.

O IP Jorge Pereira Gomes é co-chairman do *ICEM20 - 20<sup>th</sup> International Conference on Experimental Mechanics*, a realizar em julho de 2023, no Porto.

O IA Sérgio Oliveira e o BPD André Alegre estão a organizar uma sessão especial *Vibration analysis on large dams. Seismic and health monitoring* na *10th International Conference on Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (EVACES 2023)*, que decorrerá em Milão, de 30 de agosto a 1 de setembro de 2023

O IA José Nuno Lima pertence à comissão científica da *X Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia*.

O IA Ivo Dias integra a comissão organizadora do *9th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2024)*", a realizar em Lisboa de 3 a 7 de junho de 2024.

O IA Carlos Serra é membro da comissão científica da *International RILEM Conference on Synergising expertise towards sustainability and robustness of cement-based materials and concrete structures - Synercrete'23*.

A IA Dora Roque está a colaborar com a Agência Espacial Portuguesa (AEP) na organização no LNEC do encontro *Copernicus para o Setor Cidades Inteligentes em Portugal*, em 26 de maio de 2023.

#### 4.6.1.2 Organização e docência de cursos

Está prevista a participação de investigadores do DBB na organização e docência de cursos em 2023.

Caso se realizem, o DBB participará no corpo docente dos seguintes cursos: i) exploração e segurança de barragens (CESB), promovido anualmente pela APA, LNEC, IST e EDP; e ii) projeto, construção e exploração de pequenas barragens, promovido regularmente pelo LNEC. O IP António Tavares de Castro é membro da comissão organizadora do CESB.

#### 4.6.2 Participação em eventos científicos e técnicos

Está prevista a participação de investigadores do DBB num conjunto diversificado de eventos científicos e técnicos, de âmbito nacional e internacional, designadamente em seminários, conferências, *workshops* e congressos. Neste âmbito merecem destaque os seguintes eventos:

- *9th International Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2023)*, em Atenas;
- *15th ISRM International Congress*, em Salzburgo;
- *20th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM20)*, no Porto;
- *12th European Conference on Structural Dynamics (Eurodyn2023)*, em Delft;

- *10th International Conference on Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (Evaces2023)*, em Milão;
- *12th ICOLD European Club Symposium 2023*, em Interlaken, na Suíça;
- *VIII International Conference on Particle-based Methods Fundamentals and Applications (PARTICLES 2023)*, em Milão;
- *International RILEM Conference on Synergising expertise towards sustainability and robustness of cement-based materials and concrete structures (Synercrete'23)*, em Milos, na Grécia;
- *XX Technical Dam Control International Conference (TKZ 2023)*, em Cracóvia, na Polónia;
- *DAMSWEEK 2023 e XXXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens*, em Foz do Iguazu, no Brasil;
- *1.º Workshop BIM/SIG*, em Lisboa;
- *18º Congresso Nacional de Geotecnia*, em Évora;
- *X Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia*, na Guarda.

#### 4.6.3 Participação em comités e grupos de trabalho

O IC António Lopes Batista é, na qualidade de Diretor do DBB, um dos representantes do LNEC na Comissão de Segurança de Barragens. Também integra a Comissão de Regulamentos de Barragens, que promoveu a última revisão da regulamentação portuguesa de segurança de barragens, e a comissão científica da *17th International Conference on Alkali Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2024)*, a realizar em maio de 2024 em Ottawa, no Canadá. É membro, desde 2020, do comité *RILEM TC-ARM: Alkali-aggregate reaction mitigation*.

O IC José Vieira de Lemos integra as comissões científicas das seguintes revistas: *Rock Mechanics and Rock Engineering* (Springer); *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* (Elsevier); *International Journal of Masonry Research and Innovation* (Inderscience); *Revista Portuguesa de Geotecnia*; e *Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas*.

O IP Luís Lamas é vice-presidente eleito do Conselho Científico do LNEC. É coordenador da *Rock Engineering Platform* no âmbito do subcomité TC250/SC7 do CEN, que agrupa especialistas dos diversos países europeus, propostos pelos respetivos organismos responsáveis pela normalização (neste caso pelo IPQ), e que tem como missão apoiar as equipas que estão a realizar a revisão do Eurocódigo 7, nos aspetos relacionados com engenharia e mecânica das rochas. É membro do Management Group do TC250/SC7 e da subcomissão IPQ/CT115/SC7 - Eurocódigos Estruturais - Eurocódigo 7 – Projeto Geotécnico. É também membro do grupo de trabalho ISO/TC182/WG8 - *Geotechnics - borehole expansion tests*, da subcomissão IPQ/CT156/SC9 - Geotecnia em Engenharia Civil - Prospeção, Ensaios de Campo e Observação.

