



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CONFIDENCIAL

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2020

Lisboa • fevereiro de 2020

OAC&T BARRAGENS DE BETÃO

RELATÓRIO 45/2020 – **DBB/Chefia**

Título

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2020

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

www.lnec.pt

Relatório 45/2020

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

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2020

Resumo

Apresenta-se o plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) para 2020, considerando as componentes principais de investigação programada e de estudos por contrato. Em primeiro lugar refere-se, genericamente, a concretização do plano de atividades do ano anterior. Depois caracteriza-se a unidade departamental em termos de recursos e enquadram-se as atividades no contexto dos objetivos do LNEC. Faz-se ainda referência à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2020, 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 2020

Abstract

The plan of activities of the Concrete Dams Department (DBB) for 2020 is presented, considering the main components of programmed research and contract studies. Firstly, it is described, generally, the implementation of the previous year's activities plan. Later, the departmental unit is characterized in terms of resources 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 2020, 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
1.4	Concretização do plano de atividades de 2019.....	5
2	Caracterização do DBB.....	7
2.1	Organização funcional	7
2.2	Recursos humanos	7
2.3	Instalações e equipamentos	11
3	Enquadramento e objetivos do DBB.....	12
3.1	Enquadramento da atividade	12
3.2	Objetivos estratégicos e operacionais	12
3.2.1	Aspetos gerais	12
3.2.2	Investigação, desenvolvimento e inovação	14
3.2.3	Estudos por contrato.....	15
3.2.4	Outras atividades científicas e técnicas.....	16
3.3	Caracterização do ambiente externo	16
3.3.1	Atividades de investigação	16
3.3.2	Estudos e pareceres	16
4	Atividades previstas para 2020	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	20
4.2.3	Outros projetos	23
4.3	Estudos por contrato em Portugal	23
4.3.1	Aspetos gerais	23
4.3.2	Acompanhamento do comportamento de obras	24
4.3.3	Apoio à construção, reabilitação e instrumentação de obras.....	27
4.3.4	Apoio na fase de primeiro enchimento	28
4.3.5	Pareceres e outros estudos	28
4.4	Estudos por contrato em Moçambique	28
4.5	Estudos por contrato no Brasil.....	29
4.6	Outras atividades científicas e técnicas.....	29
4.6.1	Organização de eventos científicos e técnicos	29
4.6.2	Participação em eventos científicos e técnicos	30
4.6.3	Participação em comités e grupos de trabalhos.....	31
4.6.4	Participação em órgãos sociais de associações	32
4.6.5	Apoio aos laboratórios de engenharia dos PALOP	32
4.7	Interações internas e externas.....	33
5	Previsão do desempenho do DBB em 2020.....	34
5.1	Aspetos gerais	34
5.2	Projetos de investigação e inovação	34
5.3	Estudos por contrato.....	34
5.4	Execução financeira do DBB em 2020	36

5.4.1	Execução financeira do DBB entre 2011 e 2016.....	36
5.4.2	Despesas e receitas previstas para 2020.....	37
6	Necessidades do DBB	39
6.1	Aspetos gerais	39
6.2	Recursos humanos	39
6.2.1	Renovação e rejuvenescimento	39
6.2.2	Formação.....	40
6.3	Instalações.....	40
6.4	Equipamentos	40
7	Considerações finais.....	42
	Referências Bibliográficas	44

Índice de figuras

Figura 5.1 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2011 e 2019, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC)	37
---	----

Índice de quadros

Quadro 2.1 – Lista de trabalhadores do DBB colocados na Direção e Secção de Expediente (Setor 401)	8
Quadro 2.2 – Lista de trabalhadores e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (Setor 402)	8
Quadro 2.3 – Lista de trabalhadores e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Observação (Setor 403)	9
Quadro 2.4 – Lista de trabalhadores e bolsеiros do DBB colocados no Núcleo de Geodesia Aplicada (Setor 404)	9
Quadro 2.5 – Resumos dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB.....	10
Quadro 3.1 – Documentos que constituem o quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens.....	17
Quadro 3.2 – Características gerais das barragens integradas nos novos empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB	18
Quadro 3.3 – Características gerais das recentes obras subterrâneas integradas em empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB	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	22
Quadro 4.3 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP	25
Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP).....	26
Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela Small Hydro e pela Pebble Hydro (grupo Águia-Enlica)	26
Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).....	26
Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA	26
Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pelas empresas do grupo Águas de Portugal	27
Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela empresa Ribeira da Teja Produção de Energia.....	27
Quadro 4.10 – Estudos contratados ao LNEC pela Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB) em 2016.....	29
Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2020 com o acompanhamento do comportamento para ações estáticas de barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas, na fase de exploração (em euros)	35
Quadro 5.2 – Receitas previstas em 2020 com o apoio à construção e instrumentação das barragens e obras subterrâneas de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, da Iberdrola (em euros)	36

1 | Considerações iniciais

1.1 Aspectos gerais

O plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para 2020 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.

A organização deste plano é genericamente semelhante à do plano anual anterior (LNEC; 2018), havendo apenas duas modificações a assinalar: i) neste primeiro capítulo faz-se uma referência à concretização do plano de atividades de 2019; e ii) para evitar repetições consideradas desnecessárias, serão agora omitidos os aspetos relacionados com as instalações que o DBB ocupa no campus do LNEC e as listas dos equipamentos em utilização corrente no departamento.

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 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 (Despacho n.º 6376/2013, publicado no Diário da República, 2.ª Série, n.º 94, de 16 de maio de 2013), compete ao DBB contribuir para o cumprimento da missão e atribuições do LNEC, fundamentalmente nas seguintes áreas: *i) barragens de betão e de alvenaria e suas fundações; e ii) órgãos de segurança e exploração de barragens, incluindo as respetivas obras subterrâneas em maciços rochosos.* Deve ainda referir-se a 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 e os recursos humanos disponíveis para a concretização das atividades que enformam o contributo e a ação do DBB como unidade operativa do LNEC.

1.2 Enquadramento geral da atividade

Em 2020 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 é realizada, em boa parte, para dar cumprimento às atribuições que são conferidas ao LNEC pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB; 2018), mas 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, sofrerão alterações significativas em 2020. Estas alterações estão associadas: i) à previsível conclusão do processo administrativo, no âmbito do Programa de Regularização Extraordinária dos Vínculos Precários na Administração Pública (PREVPAP), para regularizar o vínculo laboral de bolseiros de investigação com o Estado; ii) à alteração do estatuto do bolseiro de investigação, definido pelo Decreto-Lei nº 123/2019, de 28 de agosto, que obriga ao ajuste, em conformidade, do regulamento de bolsas de investigação do LNEC; e iii) ao surgimento de novos concessionários de aproveitamentos hidroelétricos, fruto da venda de alguns ativos por parte do atual maior concessionário, a Eletricidade de Portugal (EDP).

