

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, I.P. (APA)

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE APOIO
AO
REGULAMENTO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS (RSB)

1ª Edição

Documentos revistos e elaborados por
COMISSÃO DOS REGULAMENTOS DE BARRAGENS
(2008-2016)

Lisboa, abril de 2018

TABELA DE ALTERAÇÕES

Data da alteração	Assunto	Página
Outubro/2019	Quadro I – Factores de avaliação do risco	138

PREFÁCIO

A segurança de barragens constitui um motivo de preocupação para a sociedade, face aos danos potenciais associados a estas estruturas, em especial no respeitante a pessoas e bens localizados nos vales a jusante, e também no que se refere aos importantes usos da água armazenada, na eventualidade de rotura de uma barragem, ainda que a probabilidade dessa ocorrência seja muito pequena.

O **Regulamento de Segurança de Barragens (RSB)**, inicialmente publicado pelo Decreto-Lei nº 11/90 de 6 de Janeiro e posteriormente revisto pelo Decreto- Lei nº 344/2007, de 15 de Outubro, estabelece o quadro de atuação ao controlo da segurança, para as barragens portuguesas de maiores dimensões.

Com a publicação do Decreto-Lei nº 21/2018, de 28 de Março, que agregou num único diploma o Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) e o Regulamento de Pequenas Barragens (RPB), foi introduzida uma importante alteração de âmbito de aplicação do RSB, que passou a ficar restringido às denominadas grandes barragens, aquelas que são de altura igual ou superior a 15m, ou que criam albufeiras de capacidade superior a 1 hm³ (desde que de altura igual ou superior a 10 m).

Nesta republicação do RSB, embora mantendo a generalidade das suas disposições, foram ainda acrescentadas algumas alterações, de extensão limitada, relativas a aspetos considerados essenciais face à experiência adquirida com a aplicação deste regulamento.

Em particular, as anteriores Normas para apoio à boa execução do RSB, publicadas através de Portarias, dão lugar aos presentes **Documentos Técnicos de Apoio**, agora estabelecidos pela Autoridade Nacional de Segurança de Barragens, como determinado no Art.º 55 do RSB.

A Agência Portuguesa do Ambiente, sendo a Autoridade Nacional da Água, tal como estipulado na Lei da Água, a qual impõe o cumprimento do RSB, é também a **Autoridade Nacional de Segurança de Barragens**, de acordo com o Art.º 5 do RSB, tendo como competência genérica o controlo da segurança de barragens.

Nos termos do RSB, aos donos de obra cabe promover o controlo de segurança das suas barragens e à Autoridade cabe promover e fiscalizar o cumprimento das disposições regulamentares, com o apoio especializado do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), nomeadamente para as barragens da Classe I. A Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e a Comissão de Segurança de Barragens (CSB) são ainda entidades da Administração Pública envolvidas no controlo de segurança das grandes barragens.

É de salientar, no respeitante à efetiva aplicação do RSB às grandes barragens, a importância orientadora e a valia técnica das Normas de apoio, versando todo o ciclo de vida destas obras. As Normas relativas ao projeto e à observação e inspeção foram inicialmente publicadas em 1993 e as Normas respeitantes à construção em 1998.

A Comissão dos Regulamentos de Barragens, constituída no LNEC em 2008, com a participação de especialistas de barragens e de representantes nomeados da Autoridade (APA), do LNEC, da ANPC, e ainda da EDP, da DGADR, da EDIA, do IST e da APPC, realizou uma revisão cuidada das Normas existentes e elaborou também novas Normas relativas à exploração. Na realização deste trabalho foi tida em conta a experiência de aplicação regulamentar entretanto adquirida, bem como os desenvolvimentos científicos, técnicos e organizativos que inevitavelmente ocorreram num período extenso de mais de vinte anos, desde a publicação das primeiras Normas.

Foi também considerado que haveria vantagem em que as Normas, dado o seu carácter predominantemente técnico, passassem a ser publicadas diretamente pela Autoridade, após parecer da Comissão de Segurança de Barragens, sob a forma de Documentos Técnicos de Apoio. Esta forma de publicação permitirá no futuro que se processem de forma mais ágil melhorias e alterações, face à evolução do conhecimento e das circunstâncias de aplicação.

Aqui se publica a 1ª Edição dos **Documentos Técnicos de Apoio** para boa execução do Regulamento de Segurança de Barragens, subdivididos nas partes de **apoio ao projeto, à construção, à exploração e à observação e inspeção das barragens**, tal como redigidos pela Comissão dos Regulamentos de Barragens, com base na revisão das Normas anteriores.

Lisboa, Agência Portuguesa do Ambiente, abril de 2018

António Sequeira Ribeiro

Vice-Presidente do Conselho Diretivo da APA, I.P.

Autoridade Nacional de Segurança de Barragens

NOTA INTRODUTÓRIA

1 – As barragens são estruturas necessárias, para um adequado aproveitamento dos recursos hidráulicos superficiais, com vista, nomeadamente, ao abastecimento urbano e industrial, à rega, à produção de eletricidade, à navegação, ao lazer e à atenuação de grandes cheias.

A construção e a exploração das barragens envolvem, em geral, danos potenciais para pessoas e bens existentes na sua vizinhança, podendo afetar vidas humanas, bens materiais e ambientais, bem como serviços essenciais para a vida das populações. Torna-se assim indispensável avaliar corretamente estes danos potenciais e definir medidas adequadas para o seu controlo e mitigação.

Em Portugal, a construção e exploração de grandes barragens teve lugar principalmente na segunda metade do século XX e foi acompanhada pelo desenvolvimento de técnicas e procedimentos com vista ao controlo de segurança das obras. Estas técnicas e procedimentos incluíram aspetos relativos ao projeto, à construção, à exploração, e à observação e inspeção das obras, de modo a prevenir e controlar a ocorrência de eventuais cenários de acidente ou incidente, detetando atempadamente estes cenários e implementando as necessárias medidas corretivas. Foram ainda desenvolvidas medidas de proteção civil, com vista à mitigação dos danos associados a um eventual acidente, não obstante as medidas preventivas e de controlo de segurança tornarem extremamente baixa a probabilidade de uma tal ocorrência.

2 – As medidas preventivas e de controlo de segurança, bem como as medidas de proteção civil das barragens portuguesas, foram inicialmente estabelecidas pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro. Este regulamento incorporou a experiência portuguesa de engenharia de barragens, bem como as boas práticas internacionais relativas ao projeto, à construção, à exploração, e à observação e inspeção de barragens, nomeadamente as recomendadas pela Comissão Internacional das Grandes Barragens.

No âmbito de aplicação do RSB aprovado pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro, foram incluídas as barragens com altura igual ou superior a 15 m, ou com altura igual ou superior a 10 m, criando albufeiras com capacidade superior a 1 hm³, designadas como grandes barragens, bem como barragens com altura inferior a 15 m e igual ou superior a 10 m, criando albufeiras de capacidade superior a 0,1 hm³, ou barragens ainda de menores dimensões a que fossem associados danos potenciais significativos ou elevados.

As disposições relativas às pequenas barragens não incluídas no âmbito de aplicação do RSB foram estabelecidas pelo Regulamento de Pequenas Barragens (RPB), anexo ao Decreto-Lei n.º 409/93, de 14 de Dezembro, que substituiu o Regulamento de Pequenas Barragens de Terra,

consubstanciado nos Decretos n.º 48 373 e n.º 48 643, respetivamente de 8 de Maio de 1968 e de 23 de Outubro de 1968.

3 – O RSB estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro, foi revisto após mais de 15 anos de execução e substituído pelo regulamento com o mesmo nome, anexo ao Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de Outubro. Nesta revisão do RSB foi tida em consideração a experiência adquirida, nomeadamente as dificuldades reveladas pela sua aplicação às pequenas barragens, bem como a evolução dos conhecimentos no domínio da engenharia de barragens. Assim, foram introduzidas diversas alterações e complementos nas disposições do RSB, mas foi mantida a aplicação deste regulamento às pequenas barragens com altura inferior a 15 m e igual ou superior a 10 m criando albufeiras de capacidade superior a 0,1 hm³, sendo, no entanto, limitada a aplicação às barragens ainda de menores dimensões a que fossem associados danos potenciais elevados.

Apesar das alterações introduzidas na revisão do RSB efetuada em 2007, a aplicação deste regulamento continuou a evidenciar dificuldades no que concerne às pequenas barragens, pelo que foi considerada a possibilidade de limitar a sua aplicação apenas às grandes barragens, isto é, às barragens com altura igual ou superior a 15 m, ou com altura igual ou superior a 10 m criando albufeiras com capacidade superior a 1 hm³, e rever o RPB anexo ao Decreto-Lei n.º 409/93, de 14 de Dezembro, para enquadrar de forma adequada neste regulamento todas as pequenas barragens, incluindo aquelas que deixavam de ser enquadradas pelo RSB.

Assim, foi elaborada uma alteração do RSB estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de Outubro, bem como a revisão e substituição do RPB estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 409/93, de 14 de Dezembro. Estas modificações do RSB e do RPB, incluindo nomeadamente a modificação relativa aos respetivos âmbitos de aplicação, foram estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 21/2018, de 28 de março, que agregou num único diploma os dois regulamentos.

4 – O desenvolvimento de disposições normativas relativas ao projeto, à construção, à exploração e à observação e inspeção das barragens, com vista a facilitar a boa execução do RSB, foi inicialmente estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro. De acordo com as disposições deste Decreto-Lei, foram elaboradas Normas de Projecto de Barragens (NPB) e Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB), publicadas por intermédio das Portarias n.º 846/93 e n.º 847/93, de 10 de Setembro, bem como Normas de Construção de Barragens (NCB), publicadas por intermédio da Portaria n.º 246/98, de 21 de Abril.