O IP José Muralha faz parte, desde dezembro de 2015, da equipa editorial do *News Journal* da ISRM e é membro da Comissão de Métodos de Ensaio da ISRM. Participa também nos *Task Groups* WG1 C1 (*Derived to Design Values*) e WG1 D1 (*Slopes, Retaining and Anchors*) do subcomité TC250/SC7 do CEN, que está a rever o Eurocódigo 7. Pertence ainda às comissões científicas das revistas *Bulletin of Engineering Geology, Rock Mechanics and Rock Engineering* e *Soils & Rocks*.

O IP Jorge Pereira Gomes integra a comissão editorial e científica da Revista de Mecânica Experimental.

O IA Nuno Monteiro Azevedo é o representante do DBB no grupo de trabalho da Marca de Qualidade LNEC.

O IA Renato Pereira integra a *Rock Engineering Platform*, coordenada pelo IP Luís Lamas, no âmbito do subcomité TC250/SC7 do CEN, que tem por missão apoiar os membros dos *task groups* formados para a revisão do Eurocódigo 7 nos aspetos relacionados com a mecânica das rochas, e também o *task group* WG1/TG C3 – *Reliability Based Methods*, do mesmo subcomité, que tem por missão elaborar um manual prático de apoio à utilização de métodos de fiabilidade no dimensionamento de estruturas geotécnicas.

A IA Maria Luísa Braga Farinha é a representante do DBB no grupo de trabalho do LNEC sobre ensaios não destrutivos.

O IA Juan Mata colabora com o *Technical Committee on Dam Surveillance* (TCDS) da ICOLD. É editor convidado da revista *Water - Special Issue - Soft Computing and Machine Learning in Dam Engineering*. Integra ainda um grupo de trabalho do Conselho Científico do LNEC para melhoramento da proposta de Regulamento de Avaliação do Desempenho dos Investigadores (RADI).

Os IA Carlos Serra e João Conde Silva são membros dos comités técnicos RILEM TC 287-CCS - *Early age and long-term crack width analysis in RC structures* e RILEM TC 301-ASR - *Risk assessment of concrete mixture designs with alkali-silica reactive (ASR) aggregates*.

O IA José Nuno Lima pertence ao grupo de trabalho da Ordem dos Engenheiros para a mudança de nome do Colégio de Engenharia Geográfica e título de Engenheiro Geógrafo para Colégio de Engenharia Geoespacial e título de Engenheiro Geoespacial, respetivamente.

A IA Dora Roque integra o painel de revisão de artigos da editora MDPI, realizando revisões para as revistas *Remote Sensing* e *Sensors*.

Os IA Ivo Dias, Juan Mata e Dora Roque são os representantes do DBB no Grupo de Trabalho de Oportunidades de Financiamento (GTOF) de projetos de investigação, assegurando a ligação ao GAPI.

#### 4.6.4 Participação em órgãos sociais de associações

O IP Luís Lamas é, desde 2003, o secretário-geral da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas e Engenharia das Rochas (ISRM).

O IP Jorge Pereira Gomes é vice-presidente da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET) para o biénio 2023-2025.

O IA Ivo Figueiredo Dias é o tesoureiro da Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional (APMTAC) desde 2016.

A IA Eliane Portela é membro da direção do Fundo para o Desenvolvimento das Ciências da Construção (FUNDCCIC).

O IA José Nuno Lima pertence à direção da Secção de Geografia Matemática e Cartografia da Sociedade de Geografia de Lisboa.

#### 4.6.5 Apoio aos laboratórios de engenharia dos PALOP

O DBB prestará o apoio que, nas suas áreas de intervenção, seja solicitado pelos laboratórios de engenharia civil dos PALOP.

### 4.7 Interações internas e externas

Face ao atrás descrito, estão previstas várias interações internas no LNEC, com outras unidades departamentais, e também externas ao LNEC, com universidades e outras entidades.

Internamente manter-se-á um relacionamento próximo com as restantes unidades departamentais do LNEC, no que diz respeito ao desenvolvimento de atividades de investigação, à realização de estudos por contrato e à organização de eventos.

