



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2021

Lisboa • junho de 2021

I&D BARRAGENS DE BETÃO

RELATÓRIO 221/2021 – **DBB/Chefia**

Título

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2021

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 221/2021

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

PLANO DE ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO PARA 2021

Resumo

Apresenta-se o plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão (DBB) para 2021, considerando as componentes de investigação, desenvolvimento e inovação, os estudos e pareceres e as outras atividades científicas e técnicas. Em primeiro lugar refere-se, genericamente, a concretização do plano de atividades do ano anterior. Depois caracteriza-se a unidade departamental em termos de recursos e enquadram-se as atividades no contexto dos objetivos do LNEC. Faz-se ainda referência à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2021, bem como às necessidades existentes face ao cumprimento do plano proposto.

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

PLAN OF ACTIVITIES OF THE CONCRETE DAMS DEPARTMENT FOR 2021

Abstract

The plan of activities of the Concrete Dams Department (DBB) for 2021 is presented, considering the components of research, development and innovation, of contract studies and other science and technology activities. Firstly, it is described, generally, the implementation of the previous year's activities plan. Afterwards, the departmental unit is characterized in terms of resources and the activities are framed in the context of the LNEC's activities. Reference is also made to the forecast of DBB's operational and financial performance in 2021, as well as to the existing needs to fulfil the proposed plan.

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

Índice

1	Considerações iniciais.....	1
1.1	Aspetos gerais	1
1.2	Enquadramento geral da atividade	2
1.3	Meios humanos e materiais.....	4
1.4	Concretização do plano de atividades de 2020	5
2	Caracterização do DBB.....	7
2.1	Organização funcional.....	7
2.2	Recursos humanos	7
2.3	Instalações e equipamentos	10
3	Enquadramento e objetivos do DBB.....	11
3.1	Enquadramento da atividade.....	11
3.2	Objetivos estratégicos e operacionais.....	11
3.2.1	Aspetos gerais.....	11
3.2.2	Investigação, desenvolvimento e inovação	13
3.2.3	Estudos e pareceres.....	14
3.2.4	Outras atividades científicas e técnicas.....	15
3.3	Caracterização do ambiente externo	15
3.3.1	Atividades de investigação.....	15
3.3.2	Serviços de ciência e tecnologia	16
4	Atividades previstas para 2021.....	18
4.1	Âmbito das atividades	18
4.2	Investigação, desenvolvimento e inovação	18
4.2.1	Aspetos gerais.....	18
4.2.2	Projetos do P2I/LNEC 2013-2020	19
4.2.3	Outros projetos.....	22
4.3	Estudos e pareceres em Portugal.....	23
4.3.1	Aspetos gerais.....	23
4.3.2	Acompanhamento do comportamento de obras	23
4.3.3	Apoio à construção, reabilitação e instrumentação de obras	27
4.3.4	Apoio na fase de primeiro enchimento e primeiro período de exploração	28
4.3.5	Pareceres e outros estudos	28
4.4	Estudos em Moçambique	28
4.5	Estudos no Brasil	28
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.....	32
5	Previsão do desempenho do DBB em 2021	34
5.1	Aspetos gerais	34
5.2	Atividade de I&D&I	34
5.3	Estudos e pareceres	34
5.4	Previsão do desempenho global do DBB em 2021	36

5.4.1	Aspetos gerais.....	36
5.4.2	Número de publicações previstas para 2021.....	36
5.4.3	Despesas e receitas previstas para 2021.....	36
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	39
6.3	Instalações.....	40
6.4	Equipamentos	40
7	Considerações finais	42
	Referências bibliográficas	44

Índice de figuras

Figura 5.1 – Resultados das atividades do DBB em termos de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas), entre 2010 e 2020.....	36
Figura 5.2 – 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 do DBB colocados no Núcleo de Modelação e Mecânica das Rochas (Setor 402)	8
Quadro 2.3 – Lista de trabalhadores do DBB colocados no Núcleo de Observação (Setor 403)	8
Quadro 2.4 – Lista de trabalhadores e bolseiros do DBB colocados no Núcleo de Geodesia Aplicada (Setor 404)	9
Quadro 2.5 – Resumos dos recursos humanos dos diferentes setores do DBB	9
Quadro 3.1 – Documentos que constituem o quadro legislativo nacional no âmbito de segurança de barragens	16
Quadro 3.2 – Características gerais das barragens integradas nos novos empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB	17
Quadro 3.3 – Características gerais das recentes obras subterrâneas integradas em empreendimentos hidroelétricos, com apoio do DBB	17
Quadro 4.1 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento interno	19
Quadro 4.2 – Lista dos projetos de investigação em curso no DBB com financiamento externo	21
Quadro 4.3 – Teses de doutoramento e dissertações de mestrado com orientação de investigadores do DBB em 2021	22
Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP	24
Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP)	25
Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela Engie	25
Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela Small Hydro e pela Pebble Hydro (grupo Agua-Enlica)	25
Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA)	26
Quadro 4.9 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA	26
Quadro 4.10 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pelas empresas do grupo Águas de Portugal	26
Quadro 4.11 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela empresa Ribeira da Teja Produção de Energia	26
Quadro 5.1 – Receitas previstas em 2021 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

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 2021 destina-se a enquadrar e detalhar os trabalhos cuja realização está prevista para o ano em apreço, considerando as características do LNEC como organismo público de ciência e tecnologia e o DBB como unidade departamental dedicada às temáticas das barragens de betão e alvenaria, obras em maciços rochosos e engenharia geográfica aplicada à monitorização de obras de engenharia civil.

A organização deste plano é genericamente semelhante à do plano anual anterior (LNEC; 2020). Considerou-se não se justificar a apresentação de aspetos relacionados com as instalações que o DBB ocupa no *campus* do LNEC e as listas dos equipamentos em utilização corrente no departamento, que foram detalhados no plano de atividade de 2019 (LNEC; 2018). Neste primeiro capítulo faz-se ainda referência à concretização do plano de atividades de 2020.

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

A atividade desenvolvida em 2020 foi fortemente condicionada pela crise pandémica de Covid-19, iniciada nos primeiros meses e que se agravou no final do ano e início de 2021. Os condicionamentos incidiram particularmente na realização de trabalhos de campo, entre março e julho de 2020 e no início

de 2021, já que o regime de teletrabalho, adotado durante períodos prolongados, teve menor impacto no desenvolvimento das atividades de gabinete. Assim, prevê-se que a atividade em 2021 seja afetada pelas repercussões sanitárias desta crise, principalmente no que toca aos referidos trabalhos de campo.

