



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## **PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2019**

Lisboa • dezembro de 2018

**I&D** BARRAGENS DE BETÃO

RELATÓRIO 401/2018 – **DBB/Chefia**

## **Título**

**PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2019**

## **Autoria**

DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO

### **António Lopes Batista**

Investigador Principal, 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

### **Ana Fonseca**

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 401/2018

Proc. 0401/1311/19522, 0402/1311/19523, 0403/1311/19524, 0404/1311/19525

# PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2019

## Resumo

---

Apresenta-se o plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) para 2019, considerando as componentes principais de investigação programada e de estudos por contrato. Caracteriza-se a unidade departamental em termos de recursos humanos e equipamentos 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 2019, bem como às necessidades existentes face ao cumprimento do plano proposto.

Palavras-chave: Departamento de Barragens de Betão / Plano de atividades / Investigação programada / Estudos por contrato

## PLAN OF ACTIVITIES OF THE CONCRETE DAMS DEPARTMENT FOR 2019

### Abstract

---

The plan of activities of the Concrete Dams Department (DBB) for 2019 is presented, considering the main components of programmed research and contract studies. The departmental unit is characterized in terms of human resources and equipment and the activities are framed in the context of the objectives of the LNEC. Reference is also made to the forecast of DBB's operational and financial performance in 2019, as well as to the existing needs to fulfil the proposed plan.

Keywords: Concrete Dams Department / Plan of activities / Programmed research / Contract studies



# Índice

1	Considerações iniciais.....	1
1.1	Aspetos gerais .....	1
1.2	Enquadramento geral da atividade .....	2
1.3	Meios humanos e materiais .....	4
2	Caracterização do DBB.....	6
2.1	Organização funcional .....	6
2.2	Recursos humanos .....	6
2.3	Instalações .....	10
2.3.1	Aspetos gerais .....	10
2.3.2	Direção e Secção de Expediente .....	10
2.3.3	Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas .....	11
2.3.4	Núcleo de Observação .....	11
2.3.5	Núcleo de Geodesia Aplicada .....	11
2.4	Equipamentos .....	12
3	Enquadramento e objetivos do DBB .....	13
3.1	Enquadramento da atividade .....	13
3.2	Objetivos estratégicos e operacionais .....	13
3.2.1	Aspetos gerais .....	13
3.2.2	Investigação, desenvolvimento e inovação .....	15
3.2.3	Estudos por contrato.....	15
3.3	Caracterização do ambiente externo .....	16
3.3.1	Atividades de investigação .....	16
3.3.2	Estudos por contrato.....	17
4	Atividades previstas para 2019 .....	19
4.1	Âmbito das atividades.....	19
4.2	Investigação e inovação .....	19
4.2.1	Aspetos gerais .....	19
4.2.2	Projetos do P2I/LNEC 2013-2020 da responsabilidade do DBB.....	19
4.2.3	Colaboração em projetos envolvendo outros departamentos .....	22
4.2.4	Outros projetos .....	22
4.3	Estudos por contrato em Portugal .....	22
4.3.1	Aspetos gerais .....	22
4.3.2	Acompanhamento do comportamento de obras .....	23
4.3.3	Apoio à construção e instrumentação de obras .....	26
4.3.4	Apoio na fase de primeiro enchimento das albufeiras.....	27
4.3.5	Pareceres e outros estudos .....	27
4.4	Estudos por contrato em Moçambique .....	27
4.5	Outras atividades científicas e técnicas.....	28
4.5.1	Organização de eventos científicos e técnicos .....	28
4.5.2	Participação em eventos científicos e técnicos .....	28
4.5.3	Participação em comités e grupos de trabalhos.....	29
4.5.4	Participação em órgãos sociais de associações .....	29
4.5.5	Apoio aos laboratórios de engenharia dos PALOP .....	29
4.5.6	Outras atividades .....	30
4.6	Interações internas e externas.....	30

5	Previsão do desempenho do DBB em 2019 .....	31
5.1	Aspetos gerais .....	31
5.2	Projetos de investigação e inovação .....	31
5.3	Estudos por contrato .....	31
5.4	Execução financeira do DBB em 2019 .....	33
5.4.1	Execução financeira do DBB entre 2011 e 2016 .....	33
5.4.2	Despesas e receitas previstas para 2019 .....	34
6	Necessidades do DBB .....	35
6.1	Aspetos gerais .....	35
6.2	Recursos humanos .....	35
6.2.1	Renovação e rejuvenescimento .....	35
6.2.2	Formação .....	36
6.3	Instalações .....	36
6.4	Equipamentos .....	36
7	Considerações finais .....	38
	Referências Bibliográficas .....	40
	Anexos .....	41
	ANEXO I Listas dos equipamentos informáticos do DBB .....	43
	ANEXO II Listas de outros equipamentos do DBB .....	49

## Índice de figuras

Figura 2.1 – Localização das instalações do DBB na zona sudeste do <i>campus</i> do LNEC.....	10
Figura 5.1 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2011 e 2016, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC) .....	33

## 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 e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (Setor 402) .....	7
Quadro 2.3 – Lista de trabalhadores e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Observação (Setor 403) .....	8
Quadro 2.4 – Lista de trabalhadores e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Geodesia Aplicada (Setor 404) .....	8
Quadro 2.5 – Resumos dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB.....	9
Quadro 3.1 – Documentos que constituem o quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens.....	17
Quadro 3.2 – Características gerais dos novos empreendimentos hidroelétricos.....	18
Quadro 3.3 – Características gerais dos recentes reforços de potência de empreendimentos hidroelétricos.....	18
Quadro 4.1 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento interno .....	20
Quadro 4.2 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento externo .....	21
Quadro 4.3 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP .....	24
Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP).....	25
Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela Small Hydro (grupo EDP) .....	25
Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).....	25
Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA .....	25
Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pelas empresas do grupo Águas de Portugal .....	26
Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela empresa Ribeira da Teja Produção de Energia.....	26
Quadro 4.10 – Estudos contratados ao LNEC pela Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB) em 2016...27	
Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2019 com o acompanhamento do comportamento estático de barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas, na fase de exploração (em euros).....	32
Quadro 5.2 – Receitas previstas em 2019 com o apoio à construção e instrumentação das barragens e obras subterrâneas de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, da Iberdrola (em euros) .....	32

# 1 | Considerações iniciais

## 1.1 Aspectos gerais

O presente plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para 2019 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 a obras de engenharia civil.

De acordo com a Lei Orgânica do LNEC (Decreto-Lei nº 157/2012, de 18 de julho), designadamente no Artº 3º nº 1, a instituição é definida como “... *laboratório do Estado que tem por missão empreender, coordenar e promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico, bem como outras atividades científicas e técnicas necessárias ao progresso e à boa prática da engenharia civil, exercendo a sua ação, fundamentalmente, nos domínios da construção e obras públicas, da habitação e urbanismo, do ambiente, da gestão dos riscos, da indústria dos materiais, componentes e outros produtos para a construção e em áreas afins, visando a sua atividade, essencialmente, a qualidade e a segurança das obras, a proteção e a reabilitação do património natural e construído, bem como a modernização e inovação tecnológicas do setor da construção.*”

A Lei Orgânica do LNEC define-lhe ainda as seguintes atribuições:

- a) *Realizar, coordenar e promover estudos de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico, nos domínios das obras públicas, da habitação e urbanismo, do ambiente, da indústria dos materiais, componentes e outros produtos para a construção, bem como em áreas afins;*
- b) *Estudar e observar o comportamento das obras, com vista a informar acerca das suas condições de segurança e de durabilidade, e pronunciar-se sobre estudos com os mesmos objetivos;*
- c) *Realizar estudos no âmbito da normalização e regulamentação técnicas e elaborar a documentação resultante em colaboração com os organismos competentes;*
- d) *Apreciar materiais, componentes, elementos e processos de construção, e conceder homologações e aprovações técnicas;*
- e) *Certificar a qualidade de materiais, componentes e outros produtos da construção e de elementos, processos e empreendimentos da construção;*
- f) *Apoiar os organismos públicos no controlo de qualidade dos projetos e da construção e da exploração de empreendimentos de interesse nacional, nomeadamente em casos de concessões envolvendo a sua conceção, construção e exploração, e acompanhar os grandes empreendimentos em que o ministério da tutela esteja envolvido;*

- g) *Efetuar ensaios, emitir pareceres e responder a consultas, bem como realizar exames e perícias no âmbito da sua atividade;*
- h) *Efetuar a qualificação de processos e tecnologias utilizados em laboratórios públicos ou privados que exerçam atividade nos seus domínios de ação;*
- i) *Promover a difusão de conhecimentos e de resultados obtidos em atividades de investigação e de desenvolvimento tecnológico, próprias ou alheias, bem como recolher, classificar, publicar e difundir bibliografia e outros elementos de informação científica e técnica;*
- j) *Conceber, projetar, desenvolver, construir e comercializar instrumentos, equipamentos, aparelhos e produtos informáticos ligados à sua atividade;*
- k) *Defender a propriedade intelectual dos resultados da atividade de ciência e tecnologia efetuada no LNEC;*
- l) *Apoiar a produção e a exportação de serviços e bens ligados à engenharia civil, ao sector da construção e áreas afins;*
- m) *Cooperar com instituições científicas e tecnológicas afins e participar em atividades de ciência e tecnologia, nacionais e estrangeiras, designadamente participando em consórcios, redes e outras formas de trabalho conjunto.*

O Departamento de Barragens de Betão (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 a partir das atribuições atrás descritas. Assim, conforme estabelece o Regulamento Interno do LNEC, 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 inserção 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, os recursos humanos, as instalações e os equipamentos que permitem a concretização das atividades que enformam o contributo e a ação do DBB como unidade operativa do LNEC.

## **1.2 Enquadramento geral da atividade**

Em 2019 o DBB continuará a desenvolver a sua atividade nas três grandes vertentes em que se divide a ação do LNEC: a investigação científica, os 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, e por uma atividade muito significativa em estudos por contrato, cuja execução tem beneficiado a escolha dos melhores temas e o próprio desenvolvimento dos projetos de investigação, ao mesmo tempo que tem potenciado a utilização dos próprios avanços da investigação. Grande 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. Esta atividade que é realizada, em boa parte, para dar cumprimento às atribuições que são conferidas ao LNEC pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB; 2018), inclui também uma parcela substancial que é contratada devido às competências específicas do DBB.

Os enquadramentos interno e externo da atividade do DBB, em termos de oportunidades e condicionamentos, adiantes descritos em capítulo autónomo, não deverão sofrer alterações significativas em 2019. Nestas condições, em 2019 prevê-se dar continuidade a projetos de investigação integrados no Plano de Investigação e Inovação do LNEC para 2013-2020 (doravante designado por P2I/LNEC 2013-2020), bem como à execução de estudos por contrato, muitos deles na sequência dos realizados em anos anteriores. 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 na 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 teses de mestrado e doutoramento e à cooperação com outras entidades, em particular com as universidades, os concessionários de grandes barragens e os laboratórios de engenharia civil dos PALOP.