Destaca-se a interação estreita com o NTIEC e a EDP na manutenção e desenvolvimento do sistema informático de gestão da informação de segurança de barragens, *gestBarragens*.

Será mantida a interação com universidades e institutos politécnicos, principalmente no desenvolvimento de projetos de investigação em curso, na preparação de candidaturas conjuntas de financiamento de novos projetos de investigação, na realização de eventos e no apoio à realização de teses de mestrado e doutoramento. Salientam-se, entre estas instituições, em Portugal, o Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Escola de Engenharia da Universidade do Minho. No estrangeiro deve referir-se a Universidade Politécnica da Catalunha, a Universidade de Nottingham e a Universidade de Ottawa.

Ainda no estrangeiro, prevê-se a manutenção do relacionamento com os laboratórios de engenharia civil dos PALOP, com a HCB e a EDM, em Moçambique, e com a Agência Nacional de Águas (ANA), a CEMIG e a Itaipu-Binacional, no Brasil.

## 5 | Previsão do desempenho do DBB em 2023

### 5.1 Aspetos gerais

O presente capítulo refere-se à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2023.

Em termos de indicadores de desempenho do DBB, espera-se que em 2023 seja mantida, em termos médios, a quantidade de: i) teses e dissertações orientadas por investigadores; ii) bolsas LNEC de investigação científica; iii) organização ou coorganização de eventos científicos e técnicos; iv) publicações científicas; v) financiamento externo de projetos de investigação; vi) acolhimentos de bolseiros; vii) autofinanciamento relativamente ao total das despesas; viii) publicações técnicas (relatórios, notas técnicas, pareceres e outros documentos), tanto globalmente como por investigador; ix) estudos de investigação em parceria com outras entidades; e x) participações em ações de formação.

Atendendo ao descrito no capítulo anterior, a sustentabilidade financeira do DBB será assegurada pelas dotações internas no âmbito dos projetos de investigação, pela faturação dos estudos contratados e pelos proveitos dos projetos de investigação com financiamento externo.

### 5.2 Atividade de investigação e inovação

Em anos anteriores foram produzidos no DBB, no âmbito da atividade de I&I, em termos médios: i) uma tese de doutoramento; ii) dois capítulos de livros; iii) uma dezena de artigos em revistas; e iv) duas a três dezenas de comunicações em congressos nacionais e internacionais. Prevê-se que em 2023 o número de documentos elaborados seja da mesma ordem de grandeza.

### 5.3 Estudos e pareceres

Estão já definidos os montantes relativos ao acompanhamento do comportamento para ações estáticas das obras em exploração pela EDP, GreenVouga, Engie Douro, EDIA, Iberdrola, Agua Enlica II Small Hydro, Pebble Hydro e Ribeira da Teja – Produção de Energia, em moldes idênticos aos concretizados em anos anteriores. Para 2023 foram também já definidas as atividades de acompanhamento da barragem da Bravura (Odiáxere), em exploração pela Associação de Regantes e Beneficiários do Alvor (ARBA). Está ainda indefinido o acompanhamento das barragens de betão a cargo da APA e da empresa Águas de Portugal (Águas do Norte e Águas do Vale do Tejo). No Quadro 5.1 apresentam-se as receitas previstas em 2023 com este acompanhamento, que comportará, como referido, a análise e interpretação dos resultados da observação e a realização de inspeções e campanhas de observação geodésica em algumas delas. Neste quadro incluem-se os montantes relativos a trabalhos de acompanhamento de duas barragens da empresa Águas do Norte, que se iniciaram em 2022 e terminarão em 2023.

**Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2023 no DBB com o acompanhamento do comportamento para ações estáticas de barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas, na fase de exploração (em euros)**

Dono de obra	Barragens de betão e alvenaria	Obras subterrâneas das centrais	Observação geodésica	TOTAL
EDP	635.820	30.200	51.520	717.540
GreenVouga	39.600	-	-	39.600
Engie Douro	150.000	51.360	43.240	244.600
EDIA	53.400	-	18.400	71.800
Iberdrola	27.000	13.200	7.360	47.560
Agua Enlica II Small Hydro	8.280	-	-	8.280
Pebble Hydro	29.040	-	20.240	49.280
APA	(a)	-	(a)	(a)
Águas do Portugal	15.900	-	-	15.900
ARBA	13.800	-	5.520	19.320
Ribeira da Teja	6.600	-	5.520	12.120
<b>TOTAL</b>	<b>979.440</b>	<b>94.760</b>	<b>151.800</b>	<b>1.226.000</b>

(a) Valores que dependem de eventual contratação a realizar durante 2023

No que respeita a outras barragens de betão, incluídas na classe I do RSB, que no passado tiveram um acompanhamento regular do LNEC, não tem sido possível celebrar contratos para a realização das correspondentes atividades nas barragens do Caia, Odivelas e Roxo.