Em 2021 o DBB continuará a desenvolver a sua atividade nas três grandes vertentes em que se divide a ação do LNEC: a investigação científica, os serviços de ciência e tecnologia (estudos e pareceres) e as outras atividades científicas e técnicas. Como adiante será detalhado, o DBB caracteriza-se por uma importante componente de investigação, mas com reduzido financiamento externo, e por uma atividade muito significativa em serviços de ciência e tecnologia, através de 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, adiante descritos em capítulo autónomo, têm vindo a sofrer alterações significativas nos últimos anos, associadas: i) ao processo administrativo do Programa de Regularização Extraordinária dos Vínculos Precários na Administração Pública (PREVPAP), que permite 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 Energias de Portugal (EDP).

Em 2020 foi possível executar a generalidade dos estudos por contrato previstos, muitos deles na sequência dos realizados em anos anteriores.

No que respeita aos projetos de investigação integrados no Plano de Investigação e Inovação do LNEC para 2013-2020 (P2I/LNEC 2013-2020), não foi possível encerrá-los, dado que se atrasou o lançamento da nova Estratégia de Investigação e Inovação 2021-2027 (E2I 2021-2027), que induzirá o novo ciclo previsto, designado por P2I/LNEC 2021-2027. Prevê-se para 2021 a conclusão e avaliação dos projetos do P2I/LNEC 2013-2020 e a preparação dos projetos que integrarão o 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 dissertações de mestrado e de teses de 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.

Procurar-se-á concorrer a fontes de financiamento externo à investigação. Tal já aconteceu nos concursos promovidos pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) nos primeiros meses de 2021, tanto para projetos como para 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 com o apoio diversificado do LNEC, em particular através do DBB. No estrangeiro manter-se-á o apoio a diversas entidades, públicas e privadas, em diversos estudos e na realização de ações de formação.

No âmbito das outras atividades científicas e técnicas, terá especial relevância em 2021 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, da RILEM, do IPQ (nomeadamente referentes à revisão do Eurocódigo 7) e de sociedades científicas internacionais e nacionais.

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

No capítulo 3 apresentam-se, em maior detalhe, o enquadramento e os objetivos do DBB. No capítulo 4 detalham-se as atividades previstas do DBB em 2021.

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 doutorados continuarão a desenvolver atividades no âmbito dos projetos de investigação a que estão ligados e dos estudos por contrato em que estão envolvidos. Refere-se ainda o seu envolvimento na orientação de teses de doutoramento e de 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 em formação no DBB continuarão a dar um contributo fundamental nas atividades de investigação do departamento, 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 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. Apesar do seu elevado custo, considera-se que se deve proceder, com a brevidade possível, à substituição de equipamentos de ensaios da Unidade de Mecânica das Rochas (UMR) que se encontram inoperacionais, uma vez que são essenciais para a atividade laboratorial da unidade.

No capítulo 5 apresentam-se previsões dos desempenhos operacional e financeiro do DBB em 2021, 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 2020

O plano de atividades do DBB para 2020 foi globalmente concretizado, apesar da crise pandémica de Covid-19, atrás referida. Em 2020 foram ainda 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 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 várias dissertações de mestrado. Os relatórios finais dos projetos de

investigação, com emissão prevista para 2021, 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, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e dos circuitos hidráulicos das obras integradas no Sistema Eletroprodutor do Tâmega; iii) ao prosseguimento da elaboração de relatórios relacionados com o comportamento de obras recentes da EDP (barragens e obras subterrâneas), durante as fases de construção, primeiro enchimento e o primeiro período de exploração; iv) ao prosseguimento dos estudos de segurança da barragem de Cahora Bassa; e v) ao prosseguimento dos estudos de apoio à Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), do Brasil, incluindo a análise do comportamento da barragem de Peti. 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 2020, designadamente em termos de receitas e de despesas, foi semelhante ao do ano anterior.

2 | Caracterização do DBB

2.1 Organização funcional

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

O DBB tem ainda duas unidades operativas, estando adstrita ao NMMR a Unidade de Mecânica das Rochas (UMR) e dependente do NGA o Laboratório de Processamento Digital de Imagens (LabImagem). A UMR, dotada de capacidades experimentais para a realização de ensaios em provetes rochosos, tem vindo a realizar ensaios para estudos de fundações de barragens, 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 40 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 2021, 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 início de 2021 (anos)	Nº de funcionário
António Lopes Batista (1)	Investigador principal	60	1924
Maria de São José Costa Januário	Coordenador técnico	68	1544
Alexandrina Domingues	Assistente técnico	58	2374
Isabel Barbosa	Assistente técnico	48	2435

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

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

Nome	Categoria	Idade no início de 2021 (anos)	Nº de funcionário
José Vieira de Lemos	Investigador coordenador	64	1753
Luís Nolasco Lamas (1)	Investigador principal	63	1784
José Delgado Muralha	Investigador principal	61	1910
Sérgio Martins Oliveira	Investigador auxiliar	57	2007
Jorge Pereira Gomes	Investigador auxiliar	55	2127
Nuno Monteiro Azevedo	Investigador auxiliar	46	2468
Ivo Figueiredo Dias	Investigador auxiliar	39	7715
Renato Miguel Rodrigues Pereira	Doutorado (2)	32	10238
Luís Fernandes Dias	Técnico superior	53	2105
Jorge Gião Santos	Técnico superior	48	2276
Carlos Fonseca Resende	Técnico superior	46	2301
Hélder Santos Vitória	Técnico superior	51	2302
André Gonçalo Garcêz Cordeiro	Assistente técnico	31	7810

(1) Coordenador de Ciência e Tecnologia (chefe do núcleo); (2) Doutorado contratado no início de dezembro de 2020

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

Nome	Categoria	Idade no início de 2021 (anos)	Nº de funcionário
António Tavares de Castro (1)	Investigador principal	60	1940
Maria Luísa Braga Farinha	Investigadora auxiliar	52	2177
Eliane Teixeira Alves Portela	Investigadora auxiliar	65	2316
José Piteira Gomes	Investigador auxiliar	64	2489
Juan Tomé Caires Mata	Investigador auxiliar	42	7696
Carlos Oliveira Macedo Serra	Investigador auxiliar	37	7721
João Ricardo Conde da Silva	Investigador auxiliar	40	10528
António José Pinto Tavares	Técnico superior	65	1543
Ricardo Jorge Martinho Oliveira	Técnico superior	48	2170
Hernâni Manuel Batista Brum	Técnico superior	55	2416
Hugo Barros Pernet	Técnico superior	40	5824
Tiago Matos Henrique	Técnico superior	37	7829
David Gonçalves Pereira	Técnico superior	34	10126
Francisco Bento Borralho	Técnico superior	31	10664
Fernando Arcanjo Marques	Assistente técnico	60	1903