Em 2020 prevê-se a conclusão dos projetos de investigação integrados no Plano de Investigação e Inovação do LNEC para 2013-2020 (P2I/LNEC 2013-2020), bem como a execução de um número significativo de estudos por contrato, muitos deles na sequência dos realizados em anos anteriores. Será feita a avaliação dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020 e será iniciada a preparação dos projetos que integrarão o novo ciclo previsto, designado por P2I/LNEC 2021-2027. Poderão ser iniciados outros projetos e estudos, sendo dada uma especial atenção a novas oportunidades de trabalho, designadamente através de candidaturas a projetos de investigação com financiamento externo, isoladamente ou em parceria com outras entidades, e 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 2020, como referido: i) a avaliação dos projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020, que terá uma componente interna no departamento, através da elaboração de relatórios finais de todos os projetos, e uma componente no âmbito global do LNEC, através da Comissão de Acompanhamento do P2I/LNEC 2013-2020; e ii) o início das tarefas relativas à definição dos projetos de investigação a integrar no P2I/LNEC 2021-2027. Procurar-se-á concorrer a fontes de financiamento público à investigação que se apresentarem a

concurso no próximo ano, designadamente as promovidas pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (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 Horizonte Europa e PT 2030.

Prevê-se, a nível nacional, o prosseguimento dos investimentos previstos em empreendimentos para a produção de energia hidroelétrica, designadamente em barragens e em 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.

No âmbito das outras atividades científicas e técnicas, terá especial relevância em 2020 a colaboração de investigadores do DBB na organização de conferências nacionais e internacionais no LNEC, em cursos especializados, bem como em comissões técnicas do CEN e do IPQ (nomeadamente referentes à revisão do Eurocódigo 7), bem como de sociedades científicas internacionais e nacionais.

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

No capítulo 3 apresentam-se, em maior detalhe, o enquadramento e os objetivos do DBB. No capítulo 4 detalham-se as atividades previstas do DBB em 2020.

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 investigação 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, designadamente a obtenção de graus académicos.

Os técnicos superiores e os bolsеiros da área de experimentação (cuja situação laboral está abrangida pelo PREVPAP) 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 realização de estudos por contrato.

Os estudos por contrato, que geram praticamente toda a receita externa do departamento, continuarão a merecer a atenção devida. A sua execução requer, para além de meios humanos qualificados, a utilização de diversos equipamentos de ensaio, informáticos e outros. No que respeita aos equipamentos de ensaio, a utilizar em laboratório e no campo, continuará a ser assegurada uma adequada manutenção e calibração, para poderem estar permanentemente em boas condições de funcionamento e utilização. Procurar-se-á substituir equipamentos informáticos antigos e outros que estejam obsoletos, designadamente através dos programas de reapetrechamento do LNEC e das oportunidades proporcionadas pelos projetos de investigação com financiamento externo. No entanto, afigura-se difícil a substituição de equipamentos pesados e dispendiosos da Unidade de Mecânica das Rochas, que se encontram inoperacionais e são essenciais para a atividade laboratorial.

No capítulo 5 apresentam-se previsões dos desempenhos operacional e financeiro do DBB em 2020, considerando, respetivamente, os indicadores estabelecidos pelo LNEC e os valores previstos dos encargos com o pessoal e outros, bem como as receitas estimadas. No capítulo 6 apresentam-se as necessidades do DBB face aos desafios do cumprimento dos seus objetivos.

1.4 Concretização do plano de atividades de 2019

O plano de atividades do DBB para 2019 foi globalmente concretizado. Acresce que durante 2019 foram realizados trabalhos que tinham sido adiados em anos anteriores, por razões não imputáveis ao LNEC, tendo também surgido outras solicitações a que foi necessário dar resposta. No que respeita a atividades que transitaram de anos anteriores, destacam-se as inspeções de barragens em Cabo Verde, no âmbito do apoio dado à Agência Nacional de Água e Saneamento (ANAS) de Cabo Verde, e a retoma da interação com a empresa Itaipu Binacional (Brasil e Paraguai). Quando a novos trabalhos, referem-se: i) a apreciação do estudo de avaliação dos modos potenciais de falha da barragem de Cahora Bassa (Moçambique), realizada para a Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB); ii) a inspeção de barragens em Moçambique afetadas pelos efeitos do ciclone Idai; iii) o apoio diversificado à empresa Águas do Norte (AdN) na instalação de comportas no descarregador de cheias da barragem de Pretarouca; e iv) o apoio que tem vindo a ser dado à Iberdrola e à Agência Portuguesa do Ambiente (APA) na sequência do deslizamento ocorrido na encosta da margem direita durante as escavações da central de pé de jusante da barragem do Alto Tâmega. Os dois últimos trabalhos prolongar-se-ão em 2020.

No que se refere às atividades de investigação, prosseguiram, a um ritmo normal, as tarefas previstas no desenvolvimento dos doze projetos sem financiamento externo e dos projetos financiados (FCT, H2020 ou PT2020). Para além da elaboração de diversos relatórios de investigação, numerosas comunicações a congressos e artigos em revistas nacionais e internacionais, foram concluídas uma tese de doutoramento e duas teses de mestrado. Os relatórios finais dos projetos de investigação, a emitir em 2020, farão uma síntese dos desenvolvimentos conseguidos e dos resultados obtidos em cada um deles.

Os estudos por contrato foram realizados de acordo com o previsto, tendo mobilizado muitas das sinergias do DBB, designadamente no que respeita: i) ao acompanhamento continuado do comportamento de barragens e obras em maciços rochosos, através da gestão da informação de segurança e sua análise, bem como a realização de campanhas de observação, inspeções e ensaios; ii) ao acompanhamento da construção e instrumentação das obras integradas no Sistema Eletroprodutor do Tâmega; e iii) ao prosseguimento dos estudos de segurança da barragem de Cahora Bassa. Para os principais clientes do LNEC, designadamente para as empresas do grupo EDP e para a Hidroelétrica de Cahora Bassa, foram emitidos relatórios das atividades desenvolvidas, que atestaram o cumprimento dos planos que as enquadraram.

No âmbito das outras atividades científicas e técnicas concretizou-se a participação de investigadores do LNEC em cursos especializados e em comissões técnicas.

O desempenho financeiro do DBB em 2019, designadamente as receitas e as despesas, inseriram-se nos intervalos de previsão definidos.

2 | Caracterização do DBB

2.1 Organização funcional

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

O DBB tem ainda duas unidades operativas, estando adstrita ao NMMR a Unidade de Mecânica das Rochas (UMR) e dependente do NGA o Laboratório de Processamento Digital de Imagens (LabImagem). A UMR, dotada de capacidades experimentais para a realização de ensaios em provetes rochosos, tem vindo a realizar ensaios para estudos de fundações de barragens, 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 43 trabalhadores, que representam cerca de 1/8 dos efetivos das 8 unidades departamentais do LNEC.