No âmbito da atividade de investigação prevê-se, para a segunda metade de 2019, a avaliação dos projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020. Procurar-se-á concorrer a fontes de financiamento público à investigação que se apresentarem a concurso no próximo ano, designadamente as promovidas pela FCT, incluindo a atribuição de bolsas de investigação. Dar-se-á ainda atenção às oportunidades de financiamento nacional e internacional à investigação, através de candidaturas integrando consórcios criteriosamente constituídos, designadamente nos programas H2020 e P2020.

Prevê-se, a nível nacional, o prosseguimento dos investimentos em empreendimentos para a produção de energia hidroelétrica, designadamente em barragens e centrais que lhes estão associadas, cuja concretização tem contado como um 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.

Prevê-se que continue a ser significativa a interação do DBB com outras unidades departamentais do LNEC, em particular com o Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA), o Departamento de Materiais (DM), o Departamento de Geotecnia (DG), o Departamento de Estruturas (DE) e o Centro de Instrumentação Científica (CIC), em parcerias de projetos de investigação e estudos por contrato, difusão de conhecimentos, promoção de ações de formação e organização de eventos científicos e técnicos.

No capítulo 3 apresentam-se o enquadramento e os objetivos do DBB. No capítulo 4 detalham-se as atividades previstas do DBB em 2019.

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

Os meios humanos do DBB continuarão a constituir o capital maior 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 bolsiros de pós-doutoramento 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 mestrado, em muitos casos através do acolhimento no LNEC. 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 bolsiros de iniciação à investigação científica (BIIC) e os bolsiros de doutoramento (BD), em formação no DBB, continuarão a dar um contributo fundamental nas atividades de investigação do DBB, aproveitando o acervo de conhecimento e informação disponível nas áreas de atuação da unidade departamental, contribuindo assim para a prossecução dos seus objetivos.

Os técnicos superiores e os bolsiros da área de experimentação desempenham funções de apoio às atividades de investigação 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 desempenham tarefas de apoio técnico, tanto em laboratório como no campo, contribuindo para o desenvolvimento de projetos de investigação e a concretização 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, continuará a ser assegurada uma adequada manutenção e calibração, para poderem estar permanentemente em boas condições de funcionamento e utilização. Procurar-se-á a substituição de equipamentos informáticos antigos e de outros que estejam obsoletos, designadamente através dos programas de reapetrechamento do LNEC e das oportunidades proporcionadas pelos projetos de investigação com financiamento externo.

O capítulo 5 refere-se às previsões dos desempenhos operacional e financeiro do DBB em 2019, 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.

## 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 adstrito 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 de rochas e diaclases para estudos de fundações de barragens, 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 monitorização de infraestruturas e 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 47 trabalhadores, que representam cerca de 1/8 dos efetivos das 8 unidades departamentais do LNEC.

A distribuição de trabalhadores e bolsseiros pelos diferentes setores do DBB, no final de 2018, é apresentada nos 4 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), assinalando-se a sombreado os trabalhadores com contrato de funções públicas.

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

Nome	Categoria	Idade no final de 2018 (anos)	Número de funcionário
António Lopes Batista (1)	Investigador principal	58	1924
Maria de São José Costa Januário	Coordenador técnico	66	1544
Lucília Maria Correia Marmeleira	Assistente técnico	52	2225
Alexandrina Domingues	Assistente técnico	56	2374
Isabel Barbosa	Assistente técnico	46	2435

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

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

Nome	Categoria	Idade no final de 2018 (anos)	Número de funcionário
José Vieira de Lemos	Investigador coordenador	62	1753
Romano Jorge Calhau Câmara	Investigador coordenador	62	1754
Luís Nolasco Lamas (1)	Investigador principal	61	1784
José Delgado Muralha	Investigador principal	59	1910
Sérgio Martins Oliveira	Investigador auxiliar	55	2007
Jorge Pereira Gomes	Investigador auxiliar	53	2127
Nuno Monteiro Azevedo	Investigador auxiliar	44	2468
Ivo Figueiredo Dias	Investigador auxiliar	37	7715
Margarida Espada (2)	Bolseira de doutoramento	32	7814
Luís Fernandes Dias	Técnico superior	51	2105
Jorge Gião Santos	Técnico superior	46	2276
Carlos Fonseca Resende	Técnico superior	44	2301
Hélder Santos Vitória	Técnico superior	49	2302
André Gonçalo Garcêz Cordeiro (3)	Bolseiro de iniciação à experimentação	29	7810

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

(2) A bolsa foi suspensa por 6 meses, a partir do início de novembro de 2018

(3) A bolsa será suspensa por 6 meses, a partir do início de janeiro de 2019

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

Nome	Categoria	Idade no final de 2018 (anos)	Número de funcionário
António Tavares de Castro (1)	Investigador principal	58	1940
Maria Luísa Braga Farinha	Investigadora auxiliar	50	2177
Eliane Teixeira Alves Portela	Investigadora auxiliar	63	2316
José Piteira Gomes	Investigador auxiliar	62	2489
Juan Tomé Caires Mata	Bolseiro pós-doutoramento	40	7696
Carlos Oliveira Macedo Serra	Bolseiro pós-doutoramento	35	7721
João Ricardo Conde da Silva	Bolseiro de iniciação à investigação científica (2)	38	10528
Eloísa Castilho dos Santos	Bolseira de iniciação à investigação científica	38	10125
António José Pinto Tavares	Técnico superior	63	1543
Ricardo Jorge Martinho Oliveira	Técnico superior	46	2170
Hernâni Manuel Batista Brum	Técnico superior	53	2416
Francisco Bento Borralho	Técnico superior	29	10664
Hugo Barros Perna	Bolseiro de experimentação	38	5824
Tiago Matos Henrique	Bolseiro técnico de investigação	35	7829
David Gonçalves Pereira	Bolseiro técnico de investigação	32	10126
Fernando Arcanjo Marques	Assistente técnico	58	1903
Francisco José Candeias Morganho	Assistente operacional	55	2278

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

(2) Com doutoramento

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

Nome	Categoria	Idade no final de 2018 (anos)	Número de funcionário
Ana Maria Duarte Fonseca (1)	Investigadora principal	63	1939
Maria João Barros Henriques	Investigadora principal	58	1925
José Nuno Pedroso Lima	Investigador auxiliar	57	6345
Dora Luz Roque	Bolseira de doutoramento	32	7808
Niranjani Rengasamy Gnanasekaran (2)	Bolseira de projeto com mestrado	26	10790
Henrique Anjos Candeias	Técnico superior	57	2360
Nádia Saraiva Braz	Bolseira técnica de investigação	33	7790
José Alberto Fernandes dos Santos	Assistente técnico	48	2066
Aires Fernandes Moita	Assistente técnico	55	2201
Inácio Maia Gonçalves	Assistente operacional	62	1858
Hugo Teixeira da Silva	Assistente operacional	44	2307

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

(2) Projeto Elevar

No Quadro 2.5 apresenta-se um resumo da distribuição dos recursos humanos nos diferentes setores do DBB, continuando a assinalar-se a sombreado os trabalhadores com contrato de funções públicas.

**Quadro 2.5 – Resumos dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB**

Carreiras	Categorias	Direção	NMMR	NO	NGA	Total
Investigação	Investigador coordenador		2			2
	Investigador principal	1	2	1	2	6
	Investigador auxiliar		4	3	1	8
	Bolseiro pós-doutoramento			2		2
	Bolseiro de doutoramento		1		1	2
	Bolseiro de iniciação à investigação científica			2		2
	Bolseiro de projeto				1	1
Técnica	Técnico superior		4	4	1	9
	Assistente técnico			1	2	3
	Assistente operacional			1	2	3
	Bolseiro técnico de investigação			2	1	3
	Bolseiro de experimentação			1		1
	Bolseiro de iniciação à experimentação		1			1
Administrativa	Coordenador técnico	1				1
	Assistente técnico	3				3
Total		5	14	17	11	47

No DBB existem 16 elementos da carreira de investigação e 15 elementos da carreira técnica com contrato de funções públicas, havendo 7 e 5 bolseiros naquelas carreiras, respetivamente. Assim, em cada uma delas cerca de 1/3 do pessoal tem uma ligação precária ao LNEC através de bolsas.

A Secção de Expediente tem 4 funcionárias administrativas, todas com contrato de funções públicas.

A idade média dos 35 trabalhadores com vínculo ao LNEC é de 54 anos.

Relativamente aos bolseiros, está a decorrer o processo administrativo, no âmbito do Programa de Regularização Extraordinária dos Vínculos Precários na Administração Pública (PREVPAP), para regularizar o vínculo laboral com o Estado.

Deve mencionar-se o acolhimento no DBB dos bolseiros de doutoramento (BD) Renato Pereira e André Alegre, bem como do estagiário de doutoramento (ED) Miguel Rodrigues. Tem vindo a ser dado apoio à elaboração de teses de mestrado, através de orientação científica, de alguns alunos finalistas, predominantemente dos ramos de engenharia civil e geográfica.

Refere-se também que alguns investigadores e bolseiros 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

### 2.3.1 Aspetos gerais

O DBB está instalado no edifício Calouste Gulbenkian, que se localiza na zona sudeste do “campus” do LNEC. O departamento ocupa praticamente todo o bloco sul e uma parte do bloco norte, a poente da zona vazada existente no piso térreo, que é ocupada pelo setor de mecânica das rochas do NMMR (Figura 2.1). Este setor dispõe ainda de uma sala de corte e preparação de provetes de rocha, nas traseiras do edifício do Departamento de Transportes, e de um armazém no pavilhão B.