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

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

Nome	Categoria	Idade no início de 2021 (anos)	Nº de funcionário
Ana Maria Duarte Fonseca (1)	Investigadora principal	65	1939
Maria João Barros Henriques	Investigadora principal	60	1925
José Nuno Pedroso Lima	Investigador auxiliar	59	6345
Dora Luz Roque	Doutorada (2)	34	7808
Henrique Anjos Candeias	Técnico superior	59	2360
Nádia Saraiva Braz	Técnica superior	35	7790
José Alberto Fernandes dos Santos	Assistente técnico	50	2066
Aires Fernandes Moita	Assistente técnico	57	2201
Hugo Teixeira da Silva	Assistente técnico	46	2307

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

(2) Doutorada em dezembro de 2020, ligação ao LNEC como bolsеira de doutoramento (BD) no início de 2021

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		1			1
	Investigador principal	1	2	1	2	6
	Investigador auxiliar		4	6	1	11
	Doutorado		1			1
	Bolsеiro de doutoramento				1 (a)	1
Técnica	Técnico superior		4	7	2	13
	Assistente técnico		1	1	3	5
Administrativa	Coordenador técnico	1				1
	Assistente técnico	2				2
Total		4	13	15	9	41

(a) Doutoramento concluído em dezembro de 2020, ligação ao LNEC como BD no início de 2021

Comparando os cinco quadro anteriores com os quadros correspondentes do plano de atividades para 2020, refere-se que durante esse ano: i) aposentaram-se o investigador-coordenador Romano Câmara (NMMR) e o assistente operacional Inácio Gonçalves (NGA); ii) faleceu o assistente operacional Francisco Morganho (NO); iii) no âmbito do PREVPAP, o bolsеiro de iniciação à investigação científica (BIIC) João Silva passou para investigador auxiliar, mantendo-se no NO; iv) também no âmbito do PREVPAP, o bolsеiro de experimentação Hugo Pernetá (NO) e os bolsеiros técnicos de investigação Tiago Henrique (NO), David Pereira (NO) e Nádia Braz (NGA) passaram a técnicos superiores, mantendo-se nos respetivos núcleos; v) o bolsеiro de pós-doutoramento (BPD) Carlos Serra passou para investigador auxiliar, no âmbito de um concurso público, permanecendo no NO; vi) o bolsеiro de pós-doutoramento (BPD) Renato Pereira passou para doutorado contratado, após concurso público, mantendo-se no NMMR; e vii) a BD Dora Roque concluiu o doutoramento em dezembro de 2020, mas mantém-se com essa bolsa, no NGA, no início de 2021.

Assim, no início de 2021 existem no DBB, com contrato de funções públicas, os seguintes trabalhadores: 18 da carreira de investigação, 18 da carreira técnica e 3 da carreira administrativa (estes últimos colocados na Secção de Expediente). Há ainda 1 doutorado contratado e 1 bolsa de doutoramento.

A idade média dos 41 trabalhadores do DBB é de 51 anos. A idade média dos investigadores é de 55 anos, sendo de 62 anos para os investigadores principais e de 51 anos para os investigadores auxiliares. A idade média dos técnicos superiores é de 46 anos.

Refere-se o acolhimento no NMMR do bolseiro 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 bolseiro de doutoramento Gustavo Filipe Medeiros da Câmara, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), tem coorientação do investigador Nuno Azevedo e tem tido períodos prolongados de permanência no NMMR.

Tem vindo a ser dado apoio à elaboração de dissertações de mestrado, através de orientação científica de alguns alunos finalistas, predominantemente dos ramos de engenharia civil e geográfica.

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

2.3 Instalações e equipamentos

As instalações do DBB no “campus” do LNEC não sofreram alterações relativamente ao ano anterior. Merece referência, 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 de equipamentos informáticos, de ensaio e de medição necessários ao desenvolvimento natural das atividades de investigação e por contrato. No que respeita aos equipamentos informáticos, alguns deles são antigos e estão obsoletos, pelo que se tentará, na medida do possível, a sua substituição, ao abrigo dos programas de reequipamento do próprio LNEC e também os proporcionados por projetos de investigação com financiamento externo.

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

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) serviços de ciência e tecnologia (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 está envolvido em intervenções de grande responsabilidade para a segurança de obras, designadamente em barragens e em obras em maciços rochosos. Refere-se ainda a monitorização de outros tipos de estruturas, designadamente estruturas costeiras e vias de comunicação.

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

3.2 Objetivos estratégicos e operacionais

3.2.1 Aspetos gerais

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 2021, 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 UE, 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&I;
- 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 e Tecnologia (C&T) na orientação de doutoramentos e de mestrados, contribuindo com uma componente de investigação aplicada que decorre dos estudos por contrato em que está envolvido, participa em projetos de I&D&I 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 UE;

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 e pareceres

Os estudos realizados pelo DBB, ao abrigo de contratos, têm como principal objetivo o desempenho das funções do LNEC previstas no RSB e o apoio aos donos de obra das grandes barragens de betão e alvenaria portuguesas no controlo de segurança destas obras. 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 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, e Engie, 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; e
- à Electricidade de Moçambique (EDM) no acompanhamento e controlo da segurança das barragens de Chicamba, Mavuzi e Lichinga.

Referem-se ainda os estudos em curso para a CEMIG (Brasil), incluindo a análise do comportamento da barragem de Peti.

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, Engie, EDIA e EDM, para o arquivo e exploração da informação proveniente dos sistemas de observação instalados nas obras.

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

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, da RILEM e do IPQ (nomeadamente referentes à revisão do Eurocódigo 7); e
- o apoio à realização de cursos, à organização de conferências nacionais e internacionais e ao funcionamento de sociedades científicas nacionais e internacionais, adiante detalhado.

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

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. Refere-se, contudo, que podem existir oportunidades no âmbito das problemáticas associadas às alterações climáticas e à diminuição de emissões de dióxido de carbono, designadamente nos aspetos relacionados com os reforços de potência e reversibilidade das centrais hidroelétricas e com a extensão da vida útil das obras.