O Decreto-Lei n.º 21/2018, de 28 de março, determinou também a revogação destas Portarias e o estabelecimento de disposições equivalentes pela Agência Portuguesa do Ambiente, como Autoridade Nacional de Segurança de Barragens. Os presentes Documentos Técnicos incluem na Parte I, as disposições relativas ao projeto de barragens, correspondentes à revisão das NPB anexas à Portaria n.º 846/93, na Parte II, as disposições relativas à construção de barragens, correspondentes à revisão das NCB anexas à Portaria n.º 246/98, na Parte III, as disposições relativas à exploração de barragens (NEB) e, na Parte IV, as disposições relativas à observação

e inspeção de barragens, correspondentes à revisão das NOIB anexas à Portaria n.º 846/93, de 10 de Setembro.

5 – A alteração do RSB e a revisão do RPB, bem como a elaboração dos presentes Documentos Técnicos, foram desenvolvidos por uma Comissão constituída no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), na sequência de Despacho do Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, de 4 de Abril de 2008, incluindo especialistas de barragens e representantes da Autoridade Nacional de Protecção Civil, da Agência Portuguesa do Ambiente, da Associação Portuguesa dos Projectistas e Consultores, da Direcção-Geral da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, da EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A., da EDP – Gestão da Produção de Energia, do Instituto Superior Técnico, e do LNEC.

Os trabalhos da Comissão acima indicada foram coordenados pelo investigador do LNEC José Oliveira Pedro e tiveram a participação dos seguintes especialistas de barragens e representantes das entidades mencionadas: Acácio Ferreira Santo; António Adelino Veiga Pinto; António Alberto Nascimento Pinheiro; António Betâmio de Almeida; António Lopes Baptista; António Silva Gomes (coordenador da revisão das NOIB); Carlos Alberto de Brito Pina (coordenador da revisão das NPB); Eduardo Matos Gomes; Eduardo Ribeiro da Silva; Emanuel Leandro Maranha das Neves (coordenador da revisão do RPB); Fernando Almeida, Fernando Araújo; João Pedro do Vale Avillez; Jorge Manuel Vasquez (coordenador da revisão das NCB); José Ilídio da Silva Ferreira; José João Rocha Afonso (coordenador da elaboração das NEB), Jovelino Natálio de Matos Almeida; Laura Maria Mello Saraiva Caldeira; Luís Carlos Moreno Barbas, Luís Sá; Manuel Maria Basílio Pinho de Miranda; Maria Emília de Sousa Martins Borralho; Maria Manuela Araújo de Matos; Maria Teresa Santos Viseu; e Rui Bastos Fernandes Martins.

Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, abril de 2018

Carlos Pina

Presidente do Conselho Diretivo do LNEC

ÍNDICE

PARTE I – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO AO PROJETO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	3
Artigo 1.º Objeto	3
Artigo 2.º Âmbito de aplicação	3
Artigo 3.º Fases dos estudos de uma barragem	3
Artigo 4.º Aspetos gerais da elaboração dos projetos.....	4
CAPÍTULO II – DISPOSIÇÕES GERAIS	5
SECÇÃO 1 – ELEMENTOS BASE DO PROJETO	5
Artigo 5.º Elementos gerais.....	5
Artigo 6.º Estudos hidrológicos.....	6
Artigo 7.º Estudos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos	7
Artigo 8.º Estudos sísmológicos.....	8
SECÇÃO 2 – OUTROS ELEMENTOS DE PROJETO	9
Artigo 9.º Derivação provisória.....	9
Artigo 10.º Folga.....	11
Artigo 11.º Taludes naturais e escavações.....	11
Artigo 12.º Estruturas dos órgãos de segurança e exploração	11
SECÇÃO 3 – PEÇAS DO PROJETO	11
Artigo 13.º Características gerais e finalidades da barragem	11
Artigo 14.º Peças do estudo prévio.....	12
Artigo 15.º Peças do projeto de execução	13
Artigo 16.º Peças do projeto de pormenorização.....	14
Artigo 17.º Projeto elaborado pelo método observacional	14
Artigo 18.º Impacte ambiental.....	15
CAPÍTULO III – DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE BETÃO E DE ALVENARIA	16
SECÇÃO 1 – ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES	16
Artigo 19.º Estruturas	16
Artigo 20.º Fundações	17
Artigo 21.º Propriedades dos maciços de fundação.....	17
Artigo 22.º Tratamento dos maciços de fundação	19
Artigo 23.º Materiais, fabrico e colocação do betão.....	20
Artigo 24.º Materiais e execução das alvenarias	21
SECÇÃO 2 – AÇÕES	22
Artigo 25.º Aspetos gerais.....	22
Artigo 26.º Ações devidas à construção	22
Artigo 27.º Ações da água.....	24
Artigo 28.º Ações térmicas ambientais.....	24
Artigo 29.º Ações sísmicas.....	25
Artigo 30.º Ações do gelo e do caudal sólido.....	26

SECÇÃO 3 – DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DA FUNCIONALIDADE E DA SEGURANÇA	27
Artigo 31.º Aspectos gerais	27
Artigo 32.º Cenários de incidente e de acidente e situações de projeto	27
Artigo 33.º Modelos e métodos da análise	29
Artigo 34.º Verificação da funcionalidade e da segurança para cenários de incidente e de acidente.....	29
CAPÍTULO IV – DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE ATERRO	30
Artigo 35.º Aspectos gerais	30
Artigo 36.º Critérios gerais de dimensionamento	32
Artigo 37.º Situações de projeto	33
Artigo 38.º Durabilidade	34
Artigo 39.º Dimensionamento baseado em modelos de cálculo	35
Artigo 40.º Ações	36
Artigo 41.º Propriedades dos geomateriais naturais ou processados	37
Artigo 42.º Grandezas geométricas	38
Artigo 43.º Valores representativos e característicos	38
Artigo 44.º Valores de cálculo.....	39
Artigo 45.º Tipos de estado limite último.....	41
Artigo 46.º Estados limite.....	41
Artigo 47.º Verificação da segurança para estados limite tipo GEO, STR, UPL e HYD	42
Artigo 48.º Verificação da segurança para estados limite de utilização	42
Artigo 49.º Dimensionamento por medidas prescritivas	43
Artigo 50.º Ensaios em modelos experimentais	43
Artigo 51.º Outras disposições do projeto	43
CAPÍTULO V – DISPOSIÇÕES RELATIVAS AOS ÓRGÃOS DE SEGURANÇA E EXPLORAÇÃO.....	44
Artigo 52.º Órgãos de segurança e exploração	44
Artigo 53.º Descarregadores de cheias	44
Artigo 54.º Descargas de fundo.....	45
Artigo 55.º Tomadas de água	46
Artigo 56.º Centrais e circuitos hidráulicos associados à barragem	46
Artigo 57.º Restituições.....	46
Artigo 58.º Equipamentos de regulação e de obturação	47
CAPÍTULO VI – DISPOSIÇÕES RELATIVAS À ALBUFEIRA E AO VALE A JUSANTE.....	47
Artigo 59.º Aspectos gerais	47
Artigo 60.º Estudos da albufeira.....	48
Artigo 61.º Cadastro da zona da albufeira	48
Artigo 62.º Área inundável em caso de rotura.....	49
Artigo 63.º Planeamento de emergência.....	49
ANEXO I – Cheias a adotar nos projetos de barragens	49
ANEXO II – Sismos a adotar nos projetos de barragens	51

ANEXO III – Dimensionamento de barragens de aterro	52
---	-----------

PARTE II – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	57
Artigo 1.º Objeto do Documento Técnico	57
Artigo 2.º Âmbito de aplicação	57
CAPÍTULO II – DISPOSIÇÕES GERAIS.....	57
SECÇÃO 1 – ORGANIZAÇÃO E CONTROLO DAS ACTIVIDADES DE CONSTRUÇÃO	57
Artigo 3.º Diretor técnico da obra	57
Artigo 4.º Livro técnico da obra	58
Artigo 5.º Arquivo técnico da obra.....	59
Artigo 6.º Fiscalização.....	59
Artigo 7.º Controlo de segurança	59
Artigo 8.º Segurança no trabalho.....	60
SECÇÃO 2 – DESENVOLVIMENTO DAS ACTIVIDADES DE CONSTRUÇÃO	61
Artigo 9.º Plano de construção	61
Artigo 10.º Materiais a empregar e suas origens	62
Artigo 11.º Implantação da obra.....	62
Artigo 12.º Medições.....	62
Artigo 13.º Acessos e comunicações	63
Artigo 14.º Estaleiro	63
Artigo 15.º Zonas de empréstimo	64
Artigo 16.º Escavações e depósitos	64
Artigo 17.º Estratégia de construção com desvio provisório.....	65
Artigo 18.º Desarborização e desmatagem da albufeira	67
Artigo 19.º Equipamentos	68
Artigo 20.º Instalações elétricas	69
CAPÍTULO III – DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE BETÃO E DE ALVENARIA.....	70
SECÇÃO 1 – MATERIAIS PARA BARRAGENS DE BETÃO	70
Artigo 21.º Agregados e granulometrias	70
Artigo 22.º Cimentos, pozolanas e cinzas volantes	70
Artigo 23.º Água.....	71
Artigo 24.º Adjuvantes	71
Artigo 25.º Aços	72
SECÇÃO 2 – BARRAGENS DE BETÃO CONVENCIONAL.....	72
Artigo 26.º Composição dos betões.....	72
Artigo 27.º Fabrico do betão.....	72
Artigo 28.º Transporte, colocação e compactação do betão	73
Artigo 29.º Superfície de fundação e juntas de betonagem	73
Artigo 30.º Cofragens.....	74
Artigo 31.º Juntas de contração e injeções	74