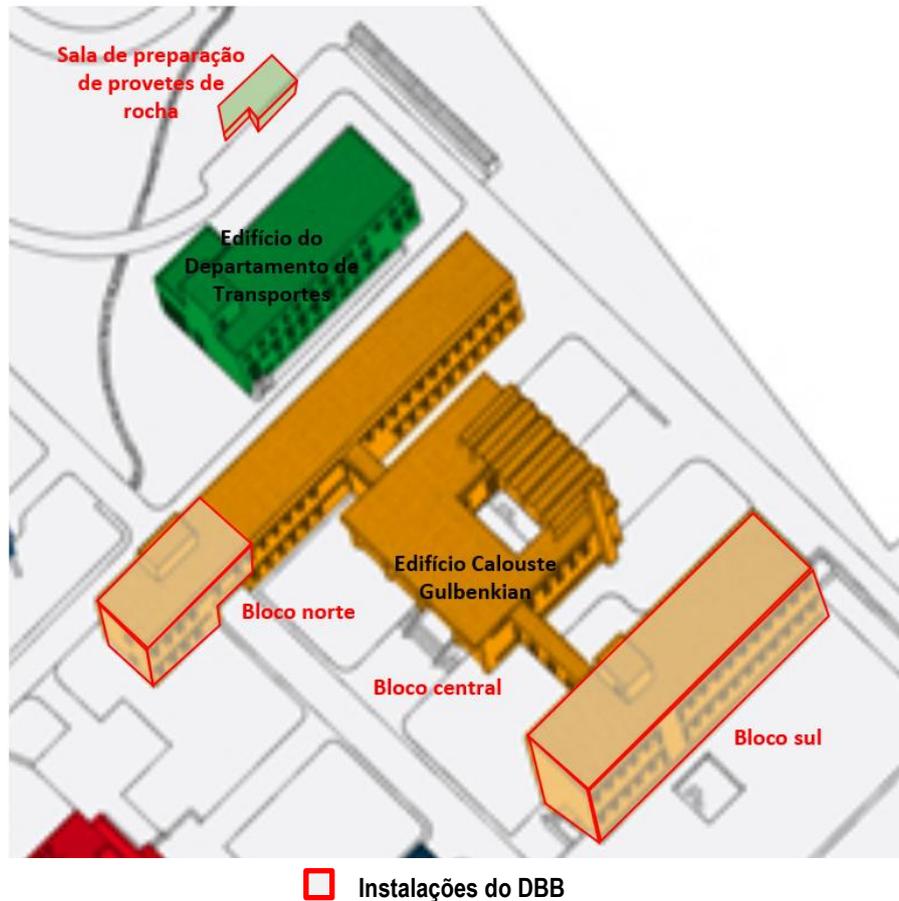


Figura 2.1 – Localização das instalações do DBB na zona sudeste do *campus* do LNEC

### 2.3.2 Direção e Secção de Expediente

A Direção e a Secção de Expediente estão no 3º piso do bloco sul.

A Direção dispõe de um gabinete de dimensões consideráveis e a Secção de Expediente está instalada numa sala com uma área adequada. Ao lado da Secção de Expediente existe uma sala de reuniões para o departamento.

Os arquivos administrativo e de publicações do DBB estão em três salas no 1º piso, no lado poente do bloco sul.

### 2.3.3 Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas

As instalações do NMMR dividem-se, como referido, pelos blocos sul e norte do edifício Calouste Gulbenkian, da seguinte forma:

- os gabinetes dos investigadores e técnicos do antigo Núcleo de Modelação Matemática e Física, bem como uma pequena sala de reuniões, estão localizados no 2º piso, do lado nascente, no bloco sul;
- as salas de construção e ensaios de modelos físicos estão nos 1º e 2º pisos, do lado nascente, no bloco sul;
- os gabinetes dos investigadores e técnicos do antigo Núcleo de Fundações e Obras Subterrâneas estão localizados no 2º piso, do lado poente, no bloco norte, onde também existe uma pequena sala de reuniões e uma sala de ensaios;
- o laboratório de ensaios de mecânica das rochas situa-se nos 1º e 2º pisos, do lado poente, no bloco norte;
- a sala de corte de provetes de rocha está localizada nas traseiras do edifício do Departamento de Transportes;
- o armazém dos equipamentos de ensaios de campo de mecânica das rochas está localizado no pavilhão B.

### 2.3.4 Núcleo de Observação

As instalações do NO são as seguintes:

- os gabinetes dos investigadores e técnicos estão localizados nos 2º e 3º pisos, do lado poente, no bloco sul, onde também existem salas de ensaios e de arquivo;
- há um pequeno armazém e uma câmara saturada (para provetes de betão) no 1º piso, do lado poente, no bloco sul;
- no bloco norte, do lado poente, existe uma sala de ensaios de fluência no piso -1.

### 2.3.5 Núcleo de Geodesia Aplicada

As instalações específicas do NGA são as seguintes:

- os gabinetes dos investigadores e técnicos, bem como uma pequena sala de reuniões, estão localizados no 3º piso, do lado nascente, no bloco sul;
- a sala do LabImagem, onde estão centralizados computadores e aplicações informáticas de processamento de imagens, está também localizada na mesma zona;
- a sala do comparador, que dispõe de uma infraestrutura para realizar ensaios de monitorização geodésica, em condições controladas, para aferir metodologias e equipamentos, localiza-se no 1º piso, do lado nascente, no bloco sul;
- a base de calibração de equipamentos de medição de distâncias, designadamente taqueómetros e distanciómetros, está implantada no limite noroeste do campus do LNEC.

## 2.4 Equipamentos

O DBB dispõe dos equipamentos informáticos, de ensaio e de medição necessários ao desenvolvimento natural das atividades de investigação e por contrato.

Embora não pretendendo ser exaustivos, os quadros do Anexo I apresentam as listas dos computadores e outros equipamentos informáticos em uso no DBB, indicando-se a sua distribuição por setores e utentes, e dos quadros do Anexo II constam outros equipamentos do DBB, designadamente de ensaio, observação geodésica, GNSS e *drone*.

## **3 | Enquadramento e objetivos do DBB**

### **3.1 Enquadramento da atividade**

De acordo com os planos de atividade do LNEC de anos anteriores, a sua atividade visa essencialmente: i) o controlo da qualidade e segurança das maiores infraestruturas de interesse público (barragens, pontes, túneis, estradas, vias férreas, obras marítimas, etc); ii) a proteção e a reabilitação do património natural e construído; iii) a modernização e inovação tecnológicas nos sectores da construção, do habitat e do ambiente; iv) a minimização dos riscos naturais e tecnológicos; e v) o aproveitamento dos recursos naturais numa lógica de desenvolvimento sustentável.

Como referido, esta atividade tem vindo a ser organizada nas seguintes três grandes áreas: i) investigação; ii) estudos e pareceres; e iii) 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, sendo desenvolvida através de projetos de investigação em curso ou a propor, integrados no P2I/LNEC 2013-2020.

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. No âmbito desta atividade o DBB estará envolvido em intervenções de grande responsabilidade para a segurança de obras, designadamente em barragens e em obras em maciços rochosos.

Serão desenvolvidas ainda outras atividades científicas e técnicas (OAC&T), tendo por objetivos, no DBB, a regulamentação, a participação em comissões técnicas e científicas e a difusão de conhecimentos.

### **3.2 Objetivos estratégicos e operacionais**

#### **3.2.1 Aspetos gerais**

Ainda segundo os planos de atividade do LNEC de anos anteriores, para se atingirem os seus objetivos estratégicos, nomeadamente a promoção da investigação científica e o desenvolvimento tecnológico, a qualificação dos seus recursos humanos, o reforço da cooperação e a melhoria da qualidade do serviço prestado, foram definidas linhas de orientação que também nortearão a atividade em 2019, designadamente através de: i) reforço da atividade de investigação científica (quer de iniciativa própria quer solicitada e financiada, total ou parcialmente, por outras entidades), com enquadramento no P2I/LNEC 2013-2020; ii) promoção das ligações com o setor produtivo, garantindo uma adequada orientação da atividade de investigação científica do LNEC e promovendo a inovação e a transferência de tecnologia; iii) participação em diversas ações de formação, incrementando a colaboração com o meio universitário; iv) concessão de bolsas de investigação científica; v) qualificação dos recursos

humanos do DBB; vi) participação ativa em associações científicas e em iniciativas de difusão de conhecimentos; vii) cooperação, a nível nacional e internacional, em particular com os países da EU, os PALOP e o Brasil, com outras instituições de ciência e tecnologia; viii) divulgação dos resultados da investigação através de comunicações e de artigos publicados em revistas nacionais e internacionais; e ix) estímulo à realização no LNEC de eventos científicos e técnicos.

Em termos de objetivos operacionais, para dar sequência aos objetivos estratégicos e às linhas de orientação da sua atividade, o LNEC tem vindo a definir indicadores de desempenho. De seguida referem-se esses objetivos operacionais e os respetivos indicadores, designadamente:

- i) no que respeita à eficácia, os objetivos são a promoção da criação de conhecimento científico nos domínios de especialidade do LNEC (quantificados pelo número de teses e dissertações orientadas por investigadores do LNEC e pelo número de bolsas LNEC de investigação científica concedidas), a criação e promoção de condições para a disseminação de conhecimento científico nos domínios de especialidade do LNEC (avaliadas pelo número de eventos científicos e técnicos organizados ou coorganizados pelo LNEC e pelo número de publicações científicas) e a promoção de atividade de investigação e a cooperação com instituições nacionais e estrangeiras (quantificada pela percentagem do montante de financiamento externo de projetos de investigação, relativamente ao total das despesas, e ao número de estágios realizados);
- ii) no que toca à eficiência, assegurar a sustentabilidade da atividade do LNEC, medida através da percentagem do montante de autofinanciamento relativamente ao total das despesas e ao número de publicações técnicas (relatórios, notas técnicas, pareceres e outros documentos), por investigador; e
- iii) no que respeita à qualidade, a promoção de impacto positivo na sociedade e internamente na organização, avaliada através do número de estudos de investigação em parceria com outras entidades e da taxa de participação em cursos de formação.

Os objetivos estratégicos e linhas de orientação do DBB estão em sintonia com a missão, visão e valores do LNEC, designadamente no sentido de:

- i) contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico em engenharia civil, nomeadamente na área científica de Barragens;
- ii) identificar, neste domínio, quais as necessidades da sociedade (governo, administração pública, empresas e cidadãos) e promover, reforçando a componente de inovação, a aplicação dos desenvolvimentos de I&D;
- iii) promover intervenções multidisciplinares utilizando os recursos disponíveis no LNEC;
- iv) promover a integração em consórcios internacionais de I&D&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.

Neste âmbito o DBB desenvolve a sua atividade colaborando com o sistema de C&T na orientação de doutoramentos e mestrados contribuindo com uma componente de investigação aplicada que decorre

dos estudos por contrato em que está envolvido, participa em projetos de I&D com financiamento de programas nacionais e internacionais, intervém no âmbito do 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 solicitados, com a preocupação de ter uma distribuição da sua atividade equilibrada, em função do contexto, pelas componentes de I&D, estudos e pareceres e divulgação do conhecimento.

### 3.2.2 Investigação, desenvolvimento e inovação

No que diz respeito ao desenvolvimento de atividades de investigação, desenvolvimento e inovação (I&D&I) no DBB serão consideradas, como referido, as linhas definidas na Estratégia de Investigação e Inovação (E2I) do LNEC para o período de 2013-2020. 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&D&I as dimensões tecnológica, económica, ecológica e societal, os três princípios orientadores dessa atividade são:

*1º - 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 e da EU;*

*2º - Orientação para problemas identificados: organização das temáticas e áreas de atuação em função de problemas sociais e tecnológicos identificados, com explicitação dos resultados a alcançar; e*

*3º - Sustentabilidade: Identificação e explicitação, de forma dinâmica e atualizada, dos fundamentos em que assenta a procura social que justifica a existência do LNEC.*

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&D&I, nacionais e estrangeiras.

No DBB pretende-se também reforçar progressivamente o peso das atividades de I&D&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, PALOP, Brasil, Timor e Macau.