Apesar deste ambiente menos favorável, os investigadores do DBB têm tentado obter financiamento externo para as atividades de investigação, através da apresentação de candidaturas, a maior parte das vezes em associação com parceiros internos ou externos ao LNEC, adaptando os projetos, na medida do possível, aos objetivos definidos pelas entidades financiadoras. Será mantida 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 Serviços de ciência e tecnologia

Portugal fez, a partir do início da década de 50 do século passado, uma opção estratégica no que respeita à exploração de recursos hídricos para abastecimento de água às populações, regadio e produção de energia elétrica, investindo na construção de barragens. O LNEC está, desde essa década, envolvido no apoio ao projeto, construção e exploração destas obras, nos aspetos relativos à segurança, principalmente através do DBB, do Departamento de Geotecnia (DG) e do Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA), tendo acumulado um acervo relevante de conhecimento técnico e científico nestas áreas. Desde então o DBB tem desenvolvido estas atividades nas obras de betão e alvenaria, com destaque para as barragens integradas em aproveitamentos hidroelétricos (já que 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 (hm ³)	Potência (MW)	Tipo de central	Concessionário	Fase atual das obras
Alto Ceira II	Abóbada	41,00	1,5	-	-	EDP	Exploração
Ribeiradio	Gravidade com curvatura	83,00	136	75	Poço	GreenVouga (grupo EDP)	
Ermida	Gravidade	35,00	4	8	Pé jusante		
Baixo Sabor	Abóbada	123,00	1095	153	Poço	Engie	
Feiticeiro	Gravidade	45,00	30	36	Poço		
Foz Tua	Abóbada	108,00	106	270	Caverna		
Alto Tâmega	Abóbada	104,50	132	160	Pé jusante	Iberdrola	Construção
Daivões	Arco-gravidade	78,00	56	118	Poço		Primeiro enchimento
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	Engie	Exploração
Bemposta II		Poço	85	600	60	203		
Foz Tua	Central	Poço	50	740	100	270		
Alqueva II	Reforço de potência	Poço	55	380	73	259	EDP	
Salamonde II		Caverna	150	2000	115	224		
Venda Nova III		Caverna	400	4700	420	780		
Paradela II		Caverna	500	10000	580	318		Projeto
Daivões	Central	Poço	30	280	60	118	Iberdrola	Primeiro enchimento
Gouvães		Caverna	350	7700	650	880		

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, da CEMIG, no estado de Minas Gerais, Brasil, 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 2021

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 2021 prevê-se atividade de investigação no âmbito dos projetos em curso e atividade na realização dos estudos contratados. Estão ainda previstas outras atividades científicas e técnicas, de diversa índole, adiante referidas.

4.2 Investigação, desenvolvimento 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.

Prevê-se que em 2021 seja feita a avaliação dos projetos de investigação integrados no P2I/LNEC 2013-2020 (que terá uma componente interna no DBB, através da elaboração de relatórios finais de todos os projetos, e uma componente global no LNEC, a promover pela Comissão de Acompanhamento do P2I/LNEC 2013-2020) e 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.

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 no DBB quatro projetos de investigação e uma bolsa de doutoramento com financiamento da FCT.

Foram apresentadas cinco candidaturas, com a participação significativa de investigadores do DBB, ao Concurso para Projetos de IC&DT em todos os Domínios Científicos promovido pela FCT nos primeiros meses de 2021.

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	0401/1102/20366	António Lopes Batista	2015-06-23 (Reg. 6597)	2015-11-27	Enquadrou a tese de doutoramento do Doutoramento Renato Pereira
Modelação de maciços rochosos marcadamente heterogéneos	RockGeoStat	0402/1102/20536	Luís Nolasco Lamas	2015-12-02 (Reg. 11949)	2016-03-23	-
Discrete element modelling of rock engineering structures for seismic safety analyses	DEMRock6m	0402/1102/20549	José Delgado Muralha e José Vieira de Lemos	2016-02-16 (Reg. 16439)	2016-04-11	
Modelação de estruturas de blocos sob ações dinâmicas	MEBAD	0402/1102/20615	José Vieira de Lemos	2016-01-25 (Reg. 796)	2016-06-01	-
Técnicas avançadas para modelação numérica de processos de fratura material. Aplicações práticas e desenvolvimento de um programa de elementos finitos em código aberto	CoMatFail	0402/1102/20744	Ivo Figueiredo Dias	2016-03-09 (Reg. 2515)	2016-09-09	-
Caracterização experimental e modelação numérica das propriedades reológicas do betão de barragens	DamConcrete	0403/1102/20181	António Lopes Batista	2015-05-14 (Reg. 5109)	2015-07-09	Enquadrou a tese de doutoramento do IA Carlos Serra
Soluções de ponta para a avaliação sustentável das fundações de barragens de betão	DAMFA	0403/1102/20755	Maria Luísa Braga Farinha e Nuno Monteiro Azevedo	2016-02-16 (Reg. 1641)	2016-09-09	Enquadra as teses de doutoramento 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	0403/1102/20970	Juan Mata	2016-07-27 (Reg. 7470)	2017-02-21	-
Modelação do comportamento estrutural de barragens de betão afetadas por reações expansivas	DamSwelling	0403/1102/20677	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	0404/1102/19619	José Nuno Lima	2014-07-21 (Reg. 7542)	2014-10-29	-
Aplicação de técnicas avançadas de interferometria radar na determinação de deslocamentos em infraestruturas e geodinâmica	INFRASAR	0404/1102/19717	Ana Fonseca	2014-08-14 (Reg. 8199)	2014-12-29	Enquadrou a tese de doutoramento da BD Dora Roque
Imagens numéricas: aplicações à engenharia	ImEngine	0404/1102/19718	Ana Fonseca	2014-08-14 (Reg. 8200)	2014-12-29	-

Os 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.

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

No Quadro 4.2 listam-se os cinco 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 SSHM4Dams 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.

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
Análise do risco de inundação costeira a partir de múltiplas fontes para comunidades seguras e desenvolvimento sustentável	Mosaic.pt	Maria João Henriques 0404/1101/2107002	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 0404/1101/2105801	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 0404/1101/2111401	outubro de 2018 a setembro de 2021	LNEC: DHA/NEC; DBB/NGA UL/FC UNL/FCT ISEL	FCT	€236.928,50	€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 0404/1101/2182802	setembro de 2019 a outubro de 2022	LNEC: DHA/NEC; DHA/GTI; DBB/NGA	H2020	€398.381,25	€80.762,50
Monitorização sísmica e da integridade estrutural de grandes barragens de betão	SSHM4Dams	Sérgio Oliveira 0402/1101/22541	abril de 2021 a abril de 2024	LNEC: DBB/NMMR IST ISEL	FCT	€249.994,03	€121.470,85

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

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

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

É no âmbito dos projetos de investigação referidos que se realiza a orientação de teses de doutoramento e de dissertações de mestrado de alguns alunos finalistas, predominantemente dos ramos de engenharia civil e geográfica. No Quadro 4.3 apresenta-se a lista dos alunos com orientação de investigadores do DBB em 2021.