A distribuição de trabalhadores e bolsiros pelos diferentes setores do DBB, no início de 2020, 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 2019 (anos)	Número de funcionário
António Lopes Batista (1)	Investigador principal	59	1924
Maria de São José Costa Januário	Coordenador técnico	67	1544
Alexandrina Domingues	Assistente técnico	57	2374
Isabel Barbosa	Assistente técnico	47	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 2019 (anos)	Número de funcionário
José Vieira de Lemos	Investigador coordenador	63	1753
Romano Jorge Calhau Câmara	Investigador coordenador	63	1754
Luís Nolasco Lamas (1)	Investigador principal	62	1784
José Delgado Muralha	Investigador principal	60	1910
Sérgio Martins Oliveira	Investigador auxiliar	56	2007
Jorge Pereira Gomes	Investigador auxiliar	54	2127
Nuno Monteiro Azevedo	Investigador auxiliar	45	2468
Ivo Figueiredo Dias	Investigador auxiliar	38	7715
Renato Miguel Rodrigues Pereira	Bolsheiro pós-doutoramento (2)	31	10238
Luís Fernandes Dias	Técnico superior	52	2105
Jorge Gião Santos	Técnico superior	47	2276
Carlos Fonseca Resende	Técnico superior	45	2301
Hélder Santos Vitória	Técnico superior	50	2302
André Gonçalo Garcêz Cordeiro	Assistente técnico	30	7810

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

(2) Financiamento da FCT (projeto DAM_AGE) até ao final de março de 2020 e financiamento do LNEC até final de outubro de 2020

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

Nome	Categoria	Idade no final de 2019 (anos)	Número de funcionário
António Tavares de Castro (1)	Investigador principal	59	1940
Maria Luísa Braga Farinha	Investigadora auxiliar	51	2177
Eliane Teixeira Alves Portela	Investigadora auxiliar	64	2316
José Piteira Gomes	Investigador auxiliar	63	2489
Juan Tomé Caires Mata	Investigador auxiliar	41	7696
Carlos Oliveira Macedo Serra	Bolsеiro pós-doutoramento	36	7721
João Ricardo Conde da Silva	Bolsеiro de iniciação à investigação científica (2)	39	10528
António José Pinto Tavares	Técnico superior	64	1543
Ricardo Jorge Martinho Oliveira	Técnico superior	47	2170
Hernâni Manuel Batista Brum	Técnico superior	54	2416
Francisco Bento Borralho	Técnico superior	30	10664
Hugo Barros Pernetа	Bolsеiro de experimentação	39	5824
Tiago Matos Henrique	Bolsеiro técnico de investigação	36	7829
David Gonçalves Pereira	Bolsеiro técnico de investigação	33	10126
Fernando Arcanjo Marques	Assistente técnico	59	1903
Francisco José Candeias Morganho	Assistente operacional	56	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 2019 (anos)	Número de funcionário
Ana Maria Duarte Fonseca (1)	Investigadora principal	64	1939
Maria João Barros Henriques	Investigadora principal	59	1925
José Nuno Pedrosa Lima	Investigador auxiliar	58	6345
Dora Luz Roque	Bolsеira de doutoramento	33	7808
Henrique Anjos Candeias	Técnico superior	58	2360
Nádia Saraiva Braz	Bolsеira técnica de investigação	34	7790
José Alberto Fernandes dos Santos	Assistente técnico	49	2066
Aires Fernandes Moita	Assistente técnico	56	2201
Hugo Teixeira da Silva	Assistente técnico	45	2307
Inácio Maia Gonçalves	Assistente operacional	63	1858

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

No Quadro 2.5 apresenta-se um resumo da distribuição dos recursos humanos nos diferentes setores do DBB, continuando a indicar-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	4	1	9
	Bolseiro pós-doutoramento		1	1		2
	Bolseiro de doutoramento				1	1
	Bolseiro de iniciação à investigação científica			1		1
Técnica	Técnico superior		4	4	1	9
	Assistente técnico		1	1	3	5
	Assistente operacional			1	1	2
	Bolseiro técnico de investigação			2	1	3
	Bolseiro de experimentação			1		1
Administrativa	Coordenador técnico	1				1
	Assistente técnico	2				2
Total		4	14	16	10	44

Comparando os cinco quadros anteriores com os quadros correspondentes do plano de atividades para 2019, verifica-se que durante esse ano: i) saiu do DBB a assistente técnica Lucília Marmeleira, da Secção de Expediente, tendo sido transferida para o Departamento de Materiais (DM); ii) saíram do DBB e do LNEC a bolseira de doutoramento Margarida Espada, do NMMR, a bolseira de iniciação à investigação científica Eloísa Castilho Santos, do NO, e a bolseira de projeto com mestrado Niranjani Rengasamy Gnanasekaran, do NGA; iii) saiu do DBB e do LNEC o bolseiro de iniciação à experimentação (BIE) André Cordeiro, do NMMR, mas entretanto regressou como assistente técnico, após concurso realizado no âmbito do PREVPAP; iv) após concurso, o assistente operacional Hugo Silva passou para assistente técnico, mantendo-se no NGA; v) o bolseiro de pós-doutoramento (BPD) Juan Mata passou para investigador auxiliar, mantendo-se no NO; e vi) o bolseiro de doutoramento com acolhimento (BDA) Renato Pereira terminou em julho de 2019 o doutoramento, tendo iniciado em setembro de 2019 uma bolsa de pós-doutoramento no NMMR, que será financiada pela FCT até ao final de março (no âmbito do projeto DAM_AGE) e pelo próprio LNEC até ao final de outubro de 2020.

Assim, no início de 2020 existem no DBB, com contrato de funções públicas, os seguintes trabalhadores: 17 da carreira de investigação, 16 da carreira técnica e 3 da carreira administrativa (todas colocadas na Secção de Expediente). Existem ainda 4 bolseiros de investigação e 4 bolseiros técnicos, pelo que cerca de 1/5 do pessoal tem ainda uma ligação ao LNEC através de bolsas.

A idade média dos 36 trabalhadores com vínculo ao LNEC é de 54 anos. A idade média dos investigadores é de 56 anos, sendo de 63 anos para os investigadores coordenadores, de 61 anos para os investigadores principais e de 52 anos para os investigadores auxiliares.

Como referido, está em fase de conclusão o processo administrativo dos bolseiros, no âmbito do PREVPAP, para regularizar o seu vínculo laboral com o Estado.

Deve referir-se que, devido a problemas persistentes de saúde, o investigador Romano Câmara (NMMR) e o assistente operacional Francisco Morganho (NO) têm tido baixas médicas prolongadas, receando-se que tal possa vir também a acontecer em 2020.

No início de 2020 pediu a aposentação o assistente operacional Inácio Gonçalves, do NGA, a qual deve concretizar-se durante o ano.

Menciona-se o acolhimento no NMMR do bolsheiro de doutoramento André Alegre e do estagiário de doutoramento Miguel Rodrigues, ambos do Instituto Superior Técnico (IST) e com orientação do investigador Sérgio Oliveira. O bolsheiro de doutoramento Gustavo Filipe Medeiros da Câmara, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), tem co-orientação do investigador Nuno Azevedo e tem tido períodos prolongados de permanência no NMMR.

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 bolsheiros do DBB são docentes como professores convidados em instituições de ensino superior (universidades e institutos politécnicos), o que tem facilitado algumas interações com estas escolas ao nível da participação conjunta em projetos de investigação e na orientação de teses de mestrado e de doutoramento.