Deve ainda referir-se que o DBB tem colaborado ativamente com outros departamentos do LNEC, quer colocando à disposição as competências adquiridas com a sua atividade, quer na elaboração de candidaturas conjuntas a financiamento de projetos de investigação.

### 3.2.3 Estudos por contrato

Os estudos realizados pelo DBB, ao abrigo de contratos, têm como principal objetivo o apoio aos donos de obra das grandes barragens de betão e alvenaria portuguesas no controlo de segurança destas

obras e o desempenho das funções do LNEC previstas no RSB. A partir de 2009, os trabalhos relativos ao apoio ao projeto e construção de novas barragens e de reforços de potência têm tido 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 dos reforços de potência, incluindo a elaboração e revisão de planos de observação, em particular de observação geodésica e de primeiro enchimento.

Os estudos relativos à atividade por contrato 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 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), a GreenVouga e a Small Hydro.

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;
- o apoio à Electricidade de Moçambique (EDM) no acompanhamento e controlo da segurança das barragens de Chicamba, Mavuzi e Lichinga;
- a implementação do sistema *gestBarragens* nas barragens angolanas, usando como caso-piloto a barragem da Matala, e a realização de ações de formação sobre observação e controlo da segurança de barragens de betão;
- o apoio dado ao Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde (LEC) na formação de técnicos na área da engenharia de barragens e na inspeção de barragens em construção e exploração.

Deste conjunto de atividades merece realce, dada a responsabilidade envolvida e o seu carácter continuado, a relativa ao controlo de segurança de cerca de sessenta grandes barragens 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 (próximo de quatro dezenas) de inspeções a obras, que incluem também campanhas de medição nos sistemas de observação instalados nessas obras, em particular nos sistemas de observação geodésica. Refere-se, ainda, a continuação do desenvolvimento e melhoramento das capacidades do sistema *gestBarragens*, em utilização no LNEC, EDP, EDIA e EDM, para o arquivo e exploração da informação proveniente dos sistemas de observação instalados nas diversas obras.

### **3.3 Caracterização do ambiente externo**

#### **3.3.1 Atividades de investigação**

O ambiente externo não tem sido particularmente favorável às temáticas de I&D&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 barragens de betão e alvenaria.

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, na medida do possível, os projetos aos objetivos definidos pelas entidades financiadoras. É fundamental manter esta atitude no futuro.

O LNEC tem acolhido muito favoravelmente 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.

### 3.3.2 Estudos por contrato

Portugal fez, na década de 50 do século passado, uma opção estratégica no que respeita à exploração de energias renováveis investindo na construção de barragens. O LNEC está, desde essa década, envolvido no apoio ao projeto, construção e exploração destas obras, nos aspetos de segurança, principalmente através do DBB (já que é de betão a esmagadora maioria das barragens integradas nos aproveitamentos hidroelétricos) e do DHA, tendo acumulado um acervo relevante de conhecimento técnico e científico nestas áreas. O enquadramento das responsabilidades e das atividades dos atores mais importantes da engenharia de barragens, em que o LNEC assumiu 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	

O LNEC atua predominantemente, no quadro legislativo em apreço, na qualidade de consultor da Autoridade Nacional de Segurança de Barragens, 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 voltou a estar envolvido em trabalhos de apoio ao projeto, construção, entrada em serviço e exploração de novas barragens (Quadro 3.2) e de reforços de potência (Quadro 3.3), o que tem constituído uma excelente oportunidade de aplicação das capacidades disponíveis.

**Quadro 3.2 – Características gerais dos novos empreendimentos hidroelétricos**

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	-	-	EDP	Exploração
Baixo Sabor	Abóbada	123,00	1095	171	Poço		
Feiticeiro	Gravidade	45,00	30	31	Poço		
Ribeiradio	Gravidade com curvatura	83,00	136	74,5	Poço		
Ermida	Gravidade	35,00	4	8	Pé jusante		
Foz Tua	Abóbada	108,00	106	262	Poço		
Fridão (montante)	Abóbada	98,00	196	238	Pé jusante		
Fridão (jusante)	Gravidade	34,00	5	-	-	Projeto	
Alto Tâmega	Abóbada	104,50	132	160	Pé jusante	Iberdrola	Construção
Daivões	Arco-gravidade	78,00	56	118	Poço		
Gouvães	Gravidade	30,00	14	880	Caverna		

**Quadro 3.3 – Características gerais dos recentes reforços de potência de empreendimentos hidroelétricos**

Reforço de potência	Tipo de central	Profundidade da central (m)	Comprimento do circuito hidráulico (m)	Queda (m)	Potência (MW)	Concessionário	Fase atual das obras
Picote II	Caverna	200	450	67	246	EDP	Exploração
Bemposta II	Poço	85	600	60	191		
Alqueva II	Poço	55	380	73	269		
Salamonde II	Caverna	150	2000	115	204		
Venda Nova III	Caverna	400	4700	420	736		
Paradela II	Caverna	500	10000	580	318		Projeto

Refere-se, finalmente, que existem, em Portugal e no mundo, muitas barragens afetadas por reações expansivas de origem interna do betão. Dado o investimento de investigação nesta temática realizado nas últimas décadas, no DBB e no DM, o LNEC tem sido solicitado por várias entidades para a realização de estudos neste âmbito.

## **4 | Atividades previstas para 2019**

### **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 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 suas fundações e obras em maciços rochosos, bem como na área da geodesia aplicada.

Para 2019 prevê-se uma intensa atividade de investigação no âmbito dos projetos em curso e uma significativa 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 Aspectos gerais**

A atividade de investigação, desenvolvimento tecnológico 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.

Como referido, o financiamento das agências de I&D 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 Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), os resultados têm sido limitados. Atualmente estão em curso cinco projetos de investigação e três bolsas de doutoramento com financiamento da FCT.

#### **4.2.2 Projetos do P2I/LNEC 2013-2020 da responsabilidade do DBB**

No Quadro 4.1 apresentam-se os doze projetos de investigação do P2I/LNEC 2013-2020, apenas com financiamento interno do LNEC, indicando-se os respetivos títulos, acrónimos, processos de estudo, responsáveis e datas de submissão e de início. Estes projetos cobrem os 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.

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
Análise probabilística da segurança estrutural de barragens de betão	ReliConDam	0401/112/20366	António Lopes Batista	2015-06-23 (Reg. 6597)	2015-11-27	Enquadra a tese de doutoramento do BDA Renato Pereira
Modelação de maciços rochosos marcadamente heterogéneos	RockGeoStat	0402/112/20536	Luís Nolasco Lamas	2015-12-02 (Reg. 11949)	2016-03-23	-
Discrete element modelling of rock engineering structures for seismic safety analyses	DEMRock6m	0402/112/20549	José Delgado Muralha e José Vieira de Lemos	2016-02-16 (Reg. 16439)	2016-04-11	Enquadra a tese de doutoramento da BD Margarida Espada
Modelação de estruturas de blocos sob ações dinâmicas	MEBAD	0402/112/20615	José Vieira de Lemos	2016-01-25 (Reg. 796)	2016-06-01	-
Técnicas avançadas para modelação numérica de processos de fratura material. Aplicações práticas e desenvolvimento de um programa de elementos finitos em código aberto	CoMatFail	0402/112/20744	Ivo Figueiredo Dias	2016-03-09 (Reg. 2515)	2016-09-09	-
Caracterização experimental e modelação numérica das propriedades reológicas do betão de barragens	DamConcrete	0403/112/20181	António Lopes Batista	2015-05-14 (Reg. 5109)	2015-07-09	Enquadrou a tese de doutoramento do BPD Carlos Serra
Soluções de ponta para a avaliação sustentável das fundações de barragens de betão	DAMFA	0403/112/20755	Maria Luísa Braga Farinha e Nuno Monteiro Azevedo	2016-02-16 (Reg. 1641)	2016-09-09	Enquadra as teses de doutoramento do BDA André Alegre e do ED Miguel Rodrigues
Sistema de suporte à decisão em tempo útil para a avaliação da segurança de grandes barragens de betão	RESTATE	0403/112/20970	Juan Mata	2016-07-27 (Reg. 7470)	2017-02-21	-
Modelação do comportamento estrutural de barragens de betão afetadas por reações expansivas	DamSwelling	0403/112/20677	José Piteira Gomes	2015-12-23 (Reg. 12782)	2016-07-15	-
Métodos estocásticos em geodesia aplicada	MEGA	0404/112/19619	José Nuno Lima	2014-07-21 (Reg. 7542)	2014-10-29	-
Aplicação de técnicas avançadas de interferometria radar na determinação de deslocamentos em infraestruturas	INFRASAR	0404/112/19717	Ana Fonseca	2014-08-14 (Reg. 8199)	2014-12-29	Enquadra a tese de doutoramento da BD Dora Roque (cofinanciamento bolsa FCT)
Imagens numéricas: aplicações à engenharia	ImEngine	0404/112/19718	Ana Fonseca	2014-08-14 (Reg. 8200)	2014-12-29	-

Em 2019 prosseguirá o acolhimento no DBB dos bolseiros de doutoramento Renato Pereira e André Alegre e do estagiário de doutoramento Miguel Rodrigues. Prevê-se que em agosto de 2019 se inicie o acolhimento da bolseira de doutoramento Mariline Candeias, no âmbito do projeto DAMFA. Prevê-se ainda o apoio ao desenvolvimento de teses de mestrado, através de orientação científica, de alguns alunos finalistas, predominantemente dos ramos de engenharia civil e geográfica.

Devem salientar-se as colaborações externas do Prof. Xavier Oliver, da Universidade Politécnica da Catalunha, no projeto CoMatFail, e do Prof. Luís Neves, da Universidade de Nottingham, no projeto ReliConDam.

O Quadro 4.2 refere-se aos projetos de investigação com financiamento externo, que após o seu início também foram integrados no P2I/LNEC 2013-2020, indicando-se os respetivos títulos, acrónimos, responsáveis no LNEC, processos 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 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento externo**

Título do projeto	Acrónimo	Responsáveis e processos no LNEC e no DBB	Datas de início e final	Parceiros	Entidade financiadora	Montante total de financiamento	Parcela de financiamento para o DBB
Técnicas avançadas de monitorização dinâmica da condição estrutural de barragens de betão	DAM_AGE	Jorge Pereira Gomes 0402/111/19817	julho de 2016 a junho de 2019	FEUP	FCT	€138.384,00	€57.000,00
Coastal waters research synergy framework	Co-Resyf	Francisco Sancho 0604/111/19929 Ana Fonseca 0404/111/1992901	março de 2016 a dezembro de 2018	DEIMOS, IH, ACRI, NOC, UCC, ARGANS, TerraDUE, LNEC	H2020	Total: €2.080.691,00 LNEC: €210.633,00	€11.000,00
Estudo localizado de estruturas verticais com aeronaves robotizadas	ELEVAR	Maria João Henriques 0404/111/20509	abril de 2017 a março de 2019	TEKEVER IST, ISR	PT2020	€127.624,10	€23.381,00
Análise do risco de inundação costeira a partir de múltiplas fontes	MOSAIC	Juana Fortes, Maria João Henriques 0404/111/2107002	outubro de 2018 a setembro de 2021	DHA/NPEM	FCT	€238.585,87	€4.079,18
Breakwaters safety control through a forecast and decision support system analysis	BeSafe4Sea	Maria João Henriques	outubro de 2018 a outubro de 2021	FCUL, ISEL	FCT	€239.892,81	€9.718,00

O projeto DAM\_AGE enquadra-se no âmbito da monitorização dinâmica de barragens de betão, sendo o único que é exclusivamente da área da engenharia de barragens. A participação nos restantes quatro

é feita através do NGA, sendo neles versadas temáticas que são transversais a diferentes áreas da engenharia civil.