Quadro 4.3 – Teses de doutoramento e dissertações de mestrado com orientação de investigadores do DBB em 2021

Projeto	Aluno	Grau académico	Orientadores do LNEC	Acolhimento no LNEC	Universidade
MEBAD	Francesca Gobbin	Doutoramento	José Vieira Lemos	Não	Roma III
DAMFA	André Alegre	Doutoramento	Sérgio Oliveira	DBB	IST/UL
	Miguel Rodrigues	Doutoramento	Sérgio Oliveira	DBB	IST/UL
	Nuno Trindade	Doutoramento	Sérgio Oliveira	Não	IST/UL
	Sebastião Ferreira	Mestrado	Maria Luísa Braga Farinha Nuno Monteiro Azevedo	DBB	FCT/UNL
RESTATE	João Sena Cardoso	Mestrado	Juan Mata	DBB	IST/UL
DamSwelling	Cláudia Folgado Santos	Doutoramento	Luís Oliveira Santos António Lopes Batista	DE	FCT/UNL
	Samuel Ferra	Mestrado	Ivo Figueiredo Dias António Lopes Batista	DBB	FCT/UNL
SHEAR / DAMFA	Gustavo Câmara	Doutoramento	Nuno Monteiro Azevedo	DBB	FCT/UNL

Prevê-se a conclusão, em 2021: i) do programa de investigação do IP António Lopes Batista, no âmbito do projeto DamSwelling; ii) das teses de doutoramento de Francesca Gobbin e André Alegre; e iii) das dissertações de mestrado de Sebastião Ferreira, João Sena Cardoso e Samuel Ferra.

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 2021.

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, 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, Engie, 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 e pareceres em Portugal

4.3.1 Aspetos gerais

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

Como referido, os estudos relativos à atividade por contrato têm vindo a ser solicitados pela APA e pelos concessionários dos aproveitamentos, de entre os quais se devem destacar a EDP, a Engie, 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 Aguiã-Enlca (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.

Desde 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 nas barragens e obras subterrâneas com acompanhamento do LNEC, designadamente nas da EDP (Quadro 4.4), GreenVouga (Quadro

4.5), Engie (Quadro 4.6), Small Hydro e Pebble Hydro (Quadro 4.7), APA (Quadro 4.8), EDIA (Quadro 4.9), Águas de Portugal (Quadro 4.10) e Ribeira da Teja (Quadro 4.11). Refere-se que, no caso das obras subterrâneas associadas aos aproveitamentos de Vilarinho das Furnas, Alto Lindoso, Miranda, Picote, Bemposta, Torrão e Tabuaço, estão previstas inspeções de seis em seis anos, com emissão de relatório pelo LNEC.

Quadro 4.4 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela EDP

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

(a) Prevista para 2022, mas antecipada para 2021;

(b) Prevista em 2021, mas adiada para 2022.

Quadro 4.5 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela GreenVouga (grupo EDP)

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

Quadro 4.6 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela Engie

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
Miranda	Barragem	X	X		
	Obras subterrâneas das centrais				
Picote	Barragem	X			
	Obras subterrâneas das centrais				
Bemposta	Barragem	X			
	Obras subterrâneas das centrais				
Baixo Sabor		X	X	X	X
Feiticeiro		X		X	X
Foz Tua	Barragem	X			X
	Obras subterrâneas da central	X	X (a)		

(a) Prevista em 2020, mas adiada para 2021

Quadro 4.7 – Apoio do DBB em 2021 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	Penide	X			
	Freigil	X	X	X (a)	
Pebble Hydro	Rebordelo	X		X	
	Bouçoais-Sonim	X		X	
	Nunes	X		X	
	Torga	X		X	
	Ovadas	X	X		
	Covão do Ferro	X	X	X	

(a) Realizada parcialmente em 2020, repetição em 2021

Quadro 4.8 – Apoio do DBB em 2021 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 4.9 – Apoio do DBB em 2021 no acompanhamento de obras em exploração pela EDIA

Barragens de betão com acompanhamento do LNEC	Arquivo e análise dos resultados da observação	Visita de inspeção e de especialidade	Observação geodésica	Outras atividades
Alqueva	X		X	(a) (b)
Pedrógão	X	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;
 (b) Apoio à operacionalização do sistema de observação sísmica.

Quadro 4.10 – Apoio do DBB em 2021 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)		(b)
	Ferradosa	X	(a)		
	Olgas	X	(a)		
	Sordo				
	Queimadela				
Águas do Vale do Tejo	Penha Garcia	X	(a)	(a)	(c)
	Corgas	X	(a)	(a)	(c)

- (a) Atividades ainda não definidas;
 (b) Apoio aos trabalhos de instalação de comportas no descarregador de cheias;
 (c) Apoio à reabilitação dos sistemas de observação.

Quadro 4.11 – Apoio do DBB em 2021 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. A barragem da Bravura tem tido acompanhamento em alguns anos, através da realização de inspeções e de campanhas de observação geodésica. Na barragem do Caia foi dado apoio ao dono de obra na atualização do plano de observação, que culminou com a emissão de parecer.

Refere-se ainda o acompanhamento do comportamento do túnel adutor na encosta da margem direita da barragem de Castelo do Bode, para a EPAL, e a monitorização com interferometria SAR (InSAR) das infraestruturas do Metro do Porto.

4.3.3 Apoio à construção, reabilitação e instrumentação de obras

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

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.

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

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, prolongou-se em 2020 e terminará em 2021.

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

É ainda de referir o início, previsto para junho de 2021, do acompanhamento das obras de construção das linhas circular e amarela do Metro do Porto.

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

Em 2021 prosseguirá o acompanhamento dos primeiros enchimentos das albufeiras das barragens de Daivões e de Gouvães e serão preparados os planos de primeiro enchimento dos circuitos hidráulicos de Daivões e de Gouvães.

Prosseguirão os estudos com vista à 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, e do Baixo Sabor, durante o primeiro período de exploração.

4.3.5 Pareceres e outros estudos

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

4.4 Estudos 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). Prevê-se a realização da negociação com a EDM para o estabelecimento de um contrato bienal (2021 e 2022), relativo à retoma do acompanhamento regular daquelas barragens pelo LNEC.

Foram concluídos pelo LNEC, no início de 2021, os últimos relatórios dos quatro estudos sobre aspetos de segurança da barragem de Cahora Bassa, contratados com a HCB em 2016. Está prevista para outubro de 2021 a realização de um *workshop* e de uma ação de formação, 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.

Durante 2021 será levado a efeito o estudo contratado em 2020 com a HCB, relativo à análise da segurança das fundações e do encontro esquerdo da barragem de Cahora Bassa, envolvendo o DBB, o DG e o DHA.

4.5 Estudos no Brasil

O LNEC contratou com a CEMIG, no final de 2019, a realização de uma auditoria relativa às práticas da empresa no domínio do controlo de segurança das suas barragens. Este trabalho, que envolve o DG, o DBB e o DHA, deverá prosseguir em 2021. 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 inclui ainda, no 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.

4.6 Outras atividades científicas e técnicas

4.6.1 Organização de eventos científicos e técnicos

4.6.1.1 Participação na organização de encontros

Em 2021 está prevista a participação de investigadores do DBB na organização de um conjunto diversificado de eventos científicos e técnicos, muitos deles adiados em 2020.