No Quadro 5.2 apresentam-se as receitas previstas em 2023 no DBB com a realização de estudos específicos. A conclusão de alguns destes estudos estava prevista em anos anteriores, mas foi adiada devido a circunstâncias diversas, em articulação com os interesses dos donos de obra e do LNEC.

Relativamente os novos aproveitamentos do SET (Iberdrola), estima-se em cerca de 150.000 euros o valor das receitas previstas em 2023 com os trabalhos em curso de apoio à construção e instrumentação das obras do aproveitamento do Alto Tâmega. Serão também faturados os montantes relativos a estudos específicos em curso relacionados com o primeiro enchimento das albufeiras e dos circuitos hidráulicos, logo que terminados.

Nos anos anteriores o NGA realizou um número considerável de trabalhos por contrato relativos à monitorização de outras obras de engenharia, esperando-se, em 2023, o prosseguimento deste tipo de atividades, principalmente no que respeita a serviços envolvendo levantamentos com *drone*.

Quadro 5.2 – Receitas previstas em 2023 no DBB com a realização dos estudos específicos (em euros)

Estudo	Dono de obra	Ano de contratação	Faturação prevista em 2023
Barragem de Pretarouca: apoio à instalação de comportas	Águas do Norte (grupo AdP)	2019	10.000
Barragem do Baixo Sabor: análise e interpretação do comportamento observado durante o primeiro período de exploração	Engie Douro	2020	40.000
Metro do Porto: acompanhamento da construção da Linha Rosa e da extensão da Linha Amarela	Metro do Porto	2020	54.000
Acompanhamento das obras da linha da Beira Alta	Infraestruturas de Portugal	2021	51.000
Acompanhamento das obras da linha do Oeste	Infraestruturas de Portugal	2021	6.600
Barragens de Alqueva e Pedrógão: apoio à operacionalização dos sistemas de observação sísmica (SOS)	EDIA	2021	25.000
Barragem de Daivões: acompanhamento do sistema de observação sísmica (SOS) em 2023	Iberdrola	2022	15.000
Barragem de Santa Luzia: levantamento da fendilhação nos paramentos da obra	EDP	2022	30.000
Barragem de Santa Luzia: análise e interpretação do comportamento estrutural	EDP	2022	35.000
Barragem do Roxo: inspeção e avaliação de riscos associados à construção de central hidroelétrica	Associação de Beneficiários do Roxo	2022	9.800
Barragem do Sordo: inspeção e atualização do plano de observação	Águas do Norte (grupo AdP)	2022	12.000
Barragens do Baixo Sabor, Feiticeiro e Foz Tua: acompanhamento dos sistemas de observação sísmica (SOS) em 2023	Engie Douro	2023	46.500
Barragens do Baixo Sabor e Foz Tua: acompanhamento dos sistemas de monitorização dinâmica em contínuo (SMC) em 2023	Engie Douro	2023	20.000
Túnel adutor da barragem de Castelo do Bode: observação e controlo da segurança no período 2023-2025	EPAL (grupo AdP)	2023	6.600
<b>TOTAL</b>			<b>361.500</b>

## 5.4 Previsão do desempenho global do DBB em 2023

### 5.4.1 Aspetos gerais

A previsão do desempenho global do DBB em 2023, em termos de número de publicações e de execução financeira, baseia-se nos elementos referentes à atividade desenvolvida na última década. Refere-se que neste período o número de trabalhadores do DBB decresceu cerca de 35%.

### 5.4.2 Número de publicações previstas para 2023

Na Figura 5.1 apresenta-se um gráfico com o número de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas) do DBB, entre 2012 e 2022. Em termos médios, anualmente são elaborados cerca de 30 artigos e comunicações e são produzidos cerca de 80 relatórios e notas técnicas. Prevê-se para 2023 um desempenho similar.