2.3 Instalações e equipamentos

As instalações do DBB no “campus” do LNEC não sofreram alterações relativamente ao ano anterior. Merece referência, contudo, que a generalidade das instalações ocupadas já são antigas, estando algumas delas degradadas (referem-se, a título de exemplo, as instalações sanitárias e os elevadores monta-cargas), pelo que as intervenções de reabilitação e melhoramento planeadas globalmente pelo LNEC deverão contemplar também o DBB a curto prazo.

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

Alguns equipamentos laboratoriais do NMMR estão obsoletos, sendo de referir que a prensa rígida de 4500 kN, com que se realiza a grande maioria dos ensaios laboratoriais, se encontra avariada e desativada, o que traz importantes constrangimentos ao funcionamento da UMR. Trata-se de um equipamento cuja substituição requer um investimento muito elevado.

O NGA dispõe somente de um taqueómetro operacional, que já sofreu várias reparações. A existência de um único taqueómetro a funcional limita a ação do NGA, pois só pode constituir uma única equipa de observação geodésica, o que poderá levar à recusa da execução de trabalhos numa altura em que se prevê um aumento das solicitações externas.

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 (LNEC; 2014), sendo desenvolvida através de projetos de investigação em curso, 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 Aspectos 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 2020, 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 e seguimento no P2I/LNEC 2021-2027; 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, nomeadamente nas áreas científicas de Barragens, Mecânica das Rochas e Engenharia Geográfica;
- 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.

Para a concretização dos objetivos estratégicos e operacionais, o DBB desenvolve a sua atividade colaborando com o sistema de Ciência Tecnologia (C&T) na orientação de doutoramentos e de mestrados, contribuindo com uma componente de investigação aplicada que decorre dos estudos por contrato em que está envolvido, participa em projetos de I&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 (LNEC; 2014). 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, de que se destacam as universidades e outros organismos de investigação.

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, Brasil, Angola, Moçambique, Guiné-Bissau, Cabo Verde, São Tomé e Príncipe, Timor e Macau.

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

3.2.3 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 2007, 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), as empresas do grupo Agua-Enlica (Small Hydro e Pebble Hydro) e a GreenVouga.

Nos PALOP refere-se:

- o apoio à Hidroeléctrica 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) e à ANAS 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 setenta 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 obras.

3.2.4 Outras atividades científicas e técnicas

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

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

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. No tema do Horizonte Europa “Segurança Civil para a Sociedade” é privilegiada a componente de *security* (crime em geral, terrorismo, crime cibernético, vigilância de fronteiras, etc.), ficando os aspetos de *safety* (segurança) de infraestruturas relegada para a vertente de gestão de catástrofes, em que a atividade do DBB se pode inserir na fase de prevenção.

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 acolheu 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 e pareceres

Portugal fez, a partir do início da década de 50 do século passado, uma opção estratégica no que respeita à exploração de recursos hídricos para abastecimento de água às populações, regadio e produção de energia elétrica, investindo na construção de barragens. O LNEC está, desde essa década, envolvido no apoio ao projeto, construção e exploração destas obras, nos aspetos relativos à segurança, principalmente através do DBB, do Departamento de Geotecnia (DG) e do Departamento

de Hidráulica e Ambiente (DHA), tendo acumulado um acervo relevante de conhecimento técnico e científico nestas áreas. Desde então o DBB, tem desenvolvido estas atividades nas obras de betão e alvenaria, com destaque para as barragens integradas em aproveitamentos hidroelétricos (já que é de betão a esmagadora maioria das barragens integradas nestes aproveitamentos), 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	

No quadro legislativo em apreço o LNEC atua predominantemente 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 incrementou substancialmente o envolvimento em trabalhos de apoio ao projeto, construção, entrada em serviço e exploração de novas barragens (Quadro 3.2) e de novas centrais e reforços de potência (Quadro 3.3), o que tem constituído uma excelente oportunidade de aplicação das capacidades disponíveis.

Quadro 3.2 – Características gerais das barragens integradas nos novos empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB

Barragem	Tipo estrutural	Altura (m)	Volume da albufeira (hm³)	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	153	Poço		
Feiticeiro	Gravidade	45,00	30	36	Poço		
Ribeiradio	Gravidade com curvatura	83,00	136	75	Poço		
Ermida	Gravidade	35,00	4	8	Pé jusante		
Foz Tua	Abóbada	108,00	106	270	Caverna		
Alto Tâmega	Abóbada	104,50	132	160	Pé jusante	Iberdrola	Construção
Daivões	Arco-gravidade	78,00	56	118	Poço		
Gouvães	Gravidade	30,00	14	880	Caverna		

Quadro 3.3 – Características gerais das recentes obras subterrâneas integradas em empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB

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

Deve referir-se que em 2019 foi decidida a suspensão definitiva da construção das duas barragens projetadas do aproveitamento hidroelétrico de Fridão, no rio Tâmega, concessionado à EDP.

Refere-se, finalmente, que existem, em Portugal e no mundo, muitas estruturas afetadas por reações expansivas de origem interna do betão. Dado o investimento de investigação nesta temática realizado nas últimas décadas no Departamento de Materiais (DM), DBB e Departamento de Estruturas (DE), o LNEC tem sido solicitado por várias entidades para a realização de estudos neste âmbito. A título de exemplo refere-se o caso da barragem de Peti, no estado de Minas Gerais, Brasil, concessionada à Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), para a qual o DBB foi contratado para a realização de estudos de interpretação do comportamento e de avaliação das suas condições de segurança.

4 | Atividades previstas para 2020

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, a generalidade destas atividades tem sido objeto de financiamento interno. Neste sentido, tem havido a preocupação de angariar trabalhos que potenciem a utilização e o desenvolvimento de metodologias e ferramentas experimentais e numéricas na resolução de problemas associados ao comportamento de barragens de betão e alvenaria e suas fundações e obras em maciços rochosos, bem como nas áreas da geodesia aplicada e do tratamento numérico de imagens.

Para 2020 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 Aspetos 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 FCT, os resultados positivos têm sido limitados. Atualmente estão em curso cinco projetos de investigação e três bolsas de doutoramento com financiamento da FCT.

Em 2020 será feita a avaliação dos projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020 (que terá uma componente interna no DBB, através da elaboração de relatórios finais de todos os projetos, e uma componente global no LNEC, a promover pela Comissão de Acompanhamento do P2I/LNEC 2013-2020) e será dado início às tarefas relativas à definição dos projetos de investigação a integrar no P2I/LNEC 2021-2027, cuja definição da estratégia está em curso com a colaboração dos investigadores do DBB.

Estão em preparação algumas candidaturas, com a participação de investigadores do DBB, ao Concurso para Projetos de IC&DT em todos os Domínios Científicos promovido pela FCT.