Haverá um envolvimento significativo na organização na *XVI International Conference on Alkali Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2020-2022)*, que decorrerá no LNEC em meados de 2022, sendo o IP António Lopes Batista e o BPD Carlos Serra, respetivamente, presidente e membro da comissão organizadora. O IA José Piteira Gomes pertence à comissão científica.

O IP António Lopes Batista integra ainda a comissão científica do encontro Reabilitar & Betão Estrutural 2020, que decorrerá no LNEC em novembro de 2021.

A IA Eliane Portela estará envolvida na organização da *4th International Dam World Conference (Dam World 2020)*, que teve um *webinar* em setembro de 2020, sendo o IP António Lopes Batista *co-chairman* e o IC José Vieira de Lemos e o IP Luís Lamas membros da comissão científica do evento. A realização presencial do evento será concretizada logo que possível.

O IP Luís Lamas é membro da comissão de acompanhamento do *Latin American Rock*. Está também envolvido no 17º Congresso Nacional de Geotecnia (que decorrerá no LNEC logo que possível) como membro da comissão organizadora, sendo o IC José Vieira de Lemos, o IP José Muralha e a IA Maria Luísa Braga Farinha membros da comissão científica do evento.

O IC José Vieira de Lemos integra também a comissão científica do Eurock 2021, que se realiza (online) em setembro de 2021, em Turim.

A IP Ana Fonseca integra a comissão científica da *6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM)*, que decorreu *online* em abril de 2021.

O IP José Muralha integra ainda as comissões científicas do *Eurock 2021*, *Eurock 2022*, *Latin American Rock Mechanics Symposium 2022* e *15th ISRM International Congress 2023*.

A IP Maria João Henriques faz parte da comissão científica do *5th Joint International Symposium on Deformation Monitoring*.

O IA Jorge Pereira Gomes pertence: i) às comissões organizadora e científica do 12º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2020), que decorrerá em Leiria em setembro de 2021; e ii) à comissão organizadora do *ICEM20 - 20th International Conference on Experimental Mechanics*, a realizar em julho de 2023 no Porto.

O IA Carlos Serra integra a comissão científica da *International RILEM Conference on Early age and long-term crack width analysis in RC structures*, que decorreu na ENS Paris-Saclay, em abril de 2021.

4.6.1.2 Organização e docência de cursos

Está prevista a participação de investigadores do DBB na organização e docência de cursos em 2021.

O DBB participa no corpo docente dos seguintes cursos: i) exploração e segurança de barragens (CESB), promovido anualmente pela APA, LNEC, IST e EDP; e ii) projeto, construção e exploração de pequenas barragens, promovido regularmente pelo LNEC. Devido à situação de pandemia, estes cursos não se realizarão em 2021. O IP António Tavares de Castro é membro da comissão organizadora do CESB.

O IC José Vieira de Lemos será um dos docentes: i) do curso *Discrete Computational Mechanics of Masonry Structures* organizado pelo CISM – International Centre for Mechanical Sciences, a realizar no final de julho, em Udine, Itália; e ii) do *Summer School - From corbel arches to double curvature vaults*, que decorrerá em Lago Como, Itália, no início de agosto de 2021.

O IA Sérgio Oliveira participa na organização do simpósio *MS17 – Seismic SHM: current and future research, innovation and practice*, no âmbito da *10th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-10)*, que se realizará *online* no Porto no final de junho de 2021.

Caso se confirme a sua realização em 2021, a IP Ana Fonseca 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:

- *Particles 2021*, Hamburgo, Alemanha, março de 2021;
- *4th Meeting of EWG Dams and Earthquakes* (online), junho de 2021;
- *10th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-10)* (online), Porto, junho de 2021;
- *Compdyn 2021* (online), Atenas, Grécia, junho de 2021;
- *CONREA-2021*, Aveiro, junho de 2021;

- *fib Symposium 2021 - Concrete Structures: New Trends for Eco-Efficiency and Performance* (online), LNEC, Lisboa, junho de 2021;
- *Eurock 2021 – Simpósio Internacional de 2021 da ISRM* (online), Turim, Itália, setembro de 2021;
- *12º Congresso Nacional de Mecânica Experimental (CNME2020)*, Leiria, setembro de 2021;
- *12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC2021)*, Barcelona, Espanha, setembro de 2021;
- *Reabilitar & Betão Estrutural 2020*, LNEC, Lisboa, novembro de 2021;
- *Dam World 2020*, LNEC, Lisboa, sem data;
- *17º Congresso Nacional de Geotecnia*, LNEC, Lisboa, sem data.

4.6.3 Participação em comités e grupos de trabalhos

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

O IP 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 a última revisão da regulamentação portuguesa de segurança de barragens. É membro, desde 2020, do comité *RILEM TC-ARM: Alkali-aggregate reaction mitigation*.

O IP Luís Lamas é vice-presidente eleito do Conselho Científico do LNEC. É ainda, 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 subcomissão IPQ/CT156/SC9 - Geotecnia em Engenharia Civil - *Prospecção, Ensaios de Campo e Observação*, da subcomissão IPQ/CT115/SC7 - Eurocódigos Estruturais - Eurocódigo 7 - Projeto Geotécnico. Coordena, desde maio de 2021, a *Rock Engineering Platform* do subcomité TC250/SC7 do CEN. É membro da Comissão sobre a Evolução do Eurocódigo 7 da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM). O doutorado Renato Pereira integra o WG1/TG3.

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

O IA Jorge Pereira Gomes integra a comissão científica da Revista de Mecânica Experimental.

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

O IA Carlos Serra e o IA João Silva fazem parte do comité técnico RILEM TC 287-CCS – *Early age and long-term crack width analysis in RC structures*.

A IP Ana Fonseca pertence à Assembleia de Representantes da Ordem dos Engenheiros.

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. Integra ainda o Conselho de Admissão e Qualificação da Ordem dos Engenheiros.

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

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 e Engenharia das Rochas (ISRM).

O IA Jorge Pereira Gomes é o tesoureiro da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET) no triénio 2021-2023.

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 (FUNDCCIC).

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.

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 da Universidade de Lisboa, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Escola de Engenharia da Universidade do Minho. No estrangeiro deve referir-se a Universidade Politécnica da Catalunha 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 2021

5.1 Aspectos gerais

O presente capítulo refere-se à previsão do desempenho operacional e financeiro do DBB em 2021.

Em termos de indicadores de desempenho do DBB, espera-se que em 2021 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 Atividade de I&D&I

Em anos anteriores foram produzidos no DBB, no âmbito da atividade de I&D&I, 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 2021 o número de documentos a elaborar seja da mesma ordem de grandeza.