#### 4.2.3 Colaboração em projetos envolvendo outros departamentos

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). Este projeto não tem financiamento externo.

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

- O IA Nuno Monteiro Azevedo participa no projeto conjunto da FCT/UNL, LNEC e IST, intitulado *Desenvolvimento e otimização de misturas betuminosa auto-reparáveis 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). O projeto foi submetido a financiamento em concurso da FCT, mas sem sucesso. No âmbito do projeto está em curso uma tese de doutoramento com co-orientação do IA Nuno Monteiro Azevedo;
- o BPD Juan Mata colabora com o IC João Mimoso, do DM, no projeto financiado E-RIHS - *The European Research Infrastructure for Heritage Science Preparatory Phase*, designadamente na gestão do projeto e no levantamento da informação financeira de outras infraestruturas europeias;
- 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.

#### 4.2.4 Outros projetos

Tem prosseguido o desenvolvimento e a ampliação das capacidades do sistema *gestBarragens*, em utilização no LNEC, EDP, EDIA e EDM, 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).

### 4.3 Estudos por contrato em Portugal

#### 4.3.1 Aspetos gerais

Os estudos a realizar pelo DBB, ao abrigo de contratos, continuarão a ter como principal objetivo o apoio aos donos de obra das grandes barragens de betão portuguesas no controlo de segurança destas obras e o desempenho das funções previstas no Regulamento de Segurança de Barragens. 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, em Portugal, a EDP,

a Iberdrola, a EDIA, algumas empresas do grupo Águas de Portugal (Águas do Norte, Águas do Vale do Tejo e EPAL), a GreenVouga e a Small Hydro, e em Moçambique, a HCB e a EDM.

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.

A partir de 2007, os trabalhos relativos ao apoio ao projeto, construção e primeiro enchimento das novas barragens e de reforços de potência têm tido uma relevância acrescida. Esta atividade tem compreendido a realização de estudos de apoio aos projetos, a elaboração e revisão de planos de observação, em particular de observação geodésica e de primeiro enchimento das albufeiras, e o acompanhamento da construção e dos primeiros enchimentos das albufeiras e dos circuitos hidráulicos.

#### 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 sessenta 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 em todas as barragens com acompanhamento do LNEC, designadamente nas da EDP (Quadro 4.3), GreenVouga (Quadro 4.4), Small Hydro (Quadro 4.5), APA (Quadro 4.6), EDIA (Quadro 4.7), Águas de Portugal (Quadro 4.8) e Ribeira da Teja (Quadro 4.9).

Quadro 4.3 – Apoio do DBB em 2019 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				
	Alto Cávado	X				
	Venda Nova	Barragem	X	X		
		Obras subterrâneas das centrais	X	X		
	Salamonde	X		X		
	Caniçada	X				
	Vilarinho das Furnas	Barragem	X			
		Obras subterrâneas da central	X			
	Alto Lindoso	Barragem	X			
		Obras subterrâneas da central	X			
	Touvedo	X	X	X		
Guilhofrei	X	X	X			
Andorinhas	X	X	X			
Douro	Miranda	Barragem	X			
		Obras subterrâneas das centrais	X			
	Picote	Barragem	X		X	
		Obras subterrâneas das centrais	X			
	Bemposta	Barragem	X	X		
		Obras subterrâneas das centrais	X	X		
	Pocinho	X				
	Valeira	X	X			
	Régua	X				
	Carrapatelo	X				
	Crestuma	X				
	Torrão	Barragem	X	X		
		Obras subterrâneas da central	X			
	Baixo Sabor	X			X	
	Feiticeiro	X	X		X	
Foz Tua					X	
Varosa	X			X		
Tejo-Mondego	Pracana	X				
	Cabril	X	X	X	X	
	Bouçã	X	X			
	Castelo do Bode	X	X			
	Aguieira	X				
	Raiva	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		
	Fratel	X				
	Belver	X	X			
	Póvoa	X				
	Poio	X	X			
Racheiro	X	X				

Está ainda prevista a realização de uma campanha de observação geodésica na barragem de Vilar, obra de enrocamento acompanhada pelo DG.

**Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2019 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	X		

**Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2019 no acompanhamento de obras em exploração pela Small Hydro (grupo EDP)**

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
Covas	X	X		
Penide	X			
Freigil	X			
Rebordelo	X	X		
Bouçoais-Sonim	X	X		
Covão do Ferro	X		X	

**Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2019 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	X		
Fagilde	X	X	X	
Funcho	X	X	X	(a)
Monte Novo	X	X	X	

(a) Observação e controlo da segurança das encostas

**Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2019 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	
Pedrógão	X	X	X	

**Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2019 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		
	Ferradosa	X	X		
	Olgas	X	X		
	Sordo				(ainda não definidas)
	Queimadela				(ainda não definidas)
Águas do Vale do Tejo	Penha Garcia	X		X	
	Corgas	X	X	X	

**Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2019 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	

As grandes barragens a cargo de associações de regantes (Bravura, de betão, e 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.

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 e instrumentação de obras

Está a decorrer, desde há alguns meses, o apoio à Iberdrola na construção e instrumentação das barragens de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, bem como às obras subterrâneas associadas. 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 boa implementação dos sistemas de observação das obras.

Refere-se ainda o apoio do NGA ao DE na monitorização com GNSS do viaduto de Salah Bey, em Constantine, na Argélia. Após dificuldades de vária ordem, não imputáveis ao LNEC, prevê-se que em 2019 seja colocado em funcionamento todo o sistema de monitorização com GNSS.

#### 4.3.4 Apoio na fase de primeiro enchimento das albufeiras

Está prevista para 2019 a conclusão do relatório de análise e interpretação do comportamento observado da barragem de Olgas durante o primeiro enchimento da albufeira e o primeiro período de exploração.

Estão em diferentes fases de elaboração os relatórios referentes ao acompanhamento realizado durante os primeiros enchimentos das albufeiras das barragens do Baixo Sabor, Feiticeiro, Ribeiradio, Ermida e Foz Tua, prevendo-se que alguns deles possam ficar concluídos em 2019.

#### 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, designadamente no apoio à HCB.

### 4.4 Estudos por contrato em Moçambique

O LNEC realizou durante alguns anos o acompanhamento das barragens da EDM (Moçambique), ao abrigo de contratos anuais, mas devido a dificuldades financeiras desta empresa estas atividades foram descontinuadas em 2016.

O LNEC contratou com a Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB), em 2016, a realização de quatro estudos sobre aspetos de segurança das obras do aproveitamento (Quadro 4.10). Estão concluídos a primeira fase do estudo A e os estudos B e D. O estudo C prolongar-se-á por mais alguns meses, fornecendo elementos para a segunda fase do estudo A, que será terminada em 2020. Assim, não haverá faturações destes estudos, no DBB, em 2019.

Quadro 4.10 – Estudos contratados ao LNEC pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB) em 2016

Estudo	Descrição	Departamento do LNEC	Montantes totais (euros)
A	Análise, interpretação e previsão do comportamento da barragem pelo método dos elementos finitos, considerando as estruturas salientes do descarregador de meio fundo e os fenómenos expansivos do betão	DBB	80.000 (1ª fase: 48.000; 2ª fase: 32.000)
B	Medição “in situ” de tensões no corpo da barragem, para comprovação das tensões de compressão no betão calculados nos estudos de 2008-2009, e medição “in situ” de tensões em armaduras das estruturas do descarregador de meio fundo	DBB	126.300
C	Ensaio laboratoriais sobre provetes a extrair do corpo da barragem, para avaliação da degradação do betão devida às reações álcalis-agregado e previsão do potencial remanescente de expansão do betão	DM	176.000
D	Modelação hidráulica para estudo da segurança e ajuste das regras de exploração do descarregador de meio fundo em situação de descarga	DHA	127.000

Existe a expectativa de se poder faturar e receber o montante remanescente relativamente à colaboração do LNEC, terminada em 2017, na elaboração do regulamento de segurança de barragens de Moçambique.

## 4.5 Outras atividades científicas e técnicas

### 4.5.1 Organização de eventos científicos e técnicos

#### 4.5.1.1 Organização de encontros

Em 2019 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, o IA Jorge Pereira Gomes e o IA Ivo Figueiredo pertencem à comissão organizadora do 3º encontro do *ICOLD European Club Working Group Dams and Earthquakes* (EWG 2019), que decorrerá no LNEC de 6 a 8 de maio de 2019, a realizar na sequência dos anteriores eventos de St. Malo (2017) e Roma (2018).

Haverá em 2019 um envolvimento significativo na organização na *XVI International Conference on Alkali Aggregate Reaction in Concrete*, que decorrerá no LNEC em junho de 2020, sendo o IP António Lopes Batista e o BPD Carlos Serra, respetivamente, presidente e membro da comissão organizadora.

A IA Eliane Portela estará envolvida na organização da *4th International Dam World Conference*, que decorrerá no LNEC em 2020.

#### 4.5.1.2 Organização e docência de cursos

Está prevista a participação de investigadores do DBB na organização e docência de cursos em 2019.

Se forem realizados em 2019, o DBB participará na organização e no corpo docente do curso de exploração e segurança de barragens (CESB), a promover pela APA, LNEC, IST e EDP, e contribuirá para a realização do curso de projeto, construção e exploração de pequenas barragens, a organizar pelo LNEC.

O NGA dará a colaboração anual no curso de formação de Oficiais em Hidrografia, do Instituto Hidrográfico.

### 4.5.2 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: o CMN 2019, a realizar em Guimarães; o EWG 2019 (já mencionado, a realizar no LNEC); o simpósio anual da ICOLD, em Ottawa (Canadá); o congresso mundial da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISMR), em Foz do Iguaçu (Brasil); o COMPDIN, em Creta; o CFRAC 2019, em Braunschweig (Alemanha); o FraMCoS-X, em França; a conferência GISTAM 2019, na Grécia; e a conferência ESA Living Planet, em Itália.

### 4.5.3 Participação em comités e grupos de trabalhos

O IP António Lopes Batista é, por inerência de funções, o representante do DBB na Comissão de Segurança de Barragens. Também integra a Comissão de Regulamentos de Barragens, que promoveu, nos últimos anos, a revisão da regulamentação portuguesa de segurança de barragens.