4.2.2 Projetos do P2I/LNEC 2013-2020

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

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

Título do projeto	Acrónimo	Processo	Responsáveis	Data da submissão	Data de início	Observações
Análise probabilística da segurança estrutural de barragens de betão	ReliConDam	0401/112/20366	António Lopes Batista	2015-06-23 (Reg. 6597)	2015-11-27	Enquadrou a tese de doutoramento do BPD 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	Enquadrou a tese de doutoramento da BD Margarida Espada, que entretanto desistiu
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 dos BDA André Alegre e Gustavo Câmara 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	-

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

Título do projeto	Acrónimo	Processo	Responsáveis	Data da submissão	Data de início	Observações
Métodos estocásticos em geodesia aplicada	MEGA	0404/112/19619	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 de bolsa da FCT)
Imagens numéricas: aplicações à engenharia	ImEngine	0404/112/19718	Ana Fonseca	2014-08-14 (Reg. 8200)	2014-12-29	-

Estes doze 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. No seu âmbito prosseguirá o acolhimento no DBB dos BDA André Alegre e Gustavo Câmara e do ED Miguel Rodrigues. Prevê-se ainda o apoio ao desenvolvimento de teses de mestrado de alguns alunos finalistas, através de orientação científica, 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, e do Prof. Danielle Perissin, da Universidade de Purdue (EUA), no projeto INFRASAR.

No Quadro 4.2 listam-se os seis 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 DBB, 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. 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. Nos quatro projetos que envolvem o NGA são versadas temáticas que são transversais a diferentes áreas da engenharia civil, constituindo, na prática, achegas ao projeto ImEngine do P2I 2013-2020. No projeto E-RIHS PP o DBB tem dado um apoio diversificado ao Departamento de Materiais nas tarefas que são da responsabilidade do LNEC.

Quadro 4.2 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento externo

Título do projeto	Acrónimo	Responsáveis dos processos no DBB	Datas de início e final	Parceiros	Entidade financiadora	Montante total de financiamento	Parcela de financiamento para o DBB
Técnicas avançadas de monitorização dinâmica da condição estrutural de barragens de betão	DAM_AGE	Jorge Pereira Gomes 0402/111/19817	julho de 2016 a março de 2020	FEUP	FCT	€138.384,00	€57.000,00
Análise do risco de inundação costeira a partir de múltiplas fontes para comunidades seguras e desenvolvimento sustentável	Mosaic.pt	Maria João Henriques 0404/111/2107002	outubro de 2018 a setembro de 2021	LNEC: DHA/NEC; DHA/NPE; DHA/GTI; DBB/NGA. UC/ Centro de Estudos Sociais	FCT	€238.585,87	€4.079,18
Controlo da segurança de quebra-mares através da análise de um sistema de previsão e apoio à decisão	BSafe4Sea	Maria João Henriques 0404/111/2105801	janeiro de 2019 a dezembro de 2021	LNEC: DHA/NPE; DBB/NGA. UL/FC ISEL	FCT	€239.892,81	€9.718,00
Galgamento e inundação em zonas costeiras e portuárias: Ferramentas para um sistema de previsão e alerta, planeamento de emergência e de gestão do risco	To-SEAlert	Ana Fonseca 0404/111/2111401	outubro de 2018 a setembro de 2021	LNEC: DHA/NEC; DBB/NGA UL/FC UNL/FCT ISEL	FCT	€236.928,5	€2.000,00
Expanding the capacity and capabilities of EOSC (European Open Science Cloud) by leveraging the experience, effort and resources of national publicly-funded digital infrastructures	EOSC-Synergy	Ana Fonseca 0404/111/2182802		LNEC: DHA/NEC; DHA/GTI; DBB/NGA	H2020	€398 381,25	€80 762,50
European research infrastructure for heritage science	E-RIHS PP	Juan Mata 0403/111/1998901	Fevereiro de 2016 a setembro de 2020	LNEC DM; DBB Univ. Évora; 20 parceiros internacionais	H2020	€235.000,00	€33.800,00

Deve referir-se ainda o envolvimento de investigadores do DBB nos seguintes projetos de investigação, todos sem financiamento externo:

- O O IA José Piteira Gomes colabora no projeto investigação *Reações expansivas no betão. Prevenção e mitigação dos seus efeitos*, do P2I/LNEC 2013-2020, cujo responsável é o IA António Santos Silva (DM);
- O IA Nuno Monteiro Azevedo participa no projeto conjunto da FCT/UNL, LNEC e IST, intitulado *Desenvolvimento e otimização de misturas betuminosas 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 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.

4.2.3 Outros projetos

O LNEC tem dado contributos para a definição dos objetivos do projeto Hydropower Europe, pelo que poderá haver desenvolvimentos neste âmbito em 2020.

Foi retomada a interação científica e técnica com a empresa Itaipu-Binacional (Brasil e Paraguai), através do Centro de Estudos Avançados em Segurança de Barragens (CEASB), estando em curso um trabalho de investigação conjunto no âmbito do projeto DAM_AGE, relativo à identificação das características dinâmicas de alguns trechos de betão da barragem de Itaipu.

Tem prosseguido o desenvolvimento e a ampliação das capacidades do sistema *gestBarragens*, em utilização no LNEC, 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 em Portugal, ao abrigo de contratos, continuarão a ter como principal objetivo o apoio aos donos de obra das grandes barragens de betão 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 a EDP, a Iberdrola,

a EDIA, algumas empresas do grupo Águas de Portugal (Águas do Norte, Águas do Vale do Tejo e EPAL), as empresas do grupo Agua-Enlica (Small Hydro e Pebble Hydro) e a GreenVouga.

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

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 análise estrutural e verificação da segurança, 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 setenta grandes barragens e dos respetivos órgãos de segurança e exploração, incluindo as principais centrais subterrâneas. No âmbito desta atividade, o DBB realiza anualmente um número elevado (próximo de quatro dezenas) de inspeções às obras, que incluem também campanhas de medição nos sistemas de observação instalados nestas obras, em particular os sistemas de observação geodésica.

Nos quadros seguintes apresentam-se as atividades previstas em todas as barragens e obras subterrâneas com acompanhamento do LNEC, designadamente nas da EDP (Quadro 4.3), GreenVouga (Quadro 4.4), Small Hydro e Pebble 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). É de referir que, no caso das obras subterrâneas associadas aos aproveitamentos de Vilarinho das Furnas, Alto Lindoso, Miranda, Picote, Bemposta, Torrão e Tabuaço, as visitas de inspeção passarão a ser efetuadas de seis em seis anos, com emissão de relatório do LNEC.

Quadro 4.3 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP

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

Estava ainda prevista a realização de uma campanha de observação geodésica na barragem de Paradela (obra de enrocamento acompanhada pelo DG), que foi antecipada para 2019.

Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2020 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		X
Ermida	X			

Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela Small Hydro e pela Pebble Hydro (grupo Agua-Enlica)

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

Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2020 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA)

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

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

Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2020 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	X	(a)
Pedrógão	X		X	(a)

(a) O DBB tem colaborado com o DHA no apoio à EDIA tendo em vista a implementação de um sistema de gestão patrimonial de infraestruturas

Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2020 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			(a)
	Ferradosa	X			
	Olgas	X			
	Sordo				(b)
	Queimadela				(b)
Águas do Vale do Tejo	Penha Garcia	X	X	X	
	Corgas	X		X	

(a) Apoio aos trabalhos de instalação de comportas no descarregador de cheias; (b) a definir oportunamente

Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2020 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, reabilitação e instrumentação de obras

Está a decorrer o apoio à Iberdrola na construção e instrumentação das barragens de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, bem como das 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 implementação dos sistemas de observação das obras.