Artigo 32.º Cura do betão e desmoldagem	75
Artigo 33.º Colocação do betão em tempo frio ou de chuva	76
Artigo 34.º Dissipação do calor de hidratação.....	76
Artigo 35.º Plano de betonagem	76
SECÇÃO 3 – BARRAGENS DE BETÃO COMPACTADO COM CILINDRO	77
Artigo 36.º Aspectos gerais	77
Artigo 37.º Composição dos betões.....	77
Artigo 38.º Bloco experimental	78
Artigo 39.º Armazenamento e transporte dos agregados.....	78
Artigo 40.º Fabrico de betão.....	79
Artigo 41.º Transporte, colocação e compactação do betão	79
Artigo 42.º Controlo de qualidade do betão em obra.....	80
Artigo 43.º Superfície de fundação e juntas de betonagem	80
Artigo 44.º Betonagem em condições desfavoráveis.....	80
Artigo 45.º Cofragens.....	81
Artigo 46.º Juntas de contração e seu tratamento	81
Artigo 47.º Galerias e órgãos hidráulicos	81
Artigo 48.º Plano de betonagem	81
SECÇÃO 4 – BARRAGENS DE ALVENARIA.....	82
Artigo 49.º Materiais para alvenarias	82
Artigo 50.º Execução das alvenarias	82
SECÇÃO 5 – FUNDAÇÕES E SEU TRATAMENTO	83
Artigo 51.º Consolidação, impermeabilização e drenagem da fundação.....	83
Artigo 52.º Controlo dos trabalhos de consolidação e impermeabilização de fundações.....	84
CAPÍTULO IV – DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE ATERRO	85
Artigo 53.º Materiais para aterros.....	85
Artigo 54.º Aterros experimentais	86
Artigo 55.º Filtros.....	86
Artigo 56.º Proteção dos paramentos.....	87
Artigo 57.º Elementos de estanquidade no paramento de montante.....	87
Artigo 58.º Materiais diversos	88
Artigo 59.º Preparação das fundações	88
Artigo 60.º Colocação dos aterros	89
Artigo 61.º Controlo da construção	90
Artigo 62.º Consolidação e impermeabilização das fundações	91
Artigo 63.º Controlo da consolidação e impermeabilização das fundações	91

PARTE III – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA EXPLORAÇÃO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	95
Artigo 1.º Objeto e âmbito.....	95
CAPÍTULO II – ORGANIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES DE EXPLORAÇÃO	95
Artigo 2.º Aspectos gerais	95

Artigo 3.º Manual de exploração	96
Artigo 4.º Livro técnico da obra	96
Artigo 5.º Arquivo técnico da obra relativo à exploração	97
Artigo 6.º Técnico responsável pela exploração.....	98
Artigo 7.º Modelos de organização das atividades de exploração.....	99
CAPÍTULO III – REGRAS DE EXPLORAÇÃO DA BARRAGEM	100
SECÇÃO 1 – EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA.....	100
Artigo 8.º Regras de exploração da albufeira	100
Artigo 9.º Comissão de Gestão de Albufeiras	101
Artigo 10.º Medidas especiais de proteção pública	101
SECÇÃO 2 – OPERAÇÃO DOS ÓRGÃOS DE SEGURANÇA E EXPLORAÇÃO	101
Artigo 11.º Aspectos gerais.....	101
Artigo 12.º Regras de operação dos órgãos de segurança e exploração	102
Artigo 13.º Operação em regime de cheia	102
Artigo 14.º Recolha e registo de dados.....	103
SECÇÃO 3 – CONSERVAÇÃO DAS ESTRUTURAS E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	103
Secção 3.1 – Conservação das estruturas	103
Artigo 15.º Aspectos gerais.....	103
Artigo 16.º Conservação corrente ou manutenção.....	104
Artigo 17.º Grande conservação ou reabilitação	104
Secção 3.2 – Manutenção dos equipamentos.....	104
Artigo 18.º Aspectos gerais.....	104
Artigo 19.º Tipos de manutenção	105
Artigo 20.º Ações de manutenção	105
Artigo 21.º Planeamento dos trabalhos.....	105
Artigo 22.º Modernização de equipamentos.....	105
CAPÍTULO IV – MEDIDAS A TOMAR NOS CASOS DE OCORRÊNCIAS EXCECIONAIS OU CIRCUNSTÂNCIAS ANÓMALAS.....	106
Artigo 23.º Aspectos gerais.....	106
Artigo 24.º Medidas imediatas e procedimentos de aviso e alerta.....	106
Artigo 25.º Inspeções.....	106
PARTE IV – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA OBSERVAÇÃO E INSPEÇÃO DE BARRAGENS	
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	109
Artigo 1.º Objeto deste Documento Técnico.....	109
Artigo 2.º Âmbito de aplicação	109
CAPÍTULO II – ORGANIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES DE OBSERVAÇÃO E INSPEÇÃO	110
Artigo 3.º Competências das entidades envolvidas nas atividades de observação e inspeção.....	110
Artigo 4.º Colaboração entre as entidades envolvidas nas atividades de observação.....	110

CAPÍTULO III – PLANO DE OBSERVAÇÃO	111
Artigo 5.º Aspectos gerais	111
Artigo 6.º Elaboração do plano de observação	111
Artigo 7.º Adaptação do plano de observação.....	111
Artigo 8.º Atualização do plano de observação.....	112
Artigo 9.º Revisões do plano de observação	112
Artigo 10.º Constituição do plano de observação.....	112
Artigo 11.º Inspeções visuais.....	113
Artigo 12.º Definição do sistema de observação	114
Artigo 13.º Instalação dos dispositivos de observação	114
Artigo 14.º Frequência das leituras.....	115
Artigo 15.º Recolha e processamento dos dados	115
Artigo 16.º Procedimentos e esquema de comunicação, no caso de ocorrências excecionais ou de comportamentos anómalos	116
Artigo 17.º Relatórios sobre a instalação e exploração do sistema de observação	117
Artigo 18.º Qualificação dos agentes encarregados da instalação e exploração do sistema de observação	118
Artigo 19.º Análise do comportamento e avaliação da segurança.....	118
 CAPÍTULO IV – FASE DE CONSTRUÇÃO	 119
Artigo 20.º Aspectos gerais	119
Artigo 21.º Inspeções visuais.....	119
Artigo 22.º Instalação dos dispositivos de observação	121
Artigo 23.º Adaptação do plano de observação.....	121
Artigo 24.º Recolha e validação dos dados e resultados da observação	122
Artigo 25.º Arquivo dos dados da observação.....	122
Artigo 26.º Análise e interpretação dos resultados	123
Artigo 27.º Elementos a incluir no livro e arquivo técnicos	123
 CAPÍTULO V – FASE DE PRIMEIRO ENCHIMENTO	 124
Artigo 28.º Aspectos gerais	124
Artigo 29.º Plano de primeiro enchimento	124
Artigo 30.º Inspeção prévia ao primeiro enchimento	125
Artigo 31.º Exploração do sistema de observação.....	126
Artigo 32.º Comunicação de informações	126
Artigo 33.º Análise do comportamento e avaliação da segurança.....	126
Artigo 34.º Relatório final de primeiro enchimento	127
Artigo 35.º Livro e arquivo técnicos da obra.....	127
Artigo 36.º Atualização do plano de observação.....	128
 CAPÍTULO VI – FASE DE EXPLORAÇÃO	 128
Artigo 37.º Aspectos gerais	128
Artigo 38.º Exploração do sistema de observação.....	129
Artigo 39.º Controlo de segurança estrutural durante esvaziamentos rápidos que possam dar origem a situações de risco elevado ou significativo	129
Artigo 40.º Inspeções visuais.....	130

Artigo 41.º Comunicação de informações	131
Artigo 42.º Inspeções regulamentares	131
Artigo 43.º Análise do comportamento e avaliação da segurança	132
Artigo 44.º Manutenção do sistema de observação	133
Artigo 45.º Arquivo informático dos dados de observação	133
Artigo 46.º Atualizações do plano de observação	133
Artigo 47.º Livro e arquivo técnicos da obra	134
Artigo 48.º Cheias e sismos	134
Artigo 49.º Inspeções visuais após a ocorrência de cheias e sismos	135
Artigo 50.º Outras ocorrências excecionais ou circunstâncias anómalas	136
CAPÍTULO VII – FASE DE ABANDONO E DEMOLIÇÃO	136
Artigo 51.º Aspectos gerais	136
Artigo 52.º Controlo de segurança das estruturas que permanecem	136
Quadro I – Factores de avaliação do risco	138
Quadro II – Grandezas a observar em barragens de betão	138
Quadro III – Grandezas a observar em barragens de aterro	140
Quadro IV – Frequências de observação recomendadas para barragens de betão	141
Quadro V – Frequências de observação recomendadas para barragens de aterro	142

PARTE I

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO AO PROJETO DE BARRAGENS

(Revisão da Portaria n.º 846/93, de 10 de Setembro, dos Ministérios da Administração Interna, da Agricultura, da Indústria e Energia, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, e do Ambiente e Recursos Naturais)

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO
AO PROJETO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

Artigo 1.º

Objeto

1 – O presente Documento Técnico destina-se a garantir a boa execução do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), no cumprimento do disposto no seu artigo 55.º, e tem por objeto estabelecer princípios e critérios gerais que devem presidir à elaboração dos projetos.