O IP José Muralha faz parte, desde dezembro de 2015, da equipa editorial da *News Journal* da ISRM.

O IP Luís Lamas é, desde outubro de 2018, coordenador do grupo WG1/TG3 (*Working Group 1, Task Group 3 - Rock Engineering*), 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.

O IA Ivo Figueiredo Dias assegura a ligação do DBB ao GAPI no que respeita à pesquisa e discussão de parcerias de investigação.

O BPD Juan Mata está a colaborar com o *technical committee on dam surveillance* (TCDS) da ICOLD.

O BPD Carlos Serra integra, desde 2018, o comité técnico da RILEM TC 254-CMS - *Thermal cracking of massive concrete structures*.

Deve referir-se, finalmente, que a maioria do pessoal da carreira de investigação do DBB integra painéis de revisão de artigos de diversas revistas científicas.

### 4.5.4 Participação em órgãos sociais de associações

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

A IP Maria João Henriques é, desde 2018, presidente da Comissão 6, *Engineering Surveys* da FIG (*Fédération Internationale des Géomètres*) para o triénio 2019-2022.

O IA Jorge Pereira Gomes é o tesoureiro da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET) no triénio 2018-2020.

O IA Ivo Figueiredo Dias é o tesoureiro da Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional (APMTAC) no triénio 2016-2018.

### 4.5.5 Apoio aos laboratórios de engenharia dos PALOP

Deve ainda mencionar-se, nos PALOP, o apoio diversificado que tem vindo a ser dado aos laboratórios de engenharia civil em diversos domínios da engenharia de barragens. Destaca-se, em particular, as ações junto do Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde (LEC) na formação de técnicos e na inspeção de barragens em construção e exploração.

#### 4.5.6 Outras atividades

O DBB tem ainda estado envolvido em trabalhos, contratados no Brasil e em Moçambique, relacionados com a elaboração e a implementação, respetivamente, da regulamentação de segurança de barragens.

### 4.6 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 o DHA, o DM, o DE e o DG 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 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, 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 Vigo e a Universidade de Nottingham.

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

## **5 | Previsão do desempenho do DBB em 2019**

### **5.1 Aspectos gerais**

O presente capítulo refere-se à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2019.

Em termos de indicadores de desempenho do DBB, espera-se que em 2019 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 integrados no P2I/LNEC 2013-2020, pela faturação dos estudos contratados e pelos proventos referentes aos projetos de investigação com financiamento externo.

### **5.2 Projetos de investigação e inovação**

Em anos anteriores foram produzidos no DBB, no âmbito da atividade de investigação, em termos médios: i) uma tese de doutoramento; ii) uma dezena de artigos em revistas; iii) dois capítulos de livros; e iv) duas dezenas de comunicações em congressos nacionais e internacionais. Prevê-se que em 2019 o número de documentos a elaborar seja da mesma ordem de grandeza.

### **5.3 Estudos por contrato**

Estão já definidos os montantes relativos ao acompanhamento do comportamento estático das obras em exploração pela EDP, GreenVouga e Small Hydro. Prevê-se o acompanhamento das barragens de betão a cargo da APA, EDIA, Águas de Portugal (Águas do Norte e Águas do Vale do Tejo) e Ribeira da Teja – Produção de Energia, em moldes idênticos aos concretizados em anos anteriores. No Quadro 5.1 apresentam-se as receitas previstas em 2019 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.

**Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2019 com o acompanhamento do comportamento estático 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	Estudos específicos	TOTAL
EDP	753.210	51.550	63.000	-	867.760
GreenVouga	44.700	-	-	-	44.700
Small Hydro	27.660	-	5.400	-	33.060
APA	59.150	-	19.800	-	78.950
EDIA	51.000	-	18.000	-	69.000
Águas do Norte	29.200	-	-	11.500 (2)	40.700
Águas do Vale Tejo	19.500	-	10.400	-	29.900
Ribeira da Teja	6.300	-	5.400	-	11.700
<b>TOTAL</b>	<b>990.720</b>	<b>51.550</b>	<b>122.000</b>	<b>11.500</b>	<b>1.175.770</b>

(1) Apenas em relação às barragens da empresa Águas de Lisboa e Vale do Tejo (Corgas e Penha Garcia)

(2) Conclusão do relatório do primeiro enchimento e primeiro período de exploração da barragem de Olgas (Águas do Norte)

Relativamente 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 da Bravura (Odeáxere), Caia, Odivelas e Roxo.

O acompanhamento do comportamento dinâmico das barragens do Cabril, Alto Ceira II, Baixo Sabor, Feiticeiro, Ribeiradio e Foz Tua, designadamente no que respeita aos sistemas de observação sísmica e de monitorização em contínuo, permitirá uma receita, em 2019, de cerca de 80.000 euros.

Em 2018 o NGA realizou trabalhos por contrato de monitorização de outras obras de engenharia, com um valor aproximado de 25.000 euros. Espera-se, em 2019, a revisão deste valor em alta, dado o aumento, em 2018, de solicitações de serviços envolvendo levantamentos com *drone*.

No Quadro 5.2 apresentam-se uma estimativa das receitas previstas em 2019 com os trabalhos em curso de apoio à construção e instrumentação das barragens e obras subterrâneas de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, da Iberdrola.

**Quadro 5.2 – Receitas previstas em 2019 com o apoio à construção e instrumentação das barragens e obras subterrâneas de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, da Iberdrola (em euros)**

Estudo	Montantes previstos para o DBB
Apoio continuado à construção e instrumentação das barragens	192.000
Projeto e instalação de 3 células de fluência na barragem de Daivões (trabalho a realizar em conjunto com o DM)	70.000
Ensaio laboratoriais de fluência do betão da barragem de Daivões (trabalho a realizar em conjunto com o DM)	4.000
Elaboração dos relatórios finais referentes ao acompanhamento das escavações das obras subterrâneas	15.000
<b>TOTAL</b>	<b>281.000</b>

A conclusão de estudos específicos, contratados em anos anteriores, permitirá a obtenção de outras receitas.

Na última década foram produzidos anualmente no DBB, no âmbito desta atividade, cerca de 30 relatórios e 60 notas técnicas relativos aos estudos contratados. Prevê-se que em 2019 o número de documentos a elaborar seja da mesma ordem de grandeza.

## 5.4 Execução financeira do DBB em 2019

### 5.4.1 Execução financeira do DBB entre 2011 e 2016

São conhecidos os elementos da execução financeira do LNEC até ao final de 2016. A atividade global do DBB pode ser caracterizada, entre 2011 e 2016, pelos valores (em euros) que constam da Figura 5.1, 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 cerca de 1/8 dos efetivos das 8 unidades departamentais do LNEC.

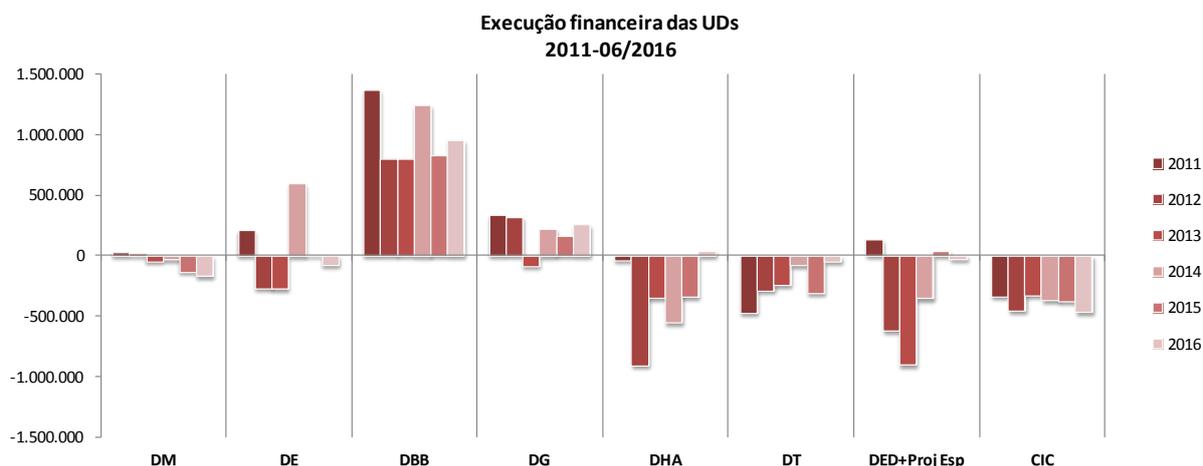


Figura 5.1 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2011 e 2016, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC)

Na execução financeira do DBB de 2016 foram consideradas despesas de 1.765.000 euros (pessoal do quadro – 1.452.000 euros; bolsheiros – 191.000 euros; outras despesas de pessoal – 7.000 euros; missões e deslocações – 105.000 euros; bens e serviços – 9.000 euros; equipamentos – 1.000 euros) e receitas diretas de 2.080.000 euros (projetos de investigação com financiamento externo – 12.000 euros; estudos por contrato – 2.046.000 euros; pareceres – 10.000 euros; peritagens – 6.000 euros; outras atividades – 6.000 euros), a que corresponde um saldo positivo de 315.000 euros. Considerando ainda a parcela atribuída ao DBB das receitas do orçamento do estado para o LNEC e dos encargos com os serviços administrativos, o referido diferencial ascendeu a 955.000 euros.

Os montantes da execução financeira de 2012, 2013 e 2015 foram praticamente idênticos, mas ligeiramente inferiores ao de 2016. Os anos de 2011 e 2014 foram excecionalmente positivos para o DBB, já que em 2011 foram concluídos muitos estudos de apoio ao projeto das novas barragens de betão e foi realizado o apoio à construção e instrumentação das barragens do Baixo Sabor, Feiticeiro,

Ribeiradio e Ermida, e em 2014 houve o apoio simultâneo à construção e instrumentação das barragens de Ribeiradio, Ermida e Foz Tua.

Deve ainda referir-se que entre 2015 e 2018 foi paga diretamente à empresa Teamset, pela EDP, uma parcela anual de 66.000 euros do acompanhamento das barragens em exploração por aquela empresa, destinada a cobrir os custos de pessoal da Teamset no âmbito do protocolo celebrado com o LNEC para a manutenção e desenvolvimento de sistemas automáticos para apoio às atividades de observação e controlo da segurança de barragens.

#### 5.4.2 Despesas e receitas previstas para 2019

Em 2019 haverá no DBB alterações que poderão influenciar as receitas e as despesas. Do lado da receita prevê-se um aumento por via do incremento da intervenção do LNEC no apoio à construção das barragens do Sistema Eletroprodutor do Tâmega e à cessação do apoio da TeamSet ao LNEC. Quanto às despesas, haverá aumentos devido a atualizações salariais, à passagem de um bolseiro de pós-doutoramento para investigador auxiliar e ao eventual impacto do programa PREVPAP, com a passagem de bolseiros para o regime de contratação em funções públicas.