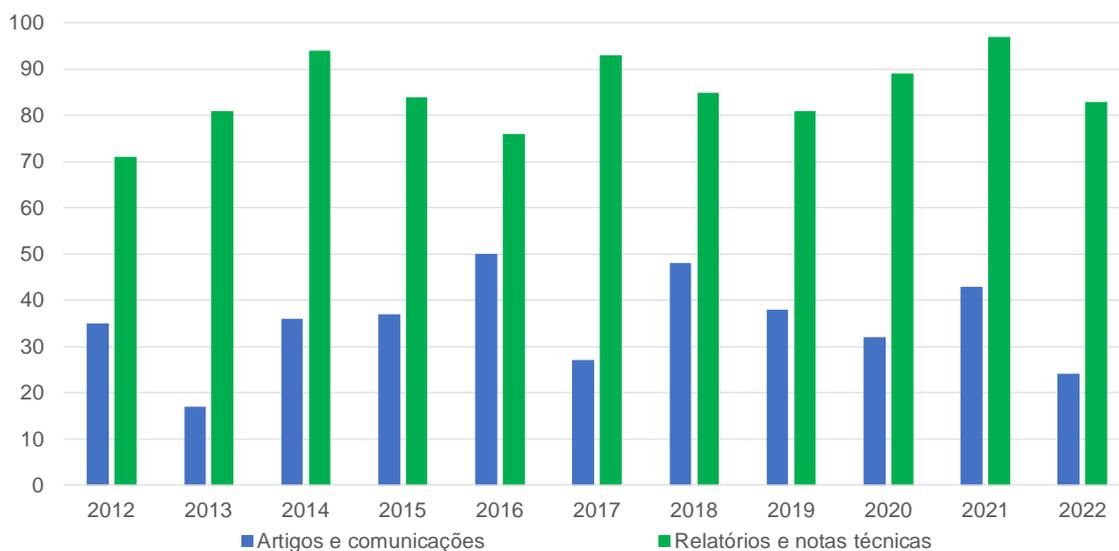


Figura 5.1 – Resultados das atividades do DBB em termos de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas), entre 2012 e 2022

### 5.4.3 Despesas e receitas previstas para 2023

A atividade global do DBB pode ser caracterizada, entre 2012 e 2022, pelos valores (em euros) que constam da Figura 5.2, na qual também se compara o desempenho dos diferentes departamentos do LNEC. Como referido, o DBB é um departamento de média dimensão, já que tem um pouco menos de 1/8 dos efetivos das 8 unidades departamentais do LNEC.

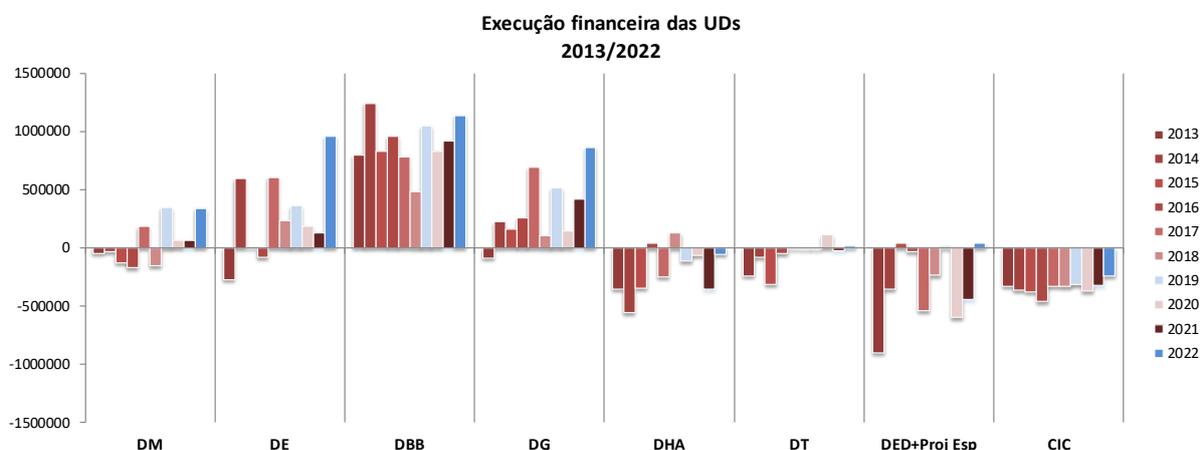


Figura 5.2 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2013 e 2022, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC)

Na execução financeira do DBB de 2022 foram consideradas despesas de 1.889.000 euros (remunerações e segurança social do pessoal do quadro – 1.715.000 euros; missões e deslocações – 99.000 euros; bens e serviços – 17.000 euros; equipamentos – 39.000 euros; outras – 19.000 euros) e receitas diretas de 1.970.000 euros (projetos de investigação com financiamento externo – 28.000 euros; estudos por contrato e pareceres – 1.911.000 euros; outras atividades – 31.000 euros), a que corresponde um saldo positivo de 81.000 euros. Considerando ainda as parcelas atribuídas ao DBB

das receitas do orçamento do estado para o LNEC e dos encargos com os serviços administrativos, o saldo é positivo, de 1.133.000 euros.