Está também a ser dado à Iberdrola apoio específico ao ajuste do projeto da barragem do Alto Tâmega, na sequência do deslizamento ocorrido na encosta da margem direita em 2 de maio de 2019.

O LNEC, através do DBB, do DHA e do DM, está a dar um apoio diversificado à empresa Águas do Norte na instalação de comportas no descarregador de cheias da barragem de Pretarouca, com o

objetivo de aumentar a capacidade de armazenamento da albufeira. Esse apoio, iniciado em 2019, com a apreciação do projeto e acompanhamento dos trabalhos de construção, prolongar-se-á em 2020.

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

4.3.4 Apoio na fase de primeiro enchimento

Em 2020 será feito o acompanhamento do primeiro enchimento da albufeira da barragem de Daivões e serão preparados os planos de primeiro enchimento dos circuitos hidráulicos de Daivões e de Gouvães.

Está prevista para 2020 a conclusão dos relatórios de análise e interpretação do comportamento observado das barragens de Foz Tua, Ermida e Feiticeiro durante o primeiro enchimento das respetivas albufeiras.

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.

Neste âmbito, estão já programadas para 2020 a revisão do plano de primeiro enchimento da albufeira e a elaboração do plano do sistema de observação geodésica da barragem de Daivões .

4.4 Estudos por contrato em Moçambique

O LNEC realizou durante alguns anos o acompanhamento das barragens da EDM, em Moçambique (Chicamba, Mavuzi e Lichinga, de betão, e Cuamba, de enrocamento), ao abrigo de contratos anuais, mas, devido a dificuldades financeiras desta empresa, estas atividades foram descontinuadas em 2016. Algumas dessas dificuldades foram superadas recentemente, tendo a EDM saldado a dívida ao LNEC em 2019. Na sequência do ciclone Idai, que teve os efeitos mais nefastos na zona central de Moçambique, onde se localizam as barragens da Chicamba, Mavuzi e Cuamba, o LNEC realizou, em maio de 2019, inspeções e diagnósticos a estas obras, com suporte de financiamento parcial do Instituto Camões (Instituto da Cooperação e da Língua). Está em fase adiantada a negociação com a EDM para o estabelecimento de um contrato bienal (2020 e 2021) relativo à retoma do acompanhamento regular daquelas barragens pelo LNEC.

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 terminará em 2020, fornecendo elementos para a segunda fase do estudo A, que será terminada no segundo semestre de 2020. No final de 2020 ou início de 2021 será realizado um *workshop* no Songo sobre os resultados conseguidos nestes

estudos e as suas implicações na segurança das obras, com participação de representantes do DBB, DM e DHA.

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

Estudo	Descrição	Departamento do LNEC	Estado de desenvolvimento
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	Concluída a 1ª fase 2ª fase em 2020
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	Concluído
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	Conclusão em 2020
D	Modelação hidráulica para estudo da segurança e ajuste das regras de exploração do descarregador de meio fundo em situação de descarga	DHA	Concluído

4.5 Estudos por contrato no Brasil

O LNEC contratou com a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), no final de 2019, a realização de uma auditoria relativa às práticas da empresa no domínio do controlo de segurança das suas barragens. Este trabalho envolverá o DG, o DBB e o DHA, devendo estender-se praticamente por todo o ano de 2020.

A auditoria, que terá em conta os requisitos legais e regulamentares existentes no Brasil e no estado de Minas Gerais, bem como as boas práticas internacionais, envolverá os seguintes aspetos: i) estrutura organizacional afeta ao controlo de segurança das barragens; ii) análise das metodologias e dos procedimentos seguidos no desenvolvimento das atividades de controlo da segurança de barragens; e iii) visita a 10 barragens para verificação da conformidade da gestão de segurança estrutural e operacional.

O trabalho incluirá ainda, para o DBB, o prosseguimento dos estudos em curso sobre a segurança da barragem de Peti, que está muito deteriorada pelos efeitos de reações expansivas de origem interna do betão.

Está prevista a celebração com a empresa Vale S.A. (Brasil) de um contrato para realização de um importante número de ensaios laboratoriais de amostras de rocha na UMR.

4.6 Outras atividades científicas e técnicas

4.6.1 Organização de eventos científicos e técnicos

4.6.1.1 Organização de encontros

Em 2020 está prevista a participação de investigadores do DBB na organização de um conjunto diversificado de eventos científicos e técnicos.

Haverá um envolvimento significativo na organização na *XVI International Conference on Alkali Aggregate Reaction in Concrete* (ICAAR 2020), 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* (Dam World 2020), que decorrerá no LNEC em setembro de 2020, sendo o IP António Lopes Batista *co-chairman* e IC José Vieira de Lemos e o IP Luís Lamas membros da comissão científica do evento.

O IP Luís Lamas está envolvido na organização do 17º Congresso Nacional de Geotecnia, que decorrerá no LNEC em maio de 2020, como membro da comissão organizadora, sendo o IC José Vieira de Lemos e o IP José Muralha membros da comissão científica do evento.

A IP Ana Fonseca integra a comissão científica da *6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management*, que decorrerá em Praga, República Checa, em maio de 2020.

O IA Jorge Pereira Gomes pertence à comissão organizadora do 12º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2020), que decorrerá em Leiria em outubro de 2020.

O IP António Lopes Batista integra a comissão científica do encontro Reabilitar & Betão Estrutural 2020, que decorrerá no LNEC em novembro de 2020.

4.6.1.2 Organização e docência de cursos

Está prevista a participação de investigadores do DBB na organização e docência de cursos em 2020.

Se forem realizados em 2020, 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 IC José Vieira de Lemos será um dos docentes do curso *Discrete Computational Mechanics Of Masonry Structures* organizado pelo CISM – International Centre for Mechanical Sciences, a realizar em julho, em Udine, Itália.

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

4.6.2 Participação em eventos científicos e técnicos

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

- *Dam World 2020* (LNEC, Lisboa)
- 17º Congresso Nacional de Geotecnia (LNEC, Lisboa)

- ICAAR 2020 (LNEC, Lisboa)
- Reabilitar & Betão Estrutural 2020 (LNEC, Lisboa),
- CNME 2020 (Leiria)
- *Itasca Symposium 2020* (Viena, Áustria)
- *Eurodyn - XI International Conference on Structural Dynamics* (Atenas, Grécia)
- *SAHC 2020 - 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions* (Barcelona, Espanha)
- Eurock 2020 – Simpósio Internacional de 2020 da ISRM (Trondheim, Noruega)
- *EWSHM2020 - 10th European Workshop on Structural Health Monitoring* (Palermo, Itália)
- *14 WCCM-ECCOMAS - 14th World Congress in Computational Mechanics and ECCOMAS Congress* (Paris, França)
- *FDM2020 - 19th International Conference on Fracture and Damage Mechanics* (Maiorca, Espanha)
- *2020 Critical Infrastructure Protection and Resilience Europe* (Bucareste, Roménia)
- *8th International Conference on Water Resources and Renewable Energy Development* (Kuala Lumpur)
- INGEO2020 (Dubrovnik, Croácia)
- FIG Working Week 2020 (Amsterdão, Holanda)
- *28th SCEgeo Conference "Surveying, Civil Engineering, Geoinformation in Sustainable Development"* (Bydgoszcz, Polónia)
- *Fringe 2020 - Advances in the Science and Applications of SAR interferometry and Sentinel 1 InSAR* (Delft, Holanda)

4.6.3 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, em anos recentes, a revisão da regulamentação portuguesa de segurança de barragens.