Apesar das alterações referidas, as despesas do DBB em 2019 não deverão diferir muito das verificadas nos anos anteriores, estimando-se que sejam de cerca de 1,8 milhões de euros.

As receitas diretas previstas para 2019 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 e instrumentação das barragens de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, bem como a conclusão de alguns estudos específicos. As receitas externas por via do financiamento da investigação continuarão a ser, provavelmente, de pequena monta.

## **6 | Necessidades do DBB**

### **6.1 Aspetos gerais**

As necessidades do DBB estão relacionadas com os recursos humanos e com 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.

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

### **6.2 Recursos humanos**

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

Como referido, a idade média dos 35 trabalhadores do DBB com vínculo ao LNEC é de 54 anos. Trata-se de uma idade média muito elevada, pelo que se considera 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, que se coloca na carreira de investigação, em especial no setor da mecânica das rochas, assume também proporções muito relevantes na carreira técnica.

No setor de mecânica das rochas há apenas dois investigadores, ambos com idade próxima de 60 anos. A tese de doutoramento nesta área, em curso nos últimos anos, foi suspensa recentemente, podendo não voltar a ser retomada. Assim, considera-se urgente a admissão de um investigador ou bolseiro para esta área.

É também necessária a contratação urgente de um bolseiro de pós-doutoramento com valências na área da modelação e interpretação do comportamento observado de barragens de betão, para que, entre outras atividades a desenvolver, possa dar apoio aos estudos relacionados com a monitorização dinâmica (sistemas de observação sísmica e de monitorização em contínuo), para cumprimento das obrigações já assumidas com a EDP neste âmbito.

No que respeita à carreira técnica, existe uma expectativa positiva com o desfecho do processo administrativo em curso para os bolseiros, no âmbito do PREVPAP, relativamente à sua admissão em regime de contrato de funções públicas.

Consideram-se muito positivos para o DBB os dois concursos recentes para contratação de investigadores auxiliares para os lugares ocupados por bolseiros de pós-doutoramento.

## 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. Nesta perspetiva serão ainda considerados os casos correspondentes a necessidades que venham a surgir.

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 bolseiros e técnicos. Neste âmbito considera-se prioritária a formação de pessoal das carreiras de investigação e técnica em BIM (*Building Information Modelling*). Esta ferramenta tem já uma utilização generalizada em arquitetura e engenharia, sendo que apresenta muitas potencialidades em barragens. Assim, já em 2018 foi concretizada a frequência de uma ação de formação externa, prevendo-se que se sigam outras em 2019.

## 6.3 Instalações

Como referido, o DBB está instalado no edifício Calouste Gulbenkian, ocupando praticamente todo o bloco sul e uma parte do bloco norte, aquela que se localiza 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.

O edifício Calouste Gulbenkian tem cerca 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. Tal como vem acontecendo em anos anteriores, haverá que assegurar a continuidade das ações de manutenção, em particular das instalações sanitárias, e a renovação gradual do mobiliário antigo que já não é recuperável.

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

## 6.4 Equipamentos

Como se pode verificar nos quadros apresentados no Anexo I, muitos dos computadores do DBB são antigos e desatualizados. Muitos foram adquiridos antes de 2010 e houve aquisições pontuais entre 2013 e 2018, sendo que alguns desses equipamentos e *software* foram obtidos com financiamento externo de I&D. Assim, tem premência a substituição de computadores de mesa e portáteis que estão obsoletos. As necessidades do grande cálculo científico, em particular nos bolseiros de doutoramento, aconselham que sejam adquiridos computadores com maiores capacidades.

No que respeita aos equipamentos de geodesia (ver Anexo II), verifica-se também que são antigos, tendo já experimentado diversas avarias, alguns adquiridos nas décadas de 80 e 90 do século passado, com aquisições pontuais em 2005 e 2015 de equipamento GNSS. O equipamento GNSS referente a

2015 foi adquirido através de financiamento externo de I&D e instalado na barragem do Cabril, não estando disponível para o trabalho por contrato do NGA. Em 2017 foi adquirido um taqueómetro, de média precisão, para apoio dos levantamentos com *drone*, mas que não é adequado para a monitorização de infraestruturas. Assim, o LNEC está em clara desvantagem em relação às empresas e donos das obras cuja monitorização acompanha, que dispõem de equipamentos incomparavelmente mais modernos. O NGA necessita, nestas circunstâncias, de adquirir um taqueómetro de nova geração, que permita a aquisição integrada de medições de ângulos e distâncias, imagem e *laser scanning* (LS), que são já tecnologias correntes e de interesse para o LNEC. A funcionalidade de LS constitui uma fonte de informação eficiente (rápida e rigorosa) para *input* dos modelos BIM, de interesse para a engenharia civil, e permitirá reforçar a capacidade do NGA na aquisição deste tipo de informação.

## 7 | Considerações finais

A atividade do DBB em 2019 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 2019 prevê-se o início da avaliação dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020. A avaliação intercalar, realizada internamente no DBB em 2018, perspetiva a obtenção de resultados globalmente satisfatórios em todos eles.

No que respeita aos estudos por contrato, referem-se: i) o acompanhamento do comportamento e o apoio ao controlo da segurança de cerca de seis dezenas de barragens portuguesas de betão e alvenaria, bem como de algumas obras subterrâneas que lhes estão associadas; ii) o apoio à construção e instrumentação das obras integradas no Sistema Eletroprodutor do Tâmega, concessionado à Iberdrola, designadamente às barragens do Alto Tâmega, Daivões e Gouvães e aos circuitos hidráulicos e centrais associados a estas duas últimas barragens; iii) a execução de estudos específicos relacionados com os primeiros enchimentos das albufeiras das barragens do Feiticeiro, Ribeiradio, Ermida e Foz Tua, terminados nos últimos anos; e iv) a realização de estudos ligados à monitorização dinâmica em contínuo e à observação sísmica das barragens de Alqueva, Cabril, Baixo Sabor, Feiticeiro, Ribeiradio e Foz Tua.

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 2019 e anos seguintes, havendo que: i) concluir adequadamente o desenvolvimento dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020; ii) tentar a obtenção de mais financiamento externo para a atividade de investigação, designadamente nos concursos do H2020 e P2020, para melhorar a sustentabilidade do departamento; iii) garantir a qualidade do trabalho realizado, através da utilização dos desenvolvimentos da investigação e inovação na melhor realização dos estudos por contrato; e iv) rejuvenescer e adequar, com carácter de urgência, os recursos humanos com vínculo ao LNEC, já que os atuais têm uma idade média elevada (54 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, dezembro de 2018

VISTO

O Diretor do Departamento de Barragens de  
Betão

  
António Lopes Batista

AUTORIA

  
António Lopes Batista  
Investigador Principal

  
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

  
Ana Fonseca  
Investigadora Principal  
Chefe do Núcleo de Geodesia Aplicada

## Referências Bibliográficas

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

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

## Anexos

---



**ANEXO I**  
**Listas dos equipamentos informáticos do DBB**



**Quadro A-I.1– Lista dos computadores e outros equipamentos informáticos da Direção e da Secção de Expediente**

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)	Scanners (ano, número de inventário)
António Lopes Batista (1924)	INSYS (2018, NI 58096)	Philips 223S (2018, NI 58075)	-	-
Maria de São José Januário (1544)	SHINE com motherboard Asus PSE- VM SE (2009, NI 52056)	LG W1934S, TFT 19" (2009, NI 52059)	Multifunções a cores A3 Xerox 7720 / 3327609571 (*) (2014, NI 54719)	HP Scanjet N6310 (2011, NI 52697)
Lucília Marmeleira (2225)	City Desk OCEANUS P4 1.7 GHz (2002, NI 48245)	LG Flatron L1715S (2005, NI 49961)	-	-
Alexandrina Domingues (2374)	City Desk-Solby Pentium 4 (2003, NI 50942)	LCD DE 19" NEC, AS191 WM. (2010, NI 52468)	-	-
Isabel Barbosa (2435)	NEC power Mate M4L70 (2010, NI 52414)	LG W1934S, TFT 19" – Preto (2009, NI 52172)	-	-

(\*) Ao serviço de todo o departamento

**Quadro A-I.2 – Lista dos computadores e outros equipamentos informáticos do NMMR**

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)
Luís Lamas (1784)	i7 2600 3.46 GHz Ram: 6Gb Disco: 465Gb (2011, NI 52889)	LCD 24" (2014, NI não tem) LCD 24" (2018, NI não tem)	HP color laser jet 4650dtn (de rede) (2005, NI 49507)
José Vieira de Lemos (1753)	Intel i7 3.40 GHz Ram: 6GB Disco: 420GB (2011, NI 52921)	LED 22" (2018, NI 52926) LCD17" (2005, NI 49803)	HP Laser Jet 4050 (2001, NI 47048)
Romano Câmara (1754)	Intel core 2 Duo 2.34 GHz Ram: 2GB Disco: 300GB (2007, NI 50919)		
José Muralha (1910)	Intel Core 2 Quad 2.40 GHz Ram: 4GB Disco: 465GB (2009, NI 52062) Portátil i5 intel 2.3 GHz Ram: 4GB Disco: 450GB (2016, NI ?)	LCD 19" (2007, NI não tem) LCD 19" (2007, NI não tem)	
Jorge Pereira Gomes (2127)	i7 2.93GHz Ram: 6GB Disco: 615GB (2011, NI 52807) i7 6700 4 GHz Ram:16GB Disco:2TB (2016, NI ?) Portátil Intel core i5 Ram:16GB Disco: 500GB (2017, NI 55698)	LCD 19" (2009, NI 52048) LCD 19" (2007, NI 51105) LCD 21.5" (2011, NI 52804) LCD 24" (2017, NI 55908)	

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)
Sérgio Oliveira (2007)	I5, Ram:16GB Disco:500GB (2017, NI 5513) Portátil I7 2.30 GHz Ram: 16GB Disco: 500GB (2013, NI 53130)	LCD 22" (2017, NI 55747) LCD 19" (2007, NI 51139) LCD 17" (2005, NI 49961) LCD 17" (?, NI ?)	
Nuno Monteiro Azevedo (2468)	Intel i7 Ram: 6GB Disco: 465GB (2011, NI 52806) Portátil Intel i7 2.67 GHz Ram: 8GB Disco: 500GB (2011, NI 52832)	LCD 21.5" (2011, NI 52805)	
Ivo Figueiredo Dias (7715)	I7 6700 4 GHz Ram: 16GB Disco: 2TB (2016, NI ?)	LED 27" (2016, NI ?)	
Hélder Vitória (2302)	Intel core 2 Duo 3.00 GHz Ram:3.12GB Disco:300GB (2010, NI não tem)	LCD 19" (2010, NI não tem)	
Carlos Resende (2301)	Intel core 2 Duo 3.00 GHz Ram: 3.24GB Disco: 300GB (2010, NI 52467)	LCD 21.5" (2013, NI 54618)	
Jorge Gião Santos (2276)	Intel core 2 Duo 2.65 GHz Ram:4GB Disco:465GB (2007, NI 51150)	LCD 19" (2010, NI 52472)	
Margarida Espada (7814)	Intel core i7 4.2GHz Ram:16GB Disco:500GB e 1.81TB (2017, NI 55907)	LED 27" (2016, NI)	
Luís Dias (2105)	Intel core 2 duo 3.00 GHz Ram: 4GB Disco: 300GB (2010, NI 52480) Portátil I3 intel 2.46 GHz Ram: 8GB Disco: 300GB (2013, NI 54688)	LCD 19" (2010, NI 52479)	
André Cordeiro (7810)	Pentium 2 core 2.90 GHz Ram: 8GB Disco: 460GB (2013, NI 54580)	LCD 19" (2009, NI 2013)	