2 – Por projeto entende-se o conjunto de documentos que permite a conveniente definição e dimensionamento das obras e o esclarecimento das suas condições de execução e exploração.

Artigo 2.º

Âmbito de aplicação

O presente Documento Técnico aplica-se às barragens abrangidas pelo artigo 2.º do RSB.

Artigo 3.º

Fases dos estudos de uma barragem

1 – Os estudos para a realização de uma barragem desenvolvem-se geralmente por fases, devendo incluir as três fases a seguir discriminadas:

- a) Estudo prévio – constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos de informação, de modo a possibilitar a apreciação das soluções preconizadas, a sua comparação e a tomada de decisões;
- b) Projeto de execução – constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos de estudo, tais como resultados de ensaios de laboratório ou de campo, incluindo a definição final, o dimensionamento definitivo, uma proposta de estaleiro com o modo de construção das obras, as medições e orçamento finais e os cadernos de encargos, de maneira a poder iniciar-se a construção da obra;
- c) Projeto de pormenorização – constituído por um conjunto de informações escritas e desenhadas, de fácil e inequívoca interpretação, tendo em vista a pormenorização da informação contida no projeto e a sua adaptação às condições reais que forem sendo encontradas durante a construção.

2 – Poderão existir outras fases, para além das anteriormente referidas, justificadas pelo desenvolvimento do empreendimento e pela necessidade de apreciação, quer pelo dono de obra quer pelas entidades oficiais.

Artigo 4.º

Aspetos gerais da elaboração dos projetos

1 – Os projetos devem ser elaborados adotando para as obras soluções que, com a maior economia de conjunto, satisfaçam as exigências de comportamento ao longo da sua vida útil, com adequada durabilidade e suficiente robustez, e que assegurem, nomeadamente, de acordo com as boas práticas da Engenharia de Barragens:

- a) Que, para as situações correntes ou mesmo excecionais que se prevêm durante a exploração das obras, não ocorra deterioração significativa, isto é, que não se venham a desenvolver estados limite que ponham em risco a exploração (cenários de incidente);
- b) Que, mesmo na eventualidade de situações extremas, não ocorram roturas envolvendo grandes volumes das obras, isto é, que não se venham a desenvolver estados limite últimos que possam originar uma onda de inundação (cenário de acidente).

2 – Os níveis de fiabilidade referidos nas alíneas a) e b) do número anterior podem ser alcançados através da combinação de diferentes tipos de procedimentos, nomeadamente por intermédio de:

- a) Medidas preventivas e de proteção, em especial por intermédio das disposições do projeto;
- b) Outras medidas relativas a outros fatores de projeto, como requisitos básicos, grau de robustez, durabilidade, extensão e qualidade das prospeções geotécnicas e da avaliação das influências ambientais, exatidão dos modelos usados e pormenorização dos projetos;
- c) Construção cabal da estrutura, bem como exploração, manutenção, observação e inspeção adequadas;
- d) Medidas de controlo de qualidade, visando evitar erros humanos, no projeto, na construção, na exploração e na observação e inspeção das obras, os quais têm sido causa de muitos acidentes;
- e) Na fase do projeto, nomeadamente, devem prevenir-se erros humanos na identificação dos cenários, na seleção dos modelos e métodos de análise, na definição e pormenorização das disposições do projeto, na caracterização e tratamento das fundações e no estudo dos materiais e dos processos construtivos.

3 – A obtenção de adequados níveis de fiabilidade nas obras requer ainda que a Autoridade, o dono de obra e as outras entidades envolvidas assegurem nomeadamente que:

- a) Na recolha e no tratamento dos dados necessários aos projetos, bem como na realização destes, intervenha pessoal com qualificações e experiência adequadas;

- b) Entre os diferentes intervenientes na recolha de dados, na elaboração dos projetos e na construção exista uma conveniente continuidade e comunicação;
- c) Nos locais de fabrico, nos estaleiros e na obra exista supervisão e controlo de qualidade adequados;
- d) A construção seja efetuada de acordo com as normas e especificações aplicáveis e por pessoal devidamente qualificado;
- e) Os materiais e outros produtos de construção sejam utilizados não só de acordo com as disposições do RSB e seus Documentos Técnicos, mas também com outros documentos técnicos e especificações aplicáveis;
- f) A obra seja utilizada de acordo com as regras de exploração definidas e tenha manutenção, conservação e controlo de segurança adequados.

CAPÍTULO II DISPOSIÇÕES GERAIS

SECÇÃO 1 ELEMENTOS BASE DO PROJETO

Artigo 5.º Elementos gerais

1 – Independentemente do que adiante é normalizado relativamente às peças do projeto nas suas várias fases, devem ser incluídos, nas fases que antecedem o início da construção, os elementos a seguir discriminados:

- a) Localização, em escala adequada, da bacia hidrográfica e zona a jusante da barragem até à foz do curso de água e, para as barragens das classes I e II, localização das obras existentes na bacia com interesse para a segurança da barragem, bem como as povoações existentes junto ao rio;
- b) O perfil longitudinal do rio, desde a nascente até à foz, assim como os perfis dos principais afluentes, assinalando-se neles as barragens existentes, com indicação do tipo, altura, desenvolvimento, volume armazenado, finalidade e potência instalada;
- c) Plantas e despectiva orografia do local da barragem e da bacia hidrográfica, com o contorno da albufeira;
- d) Descrição geral das condições climáticas da região, com indicação, nomeadamente, das temperaturas médias mensais, obtidas com base num número significativo de anos, da insolação, da radiação solar média mensal e dos ventos dominantes (velocidade e direção);
- e) Descrição dos tipos de ocupação humana, agrícola e industrial, e vias de comunicação da zona referida na alínea a);

- f) Análise das características do local e da zona a jusante da barragem que possam ter influência nas soluções encaradas para a derivação provisória e para os descarregadores de cheias.

2 – A experiência tem evidenciado a grande importância de uma criteriosa escolha do local de implantação da barragem.

Artigo 6.º Estudos hidrológicos

1 – Os estudos hidrológicos devem basear-se na seguinte informação:

- a) Características fisiográficas (morfologia, geologia, pedologia e rede hidrográfica), climáticas, de cobertura vegetal e de ocupação da bacia hidrográfica própria do aproveitamento;
- b) Distribuição estatística da precipitação anual e das precipitações mensais sobre a área da bacia hidrográfica do aproveitamento, utilizando os registos disponíveis;
- c) Distribuição estatística das precipitações extrema sobre a bacia hidrográfica, com duração associada ao tempo de concentração;
- d) Caudais integrais anuais e mensais afluentes à secção da barragem;
- e) Caudais instantâneos máximos anuais ou, na falta destes, caudais diários máximos anuais;
- f) Registos adicionais sobre caudais de cheia (informação histórica), incluindo nomeadamente marcas de cheia, testemunhos verbais e registos escritos;
- g) Valores dos parâmetros caracterizadores da qualidade da água e inventário de fontes poluidoras;
- h) Registos de medições do transporte sólido afluente à albufeira ou, na falta destes, valores obtidos pela aplicação de modelos adequados.

2 – Os estudos hidrológicos visam obter os seguintes elementos:

- a) Caudais fornecidos pelo aproveitamento e probabilidade de garantia desses caudais, de acordo com a distribuição no tempo das necessidades a satisfazer;
- b) Hidrogramas das cheias naturais e modificadas, para dimensionamento dos órgãos de segurança, definitivos e provisórios;
- c) Curvas de vazão nas secções de restituição;
- d) Volume de sedimentos afluentes à albufeira, para fixação da capacidade morta.

3 – Os estudos hidrológicos devem ser realizados utilizando as metodologias mais adequadas face à informação disponível e às finalidades do aproveitamento, adotando-se os seguintes procedimentos:

- a) Os caudais fornecidos na secção em estudo devem ser determinados, sempre que possível, recorrendo à análise estatística de séries homogéneas, da ordem de pelo menos 30 anos, de registos de caudais integrais mensais e anuais;

- b) Na falta de séries de registos suficientemente longas ou na ausência de quaisquer registos de caudais, deverá a informação disponível ser completada com dados deduzidos das precipitações;
 - c) Os caudais fornecidos pelo aproveitamento devem ser determinados pela análise da exploração prevista da albufeira, utilizando técnicas de simulação e recorrendo à série histórica ou a séries sintéticas que reproduzam as características estatísticas das séries de caudais a que se refere a alínea a);
 - d) As perdas por evaporação e por percolação através da fundação e do corpo da barragem devem ser avaliadas e incluídas na análise;
 - e) A cheia de projeto deve ser fixada recorrendo a métodos estatísticos incorporando a informação histórica disponível, de simulação hidrológica (modelos precipitação-escoamento) e a fórmulas empíricas, com a análise crítica dos valores obtidos pelas diferentes vias de cálculo, e considerando cheias originadas por precipitação com duração igual e múltipla do tempo de concentração;
 - f) Os períodos de retorno a adotar no dimensionamento dos órgãos de descarga e proteção contra cheias devem ser fixados de acordo com o tipo, altura e classificação da barragem;
 - g) Os períodos de retorno da cheia de projeto e da cheia de verificação devem ser estabelecidos de acordo com o quadro do anexo I;
 - h) Os caudais de dimensionamento dos descarregadores devem ter em conta o amortecimento das cheias na despectiva albufeira e nas albufeiras a montante.
- 4 – Os estudos hidrológicos devem ser complementados com os relativos:
- a) À avaliação das áreas inundáveis e do tempo de propagação das cheias provocados por uma eventual rotura da barragem, recorrendo a modelos hidrodinâmicos adequados;
 - b) Aos sistemas de aviso e previsão de cheias em tempo real.