Os montantes da execução financeira de 2012, 2013, 2015, 2017, 2020 e 2021 foram semelhantes, mas ligeiramente inferiores ao de 2016. O ano de 2014 foi excepcionalmente positivo para o DBB, já que foi dado o apoio simultâneo à construção e instrumentação das barragens de Ribeiradio, Ermida e Foz Tua. O ano de 2018 foi mais desfavorável pois houve um apoio menor na construção e instrumentação de obras novas. Em 2019 foi incrementado esse apoio nas obras do SET, tendo a execução financeira deste ano superado a de 2016. O ano de 2022 foi melhor que 2019, tendo apenas sido superado por 2014. Tal deveu-se à finalização de alguns trabalhos de anos anteriores.

As receitas diretas previstas para 2023 deverão estar dentro do intervalo verificado nos anos anteriores (valores compreendidos entre 1,6 e 2,0 milhões de euros). Estas receitas têm por base, essencialmente, o acompanhamento do comportamento das obras em exploração, o acompanhamento em curso da construção, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e dos circuitos hidráulicos das obras dos empreendimentos de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães (refere-se, neste caso, que a EEI deixará de ter uma mobilização permanente em obra a partir do final de junho, pelo haverá, nesta vertente, uma pequena diminuição das receitas), bem como a realização de novos estudos e a conclusão de estudos contratados em anos anteriores. As receitas externas por via do financiamento da investigação continuarão a ser, provavelmente, de pequena monta.

As despesas do DBB em 2023 deverão continuar a ser de cerca de 1,9 milhões de euros.

## **6 | Necessidades do DBB**

### **6.1 Aspetos gerais**

As necessidades do DBB estão relacionadas com os recursos humanos, as instalações e os meios materiais para a realização das atividades descritas no presente documento.

No que respeita aos recursos humanos, a renovação e rejuvenescimento do pessoal é crucial, dada a avançada idade do quadro existente. Apontam-se ainda as necessidades de formação desse pessoal.

As instalações onde está implantado o DBB, apesar de antigas, proporcionam boas condições de trabalho, havendo que garantir a sua manutenção e a gradual renovação do mobiliário que se deteriora com o uso. Haverá que melhorar as condições de conforto térmico do edifício e renovar as instalações sanitárias.

Referem-se os equipamentos utilizados, enquadrando as necessidades de atualização de alguns deles.

### **6.2 Recursos humanos**

#### **6.2.1 Renovação e rejuvenescimento**

A idade média dos 36 trabalhadores do DBB é de 53 anos. Trata-se de uma idade média elevada, pelo que continua a considerar-se premente a renovação e rejuvenescimento do pessoal do DBB, para se garantir a desejável continuidade de transmissão de conhecimentos e da cultura institucional para as gerações seguintes. Esta questão coloca-se nas carreiras de investigação e técnica. Salienta-se a existência de 8 investigadores que, tendo 62 ou mais anos, podem solicitar a aposentação nos próximos 5 anos. No caso particular dos setores de mecânica das rochas e de engenharia geográfica, que são os mais necessitados no que respeita à carreira de investigação, haverá que promover concursos de recrutamento de bolseiros de doutoramento ou de investigadores auxiliares. No que toca à carreira técnica, é urgente recrutar técnicos superiores para a área de observação de barragens, dado que o atual número de técnicos (quatro) é muito insuficiente para o volume de trabalho a realizar.

Devido ao PREVPAP, a maioria dos bolseiros do DBB foram integrados nas respetivas carreiras. Em 2022 não houve admissão de novos bolseiros, o que constitui um indicador extremamente negativo na atividade do DBB. Atualmente não existem bolseiros do LNEC a desenvolver teses de doutoramento no DBB, pelo que deverão ser incrementados os esforços no sentido de abrir concursos que permitam captar novos bolseiros ou investigadores auxiliares, para que possam contribuir no desenvolvimento dos projetos de investigação em curso.