5.3 Estudos e pareceres

Estão já definidos os montantes relativos ao acompanhamento do comportamento para ações estáticas das obras em exploração pela EDP, GreenVouga, Engie, EDIA, Small Hydro, Pebble Hydro e Ribeira da Teja – Produção de Energia, em moldes idênticos aos concretizados em anos anteriores. Está indefinido o acompanhamento das barragens de betão a cargo da APA e da empresa Águas de Portugal (Águas do Norte e Águas do Vale do Tejo). No Quadro 5.1 apresentam-se as receitas previstas em 2021 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 2021 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 (a)	TOTAL
EDP	596.460	18.900	54.000	-	669.360
GreenVouga	44.700	-	-	82.000	126.700
Engie	139.800	6.300	9.000	107.200	262.300
EDIA	51.000	-	18.000	25.000	94.000
Small Hydro	7.920	-	-	-	7.920
Pebble Hydro	23.640	-	19.800	-	43.440
APA	(b)	-	(b)	-	(b)
Águas do Portugal	(b)	-	(b)	10.000	10.000
Ribeira da Teja	6.300	-	5.400	-	11.700
TOTAL	869.820	25.200	106.200	224.200	1.225.420

(a) Estudos específicos contratados em anos anteriores cuja conclusão está prevista para 2021 e 2022

(b) Valores que dependem de eventual contratação a realizar durante 2021

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 do Caia, Odivelas e Roxo. No caso da barragem da Bravura (Odeáxere), têm sido irregulares as contratações para a realização do acompanhamento da obra pelo LNEC.

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 total, em 2021, estimada em 93.740 euros.

Estima-se em cerca de 300.000 euros o valor das receitas previstas em 2021 com os trabalhos em curso de apoio à construção, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e circuitos hidráulicos das obras dos aproveitamentos de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, da Iberdrola.

Os estudos sobre aspetos de segurança da barragem de Cahora Bassa deverão corresponder às seguintes receitas para o DBB: i) cerca de 41.900 euros, com a conclusão dos estudos iniciados em 2016 e terminados no início de 2021; e ii) cerca de 91.000 euros, relativos aos estudos em curso de análise da segurança das fundações e do encontro esquerdo da barragem.

No que se refere aos trabalhos a realizar para a CEMIG, prevê-se que os proveitos para o DBB em 2021 sejam de cerca de 21.000 euros.

Nos anos anteriores o NGA realizou um número considerável de trabalhos por contrato relativos à monitorização de outras obras de engenharia, esperando-se, em 2021, o prosseguimento deste tipo de atividades, principalmente no que respeita a serviços envolvendo levantamentos com *drone*.

5.4 Previsão do desempenho global do DBB em 2021

5.4.1 Aspetos gerais

A previsão do desempenho global do DBB em 2021, em termos de número de publicações e de execução financeira, baseia-se nos elementos referentes à atividade desenvolvida na última década. Refere-se que neste período o número de trabalhadores do DBB decresceu cerca de 25%.

5.4.2 Número de publicações previstas para 2021

Na Figura 5.1 apresenta-se um gráfico com o número de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas) do DBB, entre 2010 e 2020. Em termos médios, anualmente são elaborados cerca de 30 artigos e comunicações e são produzidos cerca de 80 relatórios e notas técnicas. Prevê-se para 2021 um desempenho similar.

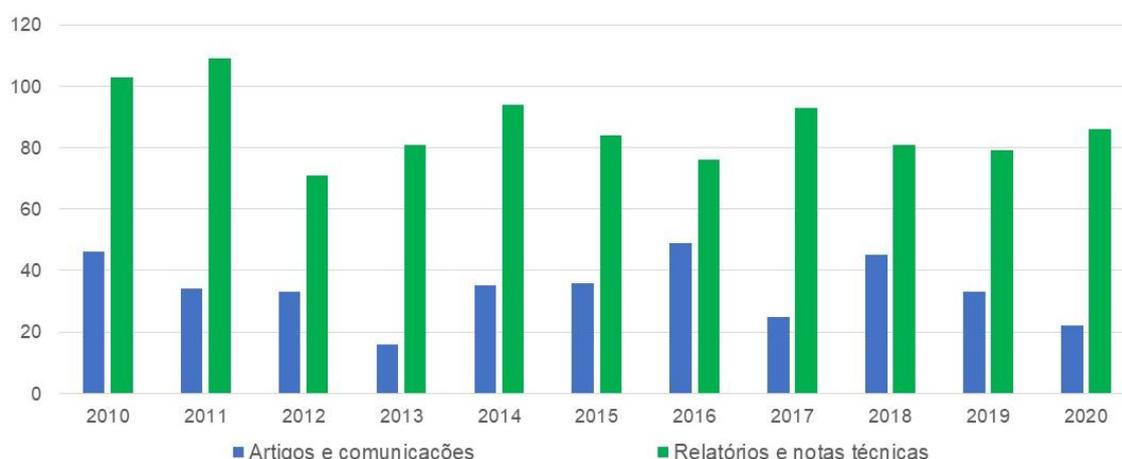


Figura 5.1 – Resultados das atividades do DBB em termos de publicações (artigos, comunicações, relatórios e notas técnicas), entre 2010 e 2020

5.4.3 Despesas e receitas previstas para 2021

A atividade global do DBB pode ser caracterizada, entre 2011 e 2020, pelos valores (em euros) que constam da Figura 5.2, na qual também se compara o desempenho dos diferentes departamentos do LNEC. Como referido, o DBB é um departamento de média dimensão, já que tem cerca de 1/8 dos efetivos das 8 unidades departamentais do LNEC.

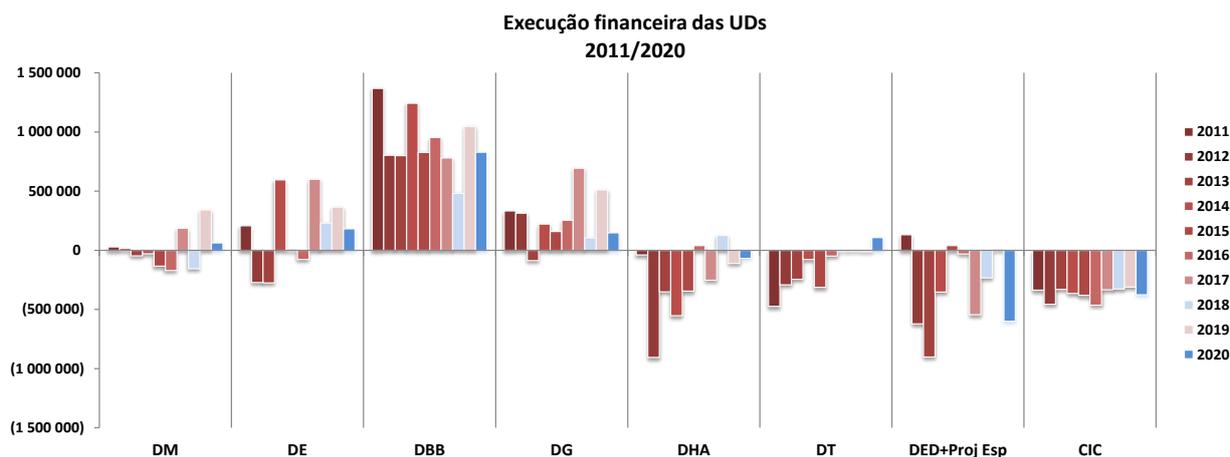


Figura 5.2 – Execução financeira das unidades departamentais entre 2011 e 2019, em euros (elementos fornecidos pelo Conselho Diretivo do LNEC)