Quadro A-I.3 – Lista dos computadores e outros equipamentos informáticos do NO

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)
António José Pinto Tavares (1543)	PC Gateway "Standard" DT51, COM (2011, NI 52887)	LCD de 22" LG E2251S (2011, NI 52888)	-
António Luís Henriques Tavares de Castro (1940)	PC Lenovo M700 (2017, NI 55737) Portátil DELL Latitude E4300 (2009, NI 52296)	Lenovo Thinkvision T2224p (2017, NI 55749)	-
Carlos Luís de Oliveira Macedo Serra (7721)	PC Lenovo M700 (2017, NI 55710) PC Shine com motherboard ASUS PSE-VM SE (2009, NI 52051)	LG W1934S, TFT 19" (2009, NI 52049) Lenovo Thinkvision T2224p (2017, NI 55761)	-
David Manuel Gonçalves Pereira (10126)	PC INSYS (2018, NI 56098)	Philips 223S5L (2018, NI 56064) LG W1934S, TFT 19" (2009, NI 52053)	-
Eliane Teixeira Alves Portela (2316)	PC avançado HP (2015, NI 55520) Portátil DELL Latitude E4300 (2009, NI 52292)	ASUS TFT 24" (2010, NI 52365) HP LCD 22" (2015, NI 55511) LCD NEC 19" AS191 WM (2010, NI 52471)	-
Eloísa Castilho Santos (10125)	PC HP Intel Pentium (2015, NI 55520)	HP ProDisplay P222 22" (2015, NI 55511)	-
Fernando Arcanjo Marques (1903)	PC Shine INTEL (2005, NI 49853)	MLCD NEC 19" AS191 WM (2010, NI 52470)	-
Francisco José Candeias Morginho (2278)	PC SHINE com motherboard ASUS PSE-VM SE (2009, NI 52121)	LG W1934S TFT 19" (2009, NI 52128)	-
Francisco Miguel Bento Borralho (10664)	PC INTEL CORE 2 DUO E (2007, NI 51151)	LG W1934S TFT 19" (2009, NI 52050)	-
Hernâni Manuel Batista de Brum (2416)	PC avançado HP (2015, NI 55403)	HP LCD 22" (2015, NI 55423)	Plotter HP DESIGNJET 500 (2004, NI 49071)
Hugo Miguel Barros Pernetá (5824)	PC Shine com motherboard ASUS PSE-VM SE (2009, NI 52052)	LG LCD 22" E2251S (2011, NI 52970)	-
João Ricardo Marques Conde da Silva (10528)	PC avançado HP (2015, NI 55519)	HP LCD 22" (2015, NI 55510)	-
José Carlos Piteira Gomes (2489)	Workstation DUAL XEON QUAD (2008, NI 51262) Portátil HP "ProBook", 6560b (2012, NI 53108) Portátil HP PAVILION dv6590ep (2007, NI 50991)	Philips TFT 19" (2008, NI 51263)	-
Juan Tomé Caires da Mata (7696)	PC Gateway avançado DT70 (2011, NI 52920)	LG LCD 22" LG E2251S (2011, NI 52925)	-
Maria Luísa Mendes de Vasconcelos Braga Farinha (2177)	PC avançado HP (2015, NI 55395) Portátil ACER TM 5720 (2008, NI 51301)	HP LCD 22" (2015, NI 55426) NEC LCD 19" AS191 WM (2010, NI 52469)	-

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)
Ricardo Jorge Martinho Oliveira (2170)	CP HP Compaq (2013, NI 54588) Portátil HP Standard IDS 15.6 i5-480 (2011, NI 52825)	HP Prodisplay P221 21.5" LED (2013, NI 54624)	-
Tiago Amadeu Matos Henrique (7829)	HP Compaq (2013, NI 54579)	HP Prodisplay P221 21.5" LED (2013, NI 54617)	-

**Quadro A-I.4 – Lista dos computadores e outros equipamentos informáticos do NGA**

Nome e número de funcionário	Computadores (ano, número de inventário)	Monitores (ano, número de inventário)	Impressoras (ano, número de inventário)	Discos Externos
Maria João Henriques (1925)	Portátil Toshiba TECRA A11-110 (2010, NI 52608)	-	-	-
Ana Fonseca (1939)	HP ProBook 6570b 8GB (2013, NI 54682)	DELL/BLE248WFP NI 51308	HPDeskjet 5550 (2003, NI 48596)	1 disco externo de 1,5 TB (2015)
José Nuno Lima (6345)	NEC Mod ML470 (2010, NI 52474)	NEC 19" Mod AS191 (2010, NI 52477)	-	-
Dora Roque (7808)	DELL Precision 380 (2006, NI 50329) Portátil HP 6570b (2013, NI 54683)	Philips 22" Mod 202P (2006, NI 50330)	-	1 disco externo de 2 TB (2016) 1 disco externo de 2 TB (2018)
Henrique Candeias (2360)	PC Shine – Asus (2009, NI 52057)	LG W1934S 19" (2009, NI 52060)	HP Laserjet 1100 (2000, NI 46490)	-
Nádia Braz (7790)	PC NEC MOD Power Mate ML470 (2010, NI 52473)	LCD 19" NEC MOD AS19 (2010, NI 52476)	-	-
José Alberto Santos (2066)	PC Shine – Asus (2009, NI 52055)	LG W1934S 19" (2009, NI 52058)	-	-
Aires Moita (2201)	NEC Power Mate ML470 (2010, NI 52475)	NEC LCD 19" Md AS191 (2010, NI 52478)	-	-
Inácio Gonçalves (1858)	Portátil Toshiba TECRA S10 (2009, NI 51996)	LG Mod Flatron L1715S 17" (2005, NI 49800)	-	-
Hugo Silva (2307)	HP Compaq 6300 MT (2013, NI 54587)	HP Pro Display P221 (2013, NI 54623)	-	1 disco externo de 1,5 TB (2015)
LabImagem 1	NEC W11520 SATA (2009, NI 51481)	NEC 19" LCD (2009, NI 51480)	-	-
LabImagem 2	DELL PRECISION T7400 (2008, NI 51307)	LG TFT 22" (2012, NI 53033)	-	-
LabImagem 3	Portátil DELL PRECISION M2400 (2009, NI 51847)	-	-	-

**ANEXO II**  
**Listas de outros equipamentos do DBB**



**Quadro A-II.1 – Lista de equipamentos fixos de ensaio do NO**

Local	Equipamentos (ano, número de inventário)
Laboratório SL00	Sistemas de aplicação de carga (ensaio de fluência) (1988, NI 27141, 27136, 27135, 27139, 27137, 27138, 27140)

**Quadro A-II.2 – Lista de equipamentos portáteis de ensaio do NO**

Equipamentos (ano, número de inventário)	Observações
Sonda de nível e de temperatura com 80m (2002, NI 48130)	
Manómetro digital de pressão (1998, NI 40163)	Para abater
Terminal de recolha de dados (2002, NI 48024)	Para abater
Medidor de pH, modelo PH/320/SET 1, ref. 1007 (1995, NI 35550)	Para abater
Sonda para media o nível de água (2007, NI 50896)	
Obturador duplo GEOPRO (2005, NI 49395)	
Osciloscópio digital YOKOGAWA, modelo DL (2006, NI 50492)	
Telómetro laser DEXTER (2015, NI 55502)	
Unidade de leitura digital para medidores (1998, NI 39667)	
Unidade de leitura de sensores de corda vibrante (1994, NI 34007)	
Unidade digital de leitura RST/CARLSON (2001, NI 47305)	
Medidor de pH WTW PH330/SET (1999, NI 45625)	Para abater
Medidor de pH e de condutividade elétrica HANNA (2018, NI 56006)	

**Quadro A-II.3 – Lista dos equipamentos de observação geodésica do NGA**

Equipamentos	Designação	Data de aquisição	Estado	Observações
Taquéómetros	T2002	1996	Avariado	Só para medição de distâncias com o distanciómetro DI2002 acoplado
	TCA 2003	2001	Operacional	Taqueómetro motorizado, com história de avarias e reparações
	TC 2003	2008	Operacional	Tem distanciómetro interno; não motorizado
	Estação total NIKON NPL – 322	2017	Operacional	
Níveis	NA2	1983	Operacional	
	NA 3000/400 Cod. barras	1994	Operacional	
Miras	Invar WILD 92 cm	1968	Operacional	
	Invar 30 cm (2)	1983	Operacional	
	Invar WILD 1,82 cm	1980	Operacional	
	Invar WILD 1,82 cm	1980	Avariada	Colada na base
	Invar WILD 3 m (2)	2001	Operacional	
	GPPE2N 2 m (2)	2001	Operacional	
	Cód. barras (2 m)	1994	Operacional	
	GEB89 3 m (2), Cód. Barras	2001	Operacional	

**Quadro A-II.4 – Lista dos equipamentos e aplicações informáticas GNSS do NGA**

Designação	Data de aquisição	Estado	Observações
Antenas GNSS Topcon Choke Ring (2)	2005	Operacional	Antigos e já descontinuados
Recetores Topcon GPS/GB-1000 (2)			
Antena Topcon PG-A1 GPS L1-L2	2007	Operacional	Funciona com um dos recetores GB-1000 da Topcon
2 recetores Leica GNSS GMX902	2015	Operacional	Instalado na barragem do Cabril
2 antenas Leica GNSS AS10			
Software Pinnacle Topcon	2005	Operacional	Já antigo e descontinuado
Software Bernese	2008	Operacional	Versão antiga, 5.0, e substituída pela 5.2 que o LNEC não tem
Software Spider da Leica	2015	Operacional	Instalado na barragem do Cabril

O NGA dispõe ainda de: i) duas máquinas fotográficas, uma Canon EOS 600D, para apoio à observação geodésica, e uma Nikon D200 com acessórios (tripé e lentes,) utilizada na inspeção assistida de obras de engenharia; e ii) um *drone* VANT – DJI – Inspire I V2 e acessórios, adquirido em 2017, para utilização na inspeção assistida de obras de engenharia e levantamentos aéreos de parcelas do território.

Foi instalada no campus do LNEC uma infraestrutura experimental de refletores de frequências de RADAR de satélites do Programa Copernicus da Agência Espacial Europeia, no âmbito de projetos do P2I/LNEC.