O IP Luís Lamas é, desde outubro de 2018, coordenador do grupo WG1/TG3 (*Working Group 1, Task Group 3 - Rock Engineering*), no âmbito do subcomité TC250/SC7 do CEN, que agrupa especialistas dos diversos países europeus, propostos pelos respetivos organismos responsáveis pela normalização (neste caso pelo IPQ), e que tem como missão apoiar as equipas que estão a realizar a revisão do Eurocódigo 7, nos aspetos relacionados com engenharia e mecânica das rochas. É também membro do grupo de trabalho ISO/TC182/WG8 - *Geotechnics - borehole expansion tests*, da sub-comissão IPQ/CT156/SC9 - *Geotecnia Em Engenharia Civil - Prospeção, Ensaios de Campo e Observação*, da sub-comissão IPQ/CT115/SC7 - *Eurocódigos Estruturais - Eurocódigo 7 - Projeto Geotécnico*. É

membro da Comissão sobre a Evolução do Eurocódigo 7 da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM).

O IP José Muralha faz parte, desde dezembro de 2015, da equipa editorial da *News Journal* da ISRM e é membro da Comissão de Métodos de Ensaio da ISRM.

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

O IA 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*.

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.

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, internacionais e nacionais.

4.6.4 Participação em órgãos sociais de associações

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

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.

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

A IP Ana Fonseca é membro da Assembleia de Representantes da Ordem dos Engenheiros.

A IP Maria João Henriques membro do Conselho de Acreditação e Qualificação da Ordem dos Engenheiros.

4.6.5 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.

4.7 Interações internas e externas

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

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

Destaca-se a interação estreita com o NTIEC 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 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), a CEMIG e Itaipu-Binacional, no Brasil.

5 | Previsão do desempenho do DBB em 2020

5.1 Aspectos gerais

O presente capítulo refere-se à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2020.

Em termos de indicadores de desempenho do DBB, espera-se que em 2020 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 proveitos dos 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 2020 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 para ações estáticas das obras em exploração pela EDP, EDIA, GreenVouga, Small Hydro e Pebble Hydro. Prevê-se o acompanhamento das barragens de betão a cargo da APA, 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 2020 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 2020 com o acompanhamento do comportamento para ações estáticas de barragens de betão e alvenaria e obras subterrâneas associadas, na fase de exploração (em euros)

Dono de obra	Barragens de betão e alvenaria	Obras subterrâneas das centrais	Observação geodésica	Estudos específicos	TOTAL
EDP	755.860	41.550	72.000	100.700 (a)	970.110
GreenVouga	44.700	-	-	28.500 (a)	73.200
Small Hydro	12.690	-	10.800	-	23.490
Pebble Hydro	20.880	-	10.800	-	31.680
APA	(b)	-	(b)	-	(b)
EDIA	57.900	-	18.000	-	75.900
Águas do Norte	-	-	-	22.000	22.000
Águas do Vale do Tejo	19.500	-	10.400	-	29.900
Ribeira da Teja	13.200	-	-	-	13.200
TOTAL	924.730	41.550	122.000	151.200	1.239.480

(a) Estudos específicos contratados em anos anteriores cuja conclusão está prevista para 2020

(b) Valores que dependem de eventual contratação a realizar durante 2020

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 das barragens do Cabril, Alto Ceira II, Baixo Sabor, Feiticeiro, Ribeiradio e Foz Tua para ações dinâmicas, designadamente no que respeita aos sistemas de observação sísmica e de monitorização em contínuo, permitirá uma receita, em 2020, de cerca de 92.000 euros.

Em 2019 o NGA realizou um número considerável de trabalhos por contrato relativos à monitorização de outras obras de engenharia, esperando-se, em 2020, um previsível aumento deste tipo de solicitações, principalmente no que respeita a serviços envolvendo levantamentos com *drone*.

No Quadro 5.2 apresentam-se uma estimativa das receitas previstas em 2020 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 2020 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 de Daivões, Gouvães e Alto Tâmega	200.000
Apoio específico ao ajuste do projeto da barragem do Alto Tâmega, na sequência da derrocada ocorrida na encosta da margem direita em 2 de maio de 2019	43.600
Elaboração dos relatórios finais referentes ao acompanhamento das escavações das obras subterrâneas de Gouvães e Daivões	15.000
Revisão do plano de primeiro enchimento da albufeira da barragem de Daivões	2.900
Plano de observação geodésica da barragem de Daivões	6.300
Ensaio de fluência complementares do betão da barragem de Daivões	1.800
TOTAL	269.600

Os estudos em curso sobre aspetos de segurança da barragem de Cahora Bassa deverão corresponder a uma receita para o DBB, em 2020, de, pelo menos, 32.000 euros.

No que se refere aos trabalhos a realizar para a CEMIG, prevê-se que os proveitos do DBB em 2020 sejam de cerca de 97.000 euros.

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

Mantém-se 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.

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 2020 o número de documentos a elaborar seja da mesma ordem de grandeza.

5.4 Execução financeira do DBB em 2020

5.4.1 Execução financeira do DBB entre 2011 e 2016

A atividade global do DBB pode ser caracterizada, entre 2011 e 2019, 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.

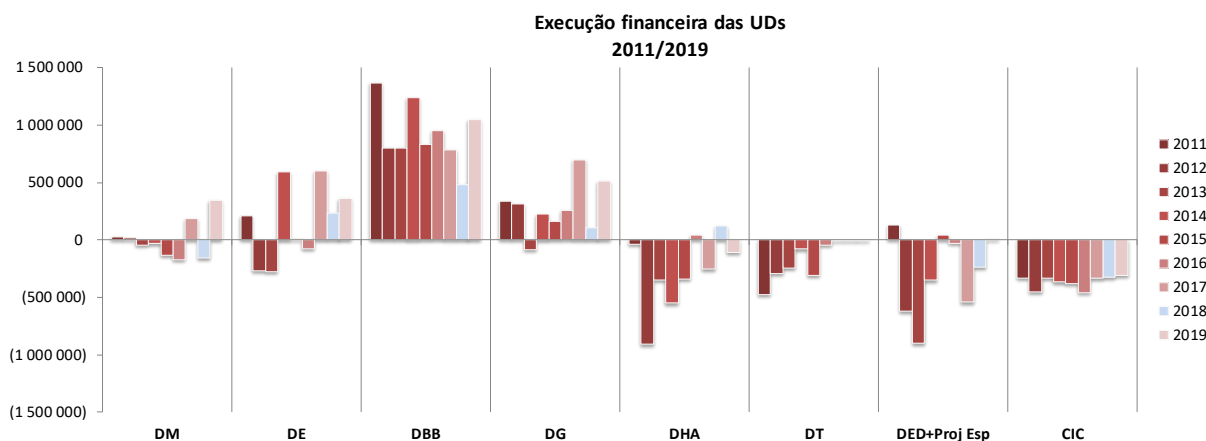


Figura 5.1 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2011 e 2019, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC)