Na execução financeira do DBB de 2020 foram consideradas despesas de 1.816.000 euros (pessoal do quadro – 1.613.000 euros; bolseiros – 84.000 euros; missões e deslocações – 109.000 euros; bens e serviços – 9.000 euros; equipamentos – 1.000 euros) e receitas diretas de 1.881.000 euros (projetos de investigação com financiamento externo – 49.000 euros; estudos (contrato) e pareceres – 1.820.000 euros; outras atividades – 12.000 euros), a que corresponde um saldo positivo de 65.000 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 829.000 euros.

Os montantes da execução financeira de 2012, 2013, 2015, 2017 e 2020 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.

Em 2021 não estão previstas alterações no DBB que possam influenciar muito as receitas e as despesas. Estão previstas receitas semelhantes às do ano anterior. Quanto às despesas, embora o número de efetivos do DBB tenha diminuído, haverá um ligeiro aumento, devido ao impacto da conclusão do PREVPAP, com a passagem de bolseiros para o regime de contratação em funções públicas.

As receitas diretas previstas para 2021 deverão estar dentro do intervalo verificado nos anos anteriores (valores compreendidos entre 1,6 e 2,0 milhões de euros). Estas receitas têm por base, essencialmente, o acompanhamento do comportamento das obras em exploração, o acompanhamento em curso da construção, instrumentação e primeiro enchimento das albufeiras e dos circuitos hidráulicos das obras dos empreendimentos de Daivões, Alto Tâmega e Gouvães, bem como a realização de novos estudos e a conclusão de estudos contratados em anos anteriores. As receitas

externas por via do financiamento da investigação continuarão a ser, provavelmente, de pequena monta.

As despesas do DBB em 2021 não deverão diferir muito das verificadas nos anos anteriores, estimando-se que sejam de cerca de 1,8 milhões de euros.

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 41 trabalhadores do DBB é de 51 anos. Trata-se de uma idade média elevada, pelo que se continua a considerar premente a renovação e rejuvenescimento do pessoal do DBB, para se garantir a desejável continuidade de transmissão de conhecimentos e da cultura institucional para as gerações seguintes. Esta questão coloca-se essencialmente na carreira de investigação, em especial no setor da mecânica das rochas.

No setor de mecânica das rochas há apenas dois investigadores, ambos com mais de 60 anos, e um doutorado, com 32 anos. Deveria haver, pelo menos, mais um elemento jovem da carreira de investigação nesta área.

Dado que atualmente não existem bolseiros a desenvolver teses de doutoramento, 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 concursos para progressão na carreira. 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.

6.2.2 Formação

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

Sendo crucial a boa utilização de ferramentas informáticas no trabalho do DBB, estão já em curso interações internas com vista a melhorar os conhecimentos em programação de investigadores e técnicos. Neste âmbito considera-se prioritária a formação em BIM (*Building Information Modelling*). Esta ferramenta tem já uma utilização generalizada em arquitetura e engenharia, apresentando muitas potencialidades em barragens. Assim, já em anos anteriores foi concretizada a frequência de ações de formação externa, prevendo-se que se sigam outras em 2021.

Está já prevista a frequência das seguintes ações de formação: introdução à linguagem Python, promovida pela Ordem dos Engenheiros, por Dora Roque e Hugo Silva; BIM, promovido pelas Universidades do Minho, Porto e Lisboa, por Carlos Serra; *Short Course on Optical Fiber Sensing for Structural & Geotechnical Health Monitoring*, a realizar no âmbito da conferência *SHMII-10* (Porto), por Jorge Pereira Gomes; e avaliação da condição de coletores com base em inspeção visual, promovido pelo FUNDIC, por José Muralha. Serão ainda considerados os casos correspondentes a necessidades que venham a surgir.

6.3 Instalações

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

O edifício Calouste Gulbenkian tem mais de 50 anos (foi construído na década de 60 do século passado), mas as suas instalações são adequadas às exigências funcionais requeridas pela atividade do DBB. Haverá que incrementar ações de manutenção, em particular 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 presenciais da CCD/DBB têm sido realizadas nas salas do Centro de Congressos. Assim, continua em análise a possibilidade de transferir a sala de reuniões para um espaço mais amplo.

6.4 Equipamentos

Muitos dos computadores do DBB são antigos e desatualizados. Alguns foram adquiridos antes de 2010. Houve aquisições pontuais entretanto. 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 de grande cálculo científico aconselham que sejam adquiridos computadores com maiores capacidades.

Alguns equipamentos de observação geodésica são também antigos, tendo já experimentado diversas avarias. Os equipamentos GNSS foram adquiridos em 2005 e 2015, tendo o de 2015 sido comprado através de financiamento externo de I&D e instalado na barragem do Cabril, não estando disponível

para o trabalho por contrato do NGA. Em 2020 foi adquirido um taqueómetro da nova geração, que permite 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 2021 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 2021 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 continuação dos estudos em curso sobre aspetos de segurança da barragem de Cahora Bassa; vii) a conclusão de relatórios de estudos contratados anteriormente, designadamente os relacionados com a construção, primeiro enchimento e exploração de obras dos aproveitamentos de Foz Tua, Ermida e Feiticeiro; viii) o acompanhamento da construção das obras das linhas circular e amarela do Metro do Porto; e ix) a monitorização InSAR das infraestruturas do Metro do Porto.

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 2021 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, já que os atuais têm uma idade média elevada (51 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, junho de 2021

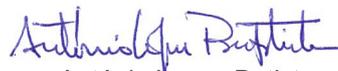
VISTO

O Diretor do Departamento de Barragens de
Betão



António Lopes Batista

AUTORIA



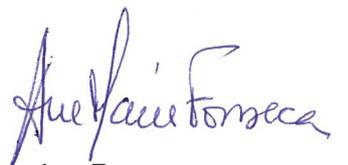
António Lopes Batista
Investigador Principal



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.

LNEC, 2020 – **Plano de atividades do Departamento de Barragens de Betão para 2020**. LNEC - Proc. 0401/1311/19522. Relatório 45/2020 – DBB/Chefia.

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