Artigo 7.º

Estudos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos

1 – Os estudos geológicos e hidrogeológicos apoiam-se em informações já existentes e em observações do local, mediante limpeza do terreno, trincheiras, galerias, sondagens e prospeção geofísica.

2 – Os estudos geológicos e hidrogeológicos devem conduzir à definição dos seguintes elementos:

- a) Geologia da região e do local da barragem, com indicação das principais características relevantes para o projeto;
- b) Características hidrogeológicas da região e do local da obra, com indicação dos níveis piezométricos, ressurgências, infiltrações, cavernas, qualidade da água e solubilidade das rochas.

3 – Os estudos geotécnicos completam a informação referida nos números anteriores e apoiam-se em observações, sondagens e ensaios in situ no local da barragem, bem como na albufeira, nas zonas de empréstimo e pedreiras e ainda em ensaios de laboratório.

4 – Os estudos geotécnicos devem conduzir à definição dos seguintes elementos:

- a) Zonamento do maciço de fundação da barragem, com vista à definição de zonas do maciço com características aproximadamente homogéneas;
- b) Compartimentação do maciço de fundação da barragem, com definição e caracterização das principais famílias de diaclases, devendo as principais falhas ser caracterizadas individualmente;
- c) Tensões instaladas no maciço de fundação;
- d) Permeabilidade das formações que constituirão o maciço de fundação da barragem e da albufeira, bem como os escoamentos que nele se poderão instalar;
- e) Injetabilidade dos maciços de fundação;
- f) Propriedades mecânicas do maciço de fundação da barragem, dos taludes da albufeira e dos taludes situados imediatamente a jusante da barragem;
- g) Propriedades mecânicas e hidráulicas dos materiais disponíveis nas zonas de empréstimo e pedreiras;
- h) Zonamento e avaliação dos volumes dos diversos materiais disponíveis para a construção da barragem.

Artigo 8.º

Estudos sismológicos

1 – Os estudos sismológicos devem abranger o local da obra, a região (algumas dezenas de quilómetros em torno do local) e a província tectónica (algumas centenas de quilómetros em torno do local) e devem conter, nomeadamente, os elementos a seguir indicados:

- a) A tectónica, com indicação dos acidentes relevantes para o projeto e especial incidência quanto a falhas e sistemas de falhas potencialmente geradoras de sismos, nas três escalas acima referidas;
- b) As falhas ativas existentes no local da obra, as quais devem ser analisadas com especial cuidado;
- c) A história sísmica, designadamente a relação dos sismos registados com indicação de datas, profundidade dos focos, epicentros, magnitudes, sismogramas e durações;
- d) Indicações relativas ao local, designadamente as características dos terrenos que interessam ao estudo da propagação entre os potenciais focos e o local em consideração, o levantamento das escarpas e taludes e o tipo das formações geológicas, com a indicação da sua eventual suscetibilidade a ações sísmicas (fenómenos de amplificação local, liquefação e queda de grandes volumes de terreno).

2 – Os estudos sismológicos devem conduzir à definição das ações sísmicas, em particular da intensidade, forma e duração das vibrações sísmicas no local da obra, havendo a considerar:

- a) O sismo máximo expectável (SME), que corresponde ao sismo credível do qual podem resultar as consequências mais graves para a barragem, e que deve ser estimado por via determinística; se, porém, for estimado por via probabilística, deve ser considerado um período de retorno pelo menos igual ao indicado no quadro 1 do anexo II, avaliado em função do índice global de risco sísmico obtido como a soma dos índices parciais definidos no quadro 2 do anexo II;
- b) O sismo máximo de projeto (SMP) que, em barragens da classe I, se deve tomar como sendo o SME, mas que noutros casos pode ter grandeza inferior;
- c) O sismo base de projeto (SBP), menos intenso que o SMP, com uma probabilidade de 50% de não ser excedido durante a vida da obra;
- d) A possibilidade de ocorrência de sismos induzidos em obras que tenham mais de 1 000 hm³ de armazenamento ou mais de 100 m de altura, podendo esta ocorrência conduzir a um aumento do valor do SBP;
- e) Que a aceleração máxima na base da barragem, correspondente ao SMP, não deve ser inferior ao valor prescrito na Norma Portuguesa NP EN 1998-1 para o período de vida da obra.

3 – A Norma Portuguesa NP EN 1998-1 contém informação que pode ser adaptada aos estudos sísmológicos dos locais da barragem, quer para sismos afastados quer para sismos próximos.

SECÇÃO 2

OUTROS ELEMENTOS DE PROJETO

Artigo 9.º

Derivação provisória

1 – A derivação provisória tem por objetivo desviar o rio do seu curso natural, de modo a possibilitar a realização da barragem em condições de segurança, devendo a solução a adotar ter em atenção: a área e o regime hidrológico da bacia hidrográfica; as condições morfológicas e geológicas do local; o tipo de barragem, o prazo e o programa de trabalhos; e as consequências da eventual rotura de qualquer parte das obras, provisórias ou definitivas.

2 – A definição do período de retorno da cheia a considerar nos estudos da derivação provisória do rio deve ter em consideração a especificidade de cada situação e os tipos de barragem e de ensecadeira, e deve ser devidamente justificada, nomeadamente tendo em conta as condições de risco, recomendando-se a adoção de períodos de retorno não inferiores a 5 anos para barragens de betão e a 20 anos para barragens de aterro.

3 – Os elementos de projeto a definir e especificar, bem como as respetivas fases construtivas, são seguidamente indicados para as diferentes soluções adotadas para a derivação provisória do rio:

- a) Quando a solução implica a necessidade de túneis, galerias ou canais, devem ser definidos: a secção corrente dos órgãos de desvio e das respetivas estruturas de entrada e saída; a pré-ensecadeira a montante do local da barragem e, se necessário, uma ensecadeira a jusante; e a ensecadeira de montante;
- b) Quando a solução implica a construção da barragem por partes, com a passagem da água num trecho do leito do rio, devem ser definidos: a preparação desse trecho do leito, de modo a adequá-lo às novas situações que se irão verificar durante a construção; a geometria e os requisitos técnicos e construtivos da obra nas zonas da interface com o trecho do leito; e ainda a cota e o período de subida da obra em que se deverá proceder ao fecho do trecho do leito, assegurando-se a passagem dos caudais por outro trecho criado para o efeito e/ou por um órgão hidráulico de fundo da barragem;
- c) Quando a solução é constituída por sucessivos recintos ensecados, devem ser definidos: a zona ensecada junto a uma das margens, eventualmente complementada com a abertura de um canal lateral; os elementos de obra a construir no interior da zona ensecada, bem como os respetivos sistemas de descarga, tais como orifícios, descargas de fundo, blocos em atraso ou descarregadores definitivos; a demolição da ensecadeira e criação de uma zona ensecada contígua à anterior; a partição e localização das sucessivas zonas a ensecar, de acordo com os procedimentos anteriores, até ao fecho completo do rio.

4 – Nos casos, devidamente justificados, em que a solução adotada para a derivação provisória não assegura a passagem da totalidade dos caudais da cheia de dimensionamento, além da previsão de eventuais consequências desta situação, devem ser adotadas: ensecadeiras galgáveis, de fácil construção e demolição, prevendo-se o modo de rapidamente proceder ao esgoto da água resultante de uma eventual inundação; em barragens de betão, soluções com orifícios, eventualmente em concordância com as futuras descargas de fundo, e deixando blocos em atraso, para descarga de caudais mais elevados; e, em barragens de enrocamento, soluções incluindo disposições que defendam o paramento de jusante de erosões ou instabilidades resultantes de galgamento devido a cheias excepcionais.

5 – Nos casos em que a solução de derivação provisória considera a utilização prévia de alguns dos órgãos hidráulicos da barragem, deve ser devidamente acautelada a segurança das respetivas estruturas, inerente à sua utilização como órgão de derivação, bem como os requisitos e procedimentos relativos à sua adaptação final para estrutura definitiva da barragem.

6 – A utilização de ensecadeiras incorporadas no corpo da barragem deve ser devidamente fundamentada, com garantia de que estão assegurados todos os requisitos, especificações e procedimentos inerentes a uma obra definitiva, designadamente no que concerne ao tratamento da fundação, aos materiais e condições de colocação e à interface com o corpo da barragem.

7 – O programa de trabalhos deverá integrar e compatibilizar as diversas fases e procedimentos técnicos e construtivos de derivação do rio, acautelando designadamente problemas de erosão,

de tratamento da fundação, de interfaces, de afetação de subida do corpo da barragem e de instalação de equipamentos hidráulicos.

Artigo 10.º

Folga

1 – A folga define-se como a diferença entre a cota do coroamento da barragem e o nível de máxima cheia correspondente à cheia de projeto ou como a diferença entre a cota do coroamento da barragem e o nível de pleno armazenamento, devendo ser adotada a definição que conduz à cota mais elevada para o coroamento da barragem.

2 – O valor da folga é principalmente determinado pelo regime de ventos, o “fetch”, o tipo de barragem, a ação sísmica e o grau de incerteza dos diferentes parâmetros envolvidos.

3 – Aceita-se uma redução da folga em relação ao nível de máxima cheia correspondente à cheia de verificação, podendo admitir-se que este nível atinja a cota do coroamento, no caso de barragens de betão.

Artigo 11.º

Taludes naturais e escavações

A verificação da segurança e funcionalidade dos taludes naturais, escavações e outras estruturas geotécnicas deve ser efetuada de acordo com o disposto na NP EN 1997-1: 2009, bem como no respetivo Anexo Nacional.