Na execução financeira do DBB de 2019 foram consideradas despesas de 1.766.000 euros (pessoal do quadro – 1.558.000 euros; bolseiros – 112.000 euros; missões e deslocações – 67.000 euros; bens e serviços – 18.000 euros; equipamentos – 11.000 euros) e receitas diretas de 1.841.000 euros (projetos de investigação com financiamento externo – 53.000 euros; estudos por contrato – 1.777.000 euros; pareceres – 2.000 euros; outras atividades – 9.000 euros), a que corresponde um saldo positivo de 75.000 euros. Considerando ainda as parcelas atribuídas ao DBB das receitas do orçamento do estado para o LNEC e dos encargos com os serviços administrativos, o referido diferencial ascendeu a 1.047.000 euros.

Os montantes da execução financeira de 2012, 2013, 2015 e 2017 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. O ano de 2018 foi mais desfavorável pois houve um apoio menor na construção e instrumentação de obras novas. Em 2019 foi incrementado esse apoio nas obras do SET, tendo a execução financeira deste ano superado a de 2016.

5.4.2 Despesas e receitas previstas para 2020

Em 2020 haverá no DBB alterações que poderão influenciar as receitas e as despesas. Do lado da receita prevê-se um ligeiro aumento global, devido aos acréscimos por via do contrato celebrado com a CEMIG, da retoma do acompanhamento das barragens da EDM em Moçambique e do incremento da atividade de observação geodésica, apesar da diminuição esperada no acompanhamento de obras subterrâneas. Quanto às despesas, embora o número de efetivos do DBB tenha diminuído, haverá aumentos devido a atualizações salariais e ao impacto da conclusão 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 2020 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 2020 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 realização de novos estudos específicos e a conclusão de estudos específicos contratados em anos anteriores. 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. Haverá que melhorar as condições de conforto térmico do edifício e que renovar as instalações sanitárias.

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

6.2 Recursos humanos

6.2.1 Renovação e rejuvenescimento

A idade média dos 36 trabalhadores do DBB 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 mais de 60 anos. Apesar dos esforços em fixar bolseiros nesta área nos anos anteriores, foi interrompida no final de 2018 a tese de doutoramento que estava em curso neste domínio. Face a estas circunstâncias, o Conselho Diretivo atendeu ao pedido do DBB para que o BPD Renato Pereira passasse a trabalhar nesta área.

No que respeita à carreira técnica, espera-se a conclusão do processo administrativo em curso para os bolseiros, no âmbito do PREVPAP, relativamente à sua admissão em regime de contrato de funções públicas.

Espera-se ainda que sejam lançados concursos para contratação de investigadores auxiliares para os lugares ocupados por bolseiros de pós-doutoramento.

Dado que os atuais bolseiros de doutoramento terminarão as respetivas teses num horizonte de cerca de um ano, considera-se que deverão ser feitos esforços no sentido de captar novos bolseiros para contribuir no desenvolvimento dos projetos de investigação em curso.

Espera-se, ainda, que sejam lançados concurso para progressão na carreira. No DBB este aspeto é particularmente relevante no que se refere a concursos para Investigador Principal que permitam a candidatura de Investigadores Auxiliares do DBB já com quase duas dezenas de anos na categoria, que não tiveram ainda essa oportunidade.

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 a parte do bloco norte localizada a poente da zona vazada existente no piso térreo. Esta última zona é ocupada pelo setor de mecânica das rochas, que dispõe ainda de uma sala de corte de provetes de rocha nas traseiras do edifício do Departamento de Transportes.

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. Haverá que incrementar ações de manutenção, em particular das instalações sanitárias, e a renovação gradual do mobiliário antigo que já não é recuperável. Haverá ainda que considerar a melhoria das condições de conforto térmico e eficiência energética, que não eram devidamente consideradas na época da construção do edifício.

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, continua em análise a possibilidade de transferir a sala de reuniões para um espaço mais amplo.

6.4 Equipamentos

Muitos dos computadores do DBB são antigos e desatualizados. Alguns foram adquiridos antes de 2010 e houve aquisições pontuais entre 2013 e 2019, 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 bolsiros de doutoramento, aconselham que sejam adquiridos computadores com maiores capacidades.

Os equipamentos para observação geodésica são também 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.

Alguns equipamentos laboratoriais do NMMR encontram-se obsoletos, sendo de referir que a prensa rígida de 4500 kN, com que se realiza a grande maioria dos ensaios laboratoriais, se encontra avariada e desativada, o que traz importantes constrangimentos ao funcionamento da UMR. Trata-se de um equipamento cuja substituição requer um investimento muito elevado. Têm sido utilizadas para o efeito prensas de pequena capacidade da UMR e prensas do DM. No entanto, estas prensas não permitem efetuar ensaios em controlo de deformação, o que é requerido por muitos ensaios de mecânica das rochas.

7 | Considerações finais

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

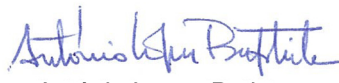
No que respeita aos estudos por contrato, referem-se: i) o acompanhamento do comportamento e o apoio ao controlo da segurança de cerca de sete dezenas de barragens portuguesas de betão e alvenaria, bem como de algumas obras subterrâneas que lhes estão associadas; ii) o apoio à construção e instrumentação 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) o início de atividades relacionadas com o acompanhamento da barragem de Daivões e dos circuitos hidráulicos de Daivões e Gouvães durante o primeiro enchimento da albufeira; 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; v) a realização da auditoria à CEMIG no que respeita às práticas de controlo de segurança de barragens; vi) a retoma do apoio à EDM no acompanhamento do comportamento de barragens; vii) a continuação dos estudos em curso sobre aspetos de segurança da barragem de Cahora Bassa; e viii) a conclusão de alguns estudos específicos contratados anteriormente, designadamente os relacionados com os primeiros enchimentos das albufeiras das barragens de Foz Tua, Ermida e Feiticeiro.

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 2020 e anos seguintes, havendo que: i) concluir adequadamente o desenvolvimento dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020; ii) preparar convenientemente o lançamento dos projetos do P2I/LNEC 2021-2027; iii) tentar a obtenção de mais financiamento externo para a atividade de investigação, para melhorar a sustentabilidade do departamento; iv) garantir a qualidade do trabalho realizado, através da utilização dos desenvolvimentos da investigação e inovação na melhor realização dos estudos por contrato; e v) rejuvenescer e adequar, com carácter prioritário, os recursos humanos 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.

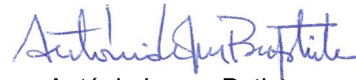
Lisboa, LNEC, fevereiro de 2020


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.

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

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