Assinalam-se os concursos abertos em 2022 para progressão na carreira de investigação científica, que já permitiram duas promoções, uma para investigador-coordenador e outra para investigador principal. No entanto, mantém-se a situação de haver vários investigadores auxiliares com muitos anos na categoria e reconhecido mérito para serem promovidos.

## 6.2.2 Formação

Dar-se-á particular atenção à frequência de ações de formação, designadamente aquelas que são promovidas internamente no LNEC, no sentido de melhorar as capacidades dos recursos humanos do DBB.

Sendo crucial a boa utilização de ferramentas informáticas no trabalho do DBB, estão já em curso interações internas com vista a melhorar os conhecimentos em programação de investigadores e técnicos. Neste âmbito considera-se prioritária a formação em BIM (*Building Information Modelling*). Esta ferramenta tem já uma utilização generalizada em arquitetura e engenharia, apresentando muitas potencialidades em barragens. Assim, tal como aconteceu em anos anteriores, prevê-se a frequência de ações de formação externa em 2023.

Está também prevista a frequência de ações de formação, de técnicos superiores e de assistentes técnicos, em AutoCad e processamento digital de imagens.

## 6.3 Instalações

O DBB está instalado no edifício Calouste Gulbenkian, ocupando praticamente todo o bloco sul e a parte do bloco norte localizada a poente da zona vazada existente no piso térreo. Esta última zona é ocupada pelo setor de mecânica das rochas, que dispõe ainda de uma sala de corte de provetes de rocha nas traseiras do edifício do Departamento de Transportes (DT).

O edifício Calouste Gulbenkian tem mais de 50 anos (foi construído na década de 60 do século passado), mas as suas instalações são adequadas às exigências funcionais requeridas pela atividade do DBB. Haverá que incrementar ações de manutenção, em particular nas instalações sanitárias, e a renovação gradual do mobiliário antigo que já não for recuperável. Haverá ainda que considerar a melhoria das condições de conforto térmico e eficiência energética, que já não satisfazem as necessidades atuais.

A sala de reuniões do DBB é pequena, pelo que as reuniões presenciais da CCD/DBB têm sido realizadas nas salas do Centro de Congressos. Assim, continua em análise a possibilidade de transferir a sala de reuniões para um espaço mais amplo.

A sala de corte de provetes de rocha, localizada nas traseiras do edifício do DT, tem problemas graves de entupimento dos esgotos, que deverão ser solucionados com brevidade, sob risco de ser inviabilizada a sua utilização.

## 6.4 Equipamentos

Muitos dos computadores do DBB são antigos e desatualizados. Alguns foram adquiridos antes de 2010. Posteriormente houve aquisições pontuais. Alguns desses equipamentos e *software* foram obtidos com financiamento externo de I&I. Assim, tem premência a substituição de computadores de mesa e portáteis que estão obsoletos. As necessidades de grande cálculo científico aconselham que sejam adquiridos computadores com maiores capacidades.

Alguns equipamentos de observação geodésica são também antigos, tendo já experimentado diversas avarias. Os equipamentos GNSS foram adquiridos em 2005 e 2015, tendo o de 2015 sido comprado através de financiamento externo de I&I e instalado na barragem do Cabril, não estando, por isso, disponível para outros trabalhos do NGA. Em 2020 e 2021 foram adquiridos: i) um taqueómetro da nova geração, que permite a aquisição integrada de medições de ângulos e distâncias; e ii) um *drone* para a realização de levantamentos.

Alguns equipamentos laboratoriais do NMMR encontram-se obsoletos, sendo de referir que a prensa rígida de 4500 kN, com que se realiza a grande maioria dos ensaios laboratoriais, se encontra avariada e desativada, o que traz importantes constrangimentos ao funcionamento da UMR. Trata-se de um equipamento cuja substituição requer um investimento muito elevado. Têm sido utilizadas em sua substituição prensas de pequena capacidade da UMR e prensas do DM. No entanto, estas prensas não permitem efetuar ensaios com controlo de deformação, o que é requerido por muitos ensaios de mecânica das rochas. Refere-se ainda que deve ser equacionada a aquisição de uma máquina de ensaios de deslizamento de diaclases, uma vez que são ensaios de grande relevância em mecânica das rochas e que o equipamento existente data da década de 1960.

## 7 | Considerações finais

A atividade do DBB em 2023 dará continuidade ao desenvolvimento de projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020 e atenderá à execução de estudos por contrato, muitos deles na sequência dos realizados em anos anteriores.