Artigo 12.º

Estruturas dos órgãos de segurança e exploração

A verificação da segurança e funcionalidade das estruturas dos órgãos de segurança e exploração, nomeadamente das estruturas de betão armado, de aço e de outros materiais, devem respeitar as normas europeias aplicáveis, bem como os respetivos anexos nacionais.

SECÇÃO 3

PEÇAS DO PROJETO

Artigo 13.º

Características gerais e finalidades da barragem

Os projetos devem conter uma síntese das características gerais da barragem e das finalidades a que se destina, nomeadamente o controlo de cheias, a regularização de caudais, o abastecimento de água, a hidroeletricidade, a rega, a navegação, a pesca e as atividades turísticas e desportivas.

Artigo 14.º
Peças do estudo prévio

1 – Na fase de estudo prévio referida no artigo 3.º deve ser apresentada uma memória descritiva e justificativa das soluções consideradas, os estudos comuns às diversas soluções, a caracterização de cada uma destas soluções e um estudo comparativo das vantagens e inconvenientes de cada uma delas.

2 – A memória descritiva e justificativa deve referir, nomeadamente:

- a) As finalidades e o período de vida da obra, assim como a sua localização e implantação;
- b) As curvas de capacidades, áreas inundadas e níveis de exploração da albufeira;
- c) Os materiais disponíveis;
- d) Os principais condicionamentos ambientais;
- e) Os critérios gerais de dimensionamento dos diferentes elementos de obra, nomeadamente da barragem, dos órgãos de segurança e exploração e da derivação provisória.

3 – Os estudos de base, comuns às diversas soluções, devem incluir, nomeadamente:

- a) Os estudos geológicos, geotécnicos, sismológicos, hidrológicos e hidráulicos;
- b) Os levantamentos topográficos, batimétricos e cadastrais.

4 – A caracterização das soluções estudadas deve ser feita através de uma síntese das suas principais características técnicas, bem como de peças escritas e desenhadas que permitam a perfeita compreensão das alternativas estudadas, envolvendo, nomeadamente:

- a) A barragem e os órgãos de segurança e exploração;
- b) A derivação provisória;
- c) As manchas de empréstimo e os locais de depósito;
- d) Os acessos às obras e o restabelecimento de comunicações;
- e) As medições e estimativas orçamentais relativas às obras principais, aos edifícios e infraestruturas auxiliares, aos equipamentos, aos terrenos e indemnizações, aos estudos e projetos, à gestão e fiscalização, à coordenação de segurança e a imprevistos;
- f) A programação da construção;
- g) Um estudo sumário das transformações ambientais e ecológicas operadas pela barragem;
- h) Os estudos a desenvolver em fases posteriores.

5 – A comparação das soluções estudadas deve incluir:

- a) Análise técnica comparativa envolvendo a conceção, a localização e o arranjo;
- b) Apreciação de aspetos quantitativos, designadamente das medições, estimativas orçamentais, prazos de construção, planos de investimentos e benefícios económicos associados;

- c) Apreciação de aspetos qualitativos, designadamente dos riscos associados às fases de projeto, construção e exploração, e incidências ambientais.

Artigo 15.º

Peças do projeto de execução

Os elementos a apresentar na fase do projeto de execução, referida no artigo 3.º, são os seguintes:

- a) Memória descritiva e justificativa, evidenciando a definição e descrição geral da obra, com indicação da sua localização e interligações com outras obras; a descrição da natureza e condições do terreno e a justificação da implantação da obra; a descrição pormenorizada das soluções preconizadas para dar cumprimento às recomendações expressas na Declaração de Impacte Ambiental; a descrição do equipamento hidromecânico; a indicação das origens e características dos materiais, das instalações e do equipamento; a descrição dos métodos de dimensionamento e a indicação da classe atribuída à barragem;
- b) Cálculos estruturais e hidráulicos, apresentados de modo a definir e justificar as soluções adotadas para as diferentes partes da obra, nomeadamente para o corpo da barragem e sua fundação, o descarregador de cheias, a descarga de fundo, as tomadas de água, o circuito hidráulico e as obras de derivação provisória;
- c) Estudo dos danos potenciais induzidos pela construção e exploração da barragem, o qual deve fundamentar a classe atribuída à obra;
- d) Estudo do restabelecimento das comunicações afetadas;
- e) Medições, dando a indicação da quantidade e qualidade dos trabalhos necessários para a execução da obra, devendo ser adotadas as normas portuguesas em vigor ou, na sua falta, as especificações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil;
- f) Orçamento, baseado nas quantidades e qualidades de trabalho das medições, incluindo os custos resultantes da observação da obra e do planeamento de emergência, quando aplicável;
- g) Peças desenhadas, com indicações numéricas indispensáveis e representação de todos os elementos necessários à perfeita compreensão da obra;
- h) Condições técnicas gerais e especiais do caderno de encargos ou o próprio caderno de encargos;
- i) Regras de exploração da barragem;
- j) Plano de observação, revisto pelo LNEC no caso das barragens das classes I;
- l) Plano de emergência interno para as barragens da classe I e procedimentos de emergência simplificados para as barragens da classe II.

Artigo 16.º

Peças do projeto de pormenorização

Os elementos a apresentar na fase do projeto de pormenorização, referida no artigo 3.º, são os seguintes:

- a) Peças escritas com a atualização dos cálculos e estudos apresentados no projeto de execução, resultante da sua adaptação às condições reais que se forem encontrando durante a realização da obra;
- b) Peças desenhadas com interesse para a segurança da obra, resultantes da pormenorização dos desenhos do projeto de execução e da sua adaptação às condições reais de realização da obra;
- c) Adaptação do plano de observação, com o conteúdo referido no artigo 20.º do RSB.

Artigo 17.º

Projeto elaborado pelo método observacional

1 – Quando os elementos base do projeto não permitem estimar com adequada fiabilidade o comportamento das obras, nomeadamente no caso de escavações, obras subterrâneas ou obras inovadoras, pode ser apropriado elaborar o projeto de acordo com o método observacional, em que o projeto vai sendo revisto ao longo da construção.

2 – Antes do início da construção devem ser satisfeitos os seguintes requisitos:

- a) Estabelecer os limites de admissibilidade do comportamento;
- b) Avaliar a gama de comportamentos possíveis e demonstrar que existe uma probabilidade aceitável de que o comportamento real se situe aquém dos limites de admissibilidade;
- c) Elaborar um plano de observação com o objetivo de verificar se o comportamento real se situa aquém dos limites de admissibilidade; tal deve tornar-se claro desde suficientemente cedo por meio de observação com intervalos de tempo suficientemente curtos para que seja possível a adoção com êxito de medidas corretivas;
- d) Adotar instrumentos de medição e procedimentos de análise dos resultados suficientemente rápidos em relação à possível evolução do sistema;
- e) Elaborar um plano de contingência a adotar no caso da observação revelar um comportamento para além dos limites de admissibilidade.

3 – Durante a construção, a observação deve ser efetuada tal como planeado, os seus resultados avaliados em fases apropriadas e posto em prática o plano de contingência, no caso de serem excedidos os limites de admissibilidade do comportamento, bem como substituído ou complementado o equipamento de observação, no caso de não fornecer resultados fiáveis, de tipo apropriado ou em quantidade suficiente.

Artigo 18.º
Impacte ambiental

1 – Deverão ser elaborados, ao longo do desenvolvimento dos estudos, os documentos previstos na legislação própria dos processos de Avaliação de Impacte Ambiental.

2 – O estudo do impacte ambiental visa identificar, descrever e avaliar as alterações no ambiente provocadas direta ou indiretamente pela barragem, albufeira e obras anexas, a curto, médio e longos prazos, e apresentar as medidas preconizadas para eliminar ou mitigar as alterações adversas.

3 – Considera-se de interesse que a análise do impacte ambiental inclua, entre outros, os seguintes aspetos:

- a) Descrição das obras e do programa da sua execução, incluindo nomeadamente a localização de pedreiras, áreas de empréstimo de materiais, locais de depósito de produtos sobrantes e estaleiros, bem como a indicação dos planos de exploração do empreendimento;
- b) Descrição do ambiente existente e da utilização dos recursos naturais e sua evolução previsível sem o empreendimento, com referência aos seguintes aspetos: características demográficas, culturais e económicas das populações; património arqueológico e histórico-cultural; condições topográficas, geológicas e pedológicas, realçando os recursos minerais e as formações geológicas e geomorfológicas com especial valor cultural ou paisagístico; condições climáticas; condições hidrológicas e hidrogeológicas da bacia hidrográfica; qualidade das águas superficiais e subterrâneas; vegetação, com realce para as espécies com especial valor cultural ou paisagístico; habitats, com destaque para os habitats mais produtivos ou com funções únicas (a nível regional) para o suporte das faunas terrestre e aquática; distribuição e variação sazonal da população das diferentes espécies de fauna, incluindo a caracterização de migrações e a identificação dos períodos críticos dos ciclos vitais das principais espécies; espécies da flora e da fauna raras ou em perigo de extinção;
- c) Identificação, descrição e avaliação dos impactes no ambiente provocados diretamente ou induzidos pelas obras, a curto, médio ou longos prazos, com destaque para os principais impactes, devendo ser analisados, nomeadamente: o assoreamento da albufeira e a degradação do leito a jusante; a alteração do regime de caudais de cursos de água a jusante da barragem; a alteração dos níveis freáticos; a retenção dos nutrientes na albufeira; as características físico-químicas da água retida na albufeira que é lançada no curso de água a jusante; alteração dos habitats induzida pela barragem; desenvolvimento da população de espécies da flora e da fauna, em particular das espécies nocivas para a saúde humana; alteração da paisagem e aspetos estéticos das obras, proporcionando fatores de atração de atividades de lazer e turismo; beneficiação

da rede viária e de acessibilidade ao local das obras; alterações do povoamento e da economia regional;

- d) Descrição das medidas propostas para eliminar ou mitigar os impactes negativos ou adversos das obras e indicação dos impactes residuais que não possam ser eliminados e dos recursos naturais que sejam irreversivelmente afetados pelas obras;
- e) Rastreio dos impactes das obras e plano de observação da sua evolução ao longo dos anos.