Em 2023 prevê-se a realização da avaliação final dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020. A avaliação intercalar, realizada internamente no DBB em 2018 e no LNEC em 2019, perspectiva a obtenção de resultados globalmente satisfatórios em todos eles. Na sequência destas avaliações será realizada a preparação dos projetos a integrar no P2I 2021-2027.

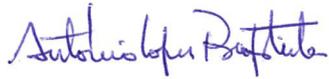
No que respeita aos estudos por contrato, referem-se: i) o acompanhamento do comportamento e o apoio ao controlo da segurança de cerca de sete dezenas de barragens portuguesas de betão e alvenaria, bem como de algumas obras subterrâneas que lhes estão associadas; ii) o apoio à construção, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e circuitos hidráulicos das obras integradas no Sistema Eletroprodutor do Tâmega, concessionado à Iberdrola, designadamente às barragens do Alto Tâmega, Daivões e Gouvães e às centrais associadas; iii) a realização de estudos ligados à monitorização dinâmica em contínuo e à observação sísmica das barragens de Alqueva, Ribeiradio, Alto Ceira II, Cabril, Baixo Sabor, Feiticeiro e Foz Tua; iv) a realização de estudos sobre a barragem de Santa Luzia, designadamente o levantamento do estado de fendilhação e a análise e interpretação do comportamento observado; v) a conclusão de relatórios de estudos contratados anteriormente, designadamente os relacionados com a construção, primeiro enchimento e exploração e obras dos aproveitamentos do Baixo Sabor, Foz Tua e Ribeiradio; vi) a conclusão da auditoria à CEMIG no que respeita às práticas de controlo de segurança de barragens; vii) o acompanhamento da construção das obras das linhas circular e amarela do Metro do Porto; e viii) o acompanhamento das obras de reabilitação dos túneis das linhas da Beira Alta e do Oeste, da Infraestruturas de Portugal.

Considera-se que os resultados conseguidos pelo DBB nas atividades de investigação e inovação, na realização de estudos por contrato e em outras atividades de ciência e tecnologia têm sido, globalmente, positivos. Este patamar de desempenho será, sem dúvida, um estímulo para 2023 e anos seguintes, havendo que: i) concluir adequadamente o desenvolvimento dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020; ii) elaborar os projetos do P2I/LNEC 2021-2027; iii) tentar a obtenção de mais financiamento externo para a atividade de investigação, para melhorar a sustentabilidade do departamento; iv) garantir a qualidade do trabalho realizado, através da utilização dos desenvolvimentos da investigação e inovação na melhor realização dos estudos por contrato; e v) rejuvenescer e adequar, com carácter prioritário, os recursos humanos, já que os atuais têm uma idade média elevada (53 anos), para fazer face às necessidades de investigação e dos estudos contratados que têm uma parcela considerável de trabalho de campo, e ainda garantir a desejável transmissão de conhecimentos entre gerações.

Lisboa, LNEC, maio de 2023

VISTO

O Diretor do Departamento de Barragens de  
Betão



António Lopes Batista

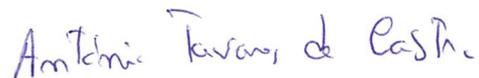
AUTORIA



António Lopes Batista  
Investigador-Coordenador



Luís Nolasco Lamas  
Investigador Principal  
Chefe do Núcleo de Modelação e Mecânica das  
Rochas



António Tavares de Castro  
Investigador Principal  
Chefe do Núcleo de Observação



Maria João Henriques  
Investigadora Principal  
Chefe do Núcleo de Geodesia Aplicada

## Referências bibliográficas

LNEC, 2014 – **E2I - Estratégia de Investigação e Inovação 2013-2020**. LNEC.

LNEC, 2018 – **Plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão para 2019**. LNEC - Proc. 0401/1311/19522. Relatório 401/2018 – DBB/Chefia.

LNEC, 2022a – **Plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão para 2022**. LNEC - Proc. 0401/3102/19522. Relatório 155/2022 – DBB/Chefia.

LNEC, 2022b – **E2I 21-27 - Estratégia de Investigação e Inovação do LNEC para o período 2021-2027**. LNEC.

LNEC, 2023 – **Plano de atividades do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para o ano de 2023**. LNEC.

RSB, 2018 – **Regulamento de Segurança de Barragens**. Decreto-Lei nº 21/2018, de 28 de março de 2018.





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

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