CAPÍTULO III

DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE BETÃO E DE ALVENARIA

SECÇÃO 1

ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES

Artigo 19.º

Estruturas

1 – As barragens de betão e de alvenaria classificam-se, de acordo com a sua forma, nos tipos gravidade, gravidade aligeirada, contrafortes, abóboda e abóbadas múltiplas, estas últimas de simples ou dupla curvatura.

2 – Os materiais de construção podem ser o betão convencional vibrado, o betão compactado com cilindros e a alvenaria argamassada de blocos de pedra.

3 – Em relação às estruturas das barragens recomenda-se:

- a) Evitar formas angulosas e reentrâncias acentuadas, descontinuidades e heterogeneidades, utilizando armaduras nestas zonas quando não evitáveis, assim como na vizinhança de aberturas;
- b) Utilizar, sempre que possível, estruturas curvas, quer em planta quer na vertical;
- c) Evitar coroamentos excessivamente rígidos;
- d) Considerar, no caso de barragens-abóbada, arcos com curvatura decrescente e espessura constante ou aumentando para as nascenças e, sempre que possível, estruturas simétricas, com socos e, se necessário, com encontros artificiais;
- e) Utilizar betão de baixa permeabilidade a montante, armaduras de pele ou betões de maior resistência junto aos paramentos e sistemas de drenagem no interior;
- f) Privilegiar, mesmo no caso de barragens gravidade, a injeção das juntas de contração;
- g) Incluir nas obras e suas fundações um sistema de galerias que, além de facilitarem a drenagem, permitam o acesso às diferentes zonas e, designadamente, à vizinhança da superfície de fundação.

4 – Dos projetos devem constar, fundamentalmente, os seguintes elementos:

- a) Justificação da solução adotada, devendo ser considerados como parâmetros principais a forma do vale, a natureza da fundação, os materiais disponíveis, os meios existentes para a construção, os caudais de cheia e os órgãos de segurança e exploração;
- b) Definição das formas das barragens, em princípio, por intermédio de expressões analíticas, com base em técnicas experimentais ou por cálculos;
- c) Condicionamentos impostos às formas pela fase de construção, citando-se, a título de exemplo, as curvaturas verticais e as inclinações das barragens abóbada como consequência do efeito do peso próprio, a existência de mais ou menos juntas de contração, como consequência do desenvolvimento e dissipação do calor de hidratação do cimento, a eventual eliminação de juntas e o uso de maiores espessuras em consequência da utilização de técnicas de arrefecimento artificial, e ainda a eventual necessidade de manter durante a construção blocos de menor altura, para a passagem de cheias maiores do que as que podem ser descarregadas pela derivação provisória;
- d) Valor do caudal de cheia adotado no dimensionamento das obras de derivação provisória, valor que é fixado tendo em atenção os estudos referidos no artigo 5.º e as recomendações do artigo 9.º, as alternativas auxiliares para a passagem das cheias não comportáveis pela derivação provisória e os programas de trabalho;
- e) Estudo das obras de derivação, tendo em atenção o caudal de cheia e outras disposições do artigo 9.º;
- f) Justificação e definição dos órgãos de segurança e exploração.

Artigo 20.º

Fundações

1 – As fundações das barragens constituem uma unidade com a estrutura que suportam, devendo ser efetuado o estudo do conjunto barragem-fundação.

2 – Como consequência dos estudos referidos nos artigos 6.º, 7.º e 8.º devem ser escolhidos os elementos definidores das características geométricas e físicas do maciço de fundação e programadas as operações necessárias para melhorar o despectivo comportamento.

3 – A experiência tem evidenciado a importância para a segurança das barragens de uma cuidada preparação da sua superfície de fundação, incluindo o saneamento e regularização desta superfície, e o tratamento de descontinuidades significativas do ponto de vista estrutural.

Artigo 21.º

Propriedades dos maciços de fundação

1 – Na caracterização dos maciços rochosos de fundação devem ser considerados fundamentalmente a litologia, o grau de alteração e fracturação, a alterabilidade, a compartimentação, a permeabilidade, a deformabilidade, a resistência e o estado de tensão inicial.

2 – Na definição dos parâmetros referentes à permeabilidade devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- a) Permeabilidades preferenciais, assinalando-se que a percolação, quando a rocha não é muito alterada, se processa através de superfícies de compartimentação, incluídas nestas as superfícies permeáveis das falhas;
- b) Os ensaios referidos no artigo 7.º permitirão a caracterização da permeabilidade nas diferentes zonas da fundação, definindo as direções preferenciais, as absorções e os regimes de escoamento (turbulento, laminar ou de transição), devendo estes parâmetros ser definidos probabilisticamente a partir do seu estudo estatístico;
- c) Variação dos coeficientes de permeabilidade com o estado de tensão;
- d) Na ausência de elementos representativos das características hidromecânicas do maciço de fundação, devem utilizar-se, para a caracterização da permeabilidade existente e para a verificação da permeabilidade residual, após o tratamento, critérios do tipo Lugeon, tendo em conta a carga hidráulica máxima susceptível de se instalar no maciço e a circunstância de, ao aumento da distância dos trechos ensaiados ao contacto barragem-fundação, corresponderem condições menos severas quer em termos de caudais quer em termos de subpressões.

3 – Na definição dos parâmetros referentes à deformabilidade devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- a) Deformabilidade do maciço rochoso, que é obtida por ensaios in situ e em laboratório ou pela correlação com parâmetros de classificação do maciço, considerando a sua variação em profundidade;
- b) Tratamento estatístico dos resultados da deformabilidade, quando o seu número o permitir;
- c) Efeito de tempo, quando significativo, revelado por ensaios de fluência;
- d) Caracterização da anisotropia.

4 – Na determinação dos parâmetros relativos à resistência devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- a) A resistência à compressão simples obtida em ensaios de amostras, com especial interesse para efeitos de classificação da qualidade dos materiais rochosos, dado que as compressões impostas pelas obras são em geral baixas;
- b) A resistência ao escorregamento das diferentes famílias de descontinuidades, determinada tendo em atenção o seu eventual preenchimento, rugosidade das superfícies e teor em água, de importância primária para a segurança nos casos em que os cenários de acidente interessem sólidos limitados apenas por aquelas famílias;
- c) A resistência ao corte do material rochoso, considerada nos casos em que os cenários de acidente interessem sólidos limitados por superfícies que cortem esse material;

- d) As resistências, caracterizadas em geral pela coesão e pelo ângulo de atrito interno, grandezas determinadas por ensaios in situ e em laboratório ou estimadas a partir da classificação do maciço rochoso;
- e) O tratamento estatístico dos resultado dos ensaios, sempre que existam em número suficiente.

Artigo 22.º

Tratamento dos maciços de fundação

1 – O tratamento dos maciços de fundação das barragens, cuja importância tem sido evidenciada pela experiência, destina-se à melhoria das características mecânicas e hidráulicas destes maciços, devendo os projetos incluir, no caso geral, cortinas de impermeabilização, sistemas de drenagem e injeções de ligação, definidos com base nos estudos previstos no artigo 7.º, nomeadamente em:

- a) Estudos de percolação, tendo em conta a variação da permeabilidade com o estado de tensão e, portanto, a abertura ou fecho de descontinuidades;
- b) Estudos da erosão devida à percolação da água;
- c) Estudos de estabilidade da fundação.

2 – No caso de, em resultado dos estudos referidos no número anterior, se concluir pela necessidade de proceder ao tratamento da fundação, nomeadamente do ponto de vista hidromecânico, devem ser previstas injeções de impermeabilização destinadas ao preenchimento dos vazios e das descontinuidades responsáveis pela percolação excessiva.

3 – As injeções de impermeabilização devem ser estudadas tendo em conta as características do maciço de fundação, nomeadamente a eventual existência de heterogeneidades significativas no maciço, devendo privilegiar-se a utilização de materiais cimentícios.

4 – Quando as heterogeneidades do maciço de fundação ou a dimensão da barragem o justificarem, deve ponderar-se a realização, na fase anterior à instalação do estaleiro ou no início dos trabalhos de impermeabilização, de blocos de ensaio, incluindo a realização de ensaios de injetabilidade, com vista a definir, para cada zona do maciço, os produtos, os métodos e as técnicas a utilizar.

5 – A impermeabilização é habitualmente complementada com a execução de drenos, com vista a reduzir as subpressões nas zonas do maciço em que, mesmo nos casos em que a impermeabilização é eficiente, os respetivos valores possam pôr em causa a estabilidade da barragem.

6 – Os estudos de estabilidade da fundação poderão mostrar a necessidade de medidas suplementares para garantir a segurança, tais como consolidações, pregagens e ancoragens.

7 – Na realização dos ensaios de permeabilidade deve procurar caracterizar-se os regimes de escoamento mediante a realização de ensaios com vários patamares de pressão, em regra três.

8 – Atendendo aos caudais drenados através da fundação e infiltrados através do corpo da barragem, o projeto deve incluir a definição do modo como tais caudais são conduzidas para o exterior, privilegiando, quando possível, a saída da água por gravidade.

9 – No caso de obras apoiadas em fundações aluvionares devem considerar-se os critérios de segurança aplicáveis e, no caso de fundações em maciços cárnicos, devem ser tidas em conta as especificidades inerentes a estes maciços.

Artigo 23.º

Materiais, fabrico e colocação do betão

1 – A escolha dos betões para barragens exige que se proceda em cada caso a estudos de natureza técnica e económica, tendo em consideração as características, disponibilidade e proveniência dos agregados, cimentos, adições e adjuvantes.

2 – O ligante a utilizar no betão em massa das barragens deve ser constituído por cimento Portland, pozolanas naturais ou artificiais e cinzas volantes, em proporções que permitam obter as características mecânicas requeridas para o betão, minimizando o calor de hidratação e o risco de reações expansivas, devendo ainda ser considerada a utilização de adjuvantes para atender aos processos de colocação e compactação do betão.

3 – No projeto devem ter-se em conta os seguintes aspetos:

- a) Existência e origem dos agregados para o fabrico do betão na quantidade necessária;
- b) Processo de obtenção dos agregados, nomeadamente seleção, extração, britagem e lavagem;
- c) Propriedades físicas e químicas dos agregados, tal como preconizado pelas normas em vigor;
- d) Existência e origem da água para o fabrico do betão, e sua composição e qualidade, de harmonia com as normas em vigor;
- e) Cimentos e adições, nomeadamente pozolanas e cinzas volantes, bem como adjuvantes, de harmonia com as normas em vigor;
- f) Composição e características do betão, para cada zona da obra, de harmonia com as normas em vigor;
- g) O betão deve ter características térmicas, mecânicas, hidráulicas e de trabalhabilidade que garantam boas condições de construção e as características requeridas de resistência, deformabilidade, permeabilidade e durabilidade;
- h) A qualidade do betão é determinada por ensaios em laboratório, sendo de prestar atenção especial às suas propriedades reológicas e à possibilidade de alterações ou deteriorações de qualquer origem, devendo aquelas propriedades ser caracterizadas estatisticamente, sempre que possível;

- i) Previsão da agressividade da água da albufera ao betão, aos materiais da fundação e aos produtos de injeção;
- j) Nas regiões mais frias do País, a resistência do betão ao gelo.

4 – Nas barragens de betão compactado com cilindros deve ainda considerar-se:

- a) Uma composição do betão que tenha em conta a utilização de equipamentos pesados na sua colocação e compactação;
- b) A construção de um bloco experimental, integrado ou não no corpo da obra, com o objetivo, entre outros, de ensaiar os procedimentos de colocação do betão e de tratamento das juntas entre camadas;
- c) O aprovisionamento em estaleiro de quantidades de componentes do betão que garantam o ritmo previsto de colocação.

5 – Dos projetos devem constar também elementos sobre:

- a) Estaleiro e tipo de equipamento para execução das obras, nomeadamente meios de armazenamento dos agregados, ligante e água, fabrico, transporte e colocação do betão, programa de trabalhos, ritmos de betonagem, espessuras de camadas e tipos de cofragens;
- b) Laboratório de estaleiro, com indicação da aparelhagem e máquinas de ensaio para controlo dos materiais e do betão, assim como das instalações de apoio ao controlo de segurança da obra.

Artigo 24.º

Materiais e execução das alvenarias

1 – Os projetos devem definir os tipos das alvenaria a utilizar nas diferentes zonas da barragem, com base em estudos de natureza técnica e económica, tendo em consideração a natureza e as propriedades dos blocos de pedra disponíveis no local da obra, bem como as características das areias, dos ligantes e dos adjuvantes a utilizar nas argamassas de ligação.

2 – As pedras a utilizar devem ter resistência mecânica adequada, ser compactas e resistentes aos agentes atmosféricos e estar limpas no momento da colocação.

3 – Na composição das argamassas, com cimento do tipo Portland, a utilização de adições e de adjuvantes está relacionada, em regra, com os processos de execução das alvenarias.

4 – Na execução da alvenaria, o volume ou espessura da argamassa deve ser o mínimo que permita envolver completamente os blocos de pedra.

5 – O controlo da qualidade das pedras e das argamassas deve ser efetuado por meio de ensaios laboratoriais semelhantes aos utilizados para os betões.

SECÇÃO 2 AÇÕES

Artigo 25.º Aspetos gerais

1 – As ações internas, ambientais ou criadas pelo processo construtivo e pela exploração da obra, originam:

- a) Forças e deformações nas estruturas, designadamente forças de massa ou de superfície, variações de volume de origem térmica ou outras, e cedências de apoio;
- b) Outros efeitos físicos e químicos que, além dos efeitos mecânicos referidos na alínea anterior, possam afetar as propriedades estruturais.

2 – As principais ações a considerar são:

- a) Na fase de construção: as gravíticas, devidas à colocação dos materiais e dos equipamentos ao longo do processo construtivo; as térmicas, higrométricas e autógenas, associadas à colocação, presa e endurecimento do betão; as térmicas ambientais; as devidas à injeção de juntas de contração, ao tratamento das fundações e à eventual aplicação de pré-esforços;
- b) Nas fases de primeiro enchimento e de exploração normal: as da água, estáticas e dinâmicas, devidas à formação e exploração da albufeira; as térmicas, ambientais e associadas à exploração da albufeira; as devidas à ocorrência do SBP; as devidas aos depósitos sólidos na albufeira; as associadas à formação de gelo e sua fusão, na albufeira e na estrutura;
- c) De carácter excecional: as correspondentes ao SMP; as correspondentes à cheia de verificação; as devidas a escorregamentos das encostas e grandes deslocamentos potenciais na fundação, nomeadamente os provocados por movimentos do vale e sismos.

3 – Para além das ações referidas podem ocorrer outras, tais como variações de volume associadas a fenómenos de alteração dos materiais.

4 – Os parâmetros representativos das ações referidas nos números anteriores devem ser caracterizados estatisticamente, sempre que possível.

Artigo 26.º Ações devidas à construção

1 – Em relação às ações gravíticas, devidas à colocação dos materiais e aos equipamentos, deve referir-se que:

- a) Evoluem, ao longo da sequência da construção, de acordo com a geometria da obra;

- b) Geram forças que dependem dos pesos volúmicos dos materiais de construção e do peso dos equipamentos;
- c) A dispersão associada aos pesos volúmicos é em geral muito pequena.

2 – Durante e após a colocação do betão em obra ocorrem variações de volume, que resultam do calor libertado pelas reações que acompanham a hidratação do cimento e as reações que se desenvolvem entre os agregados e entre estes e componentes do cimento, com especial relevo para as reações alcalis-agregados, tendo estas reações, nomeadamente, as seguintes particularidades:

- a) O calor libertado depende do tipo e dosagem do cimento e das características térmicas do betão;
- b) A dissipação do calor inicia-se pouco tempo após a colocação do betão e prolonga-se durante os primeiros anos de vida da obra, originando em regra tensões de tração e, em alguns casos, fendilhação;
- c) A hidratação do cimento processa-se como se o betão estivesse isolado, sem perda nem ganho de água, resultando uma ligeira variação de volume a que se dá o nome de variação autogénea;
- d) A secagem do betão em massa é essencialmente superficial e normalmente não considerada como ação;
- e) As reações no seio dos agregados são devidas à oxidação, carbonatação e hidratação de alguns componentes, reações que são acompanhadas, por vezes, de expansões;
- f) As reações entre os componentes do cimento e dos agregados geram compostos expansivos, nomeadamente: as reações entre os silicatos, aluminatos e hidróxido de cálcio do cimento com sulfatos, como o gesso por vezes existente em excesso no cimento ou nos agregados; e as reações entre os alcalis do cimento e certas formas de sílica existentes em alguns agregados;
- g) As variações de volume atrás referidas podem originar deterioração do betão e devem ser evitadas mediante a adoção de medidas, tais como: o estudo da composição do betão e das características dos respetivos materiais; o uso de materiais pozolânicos e outras adições; a adoção de disposições adequadas de projeto, nomeadamente juntas de contração; a utilização de técnicas construtivas adequadas, nomeadamente a espessura das camadas e o programa de betonagem, a refrigeração dos componentes e do betão.

3 – As pressões de injeção e as forças de pré-esforço são em regra bem definidas e podem ser representadas por forças volúmicas na barragem ou na fundação, por forças de superfície nas juntas ou por forças distribuídas ao longo dos cabos e das amarrações, sendo de ter presente que as forças correspondentes a pré-esforços dependem, em geral, do próprio comportamento da estrutura.

Artigo 27.º
Ações da água

1 – As ações da água resultam das diferenças de níveis impostas entre montante e jusante pela criação e exploração da albufeira, havendo que atender aos seguintes factos:

- a) A diferença de níveis entre montante e jusante origina escoamentos através dos poros e fissuras dos materiais, nomeadamente da fundação, instalando-se assim campos de velocidades e de pressões a que estão associados caudais, forças volúmicas e de superfície e variações de volume;
- b) Para análise do comportamento das fundações, o estudo dos escoamentos e a determinação dos gradientes hidráulicos deve ser feito por intermédio de modelos hidráulicos;
- c) Os efeitos mecânicos da água podem ser estudados em termos de tensões efetivas, sendo tais efeitos representados por forças volúmicas proporcionais aos gradientes hidráulicos, combinados com o peso submerso do material.

2 – Para análise da estabilidade da barragem, ou da barragem e de um dado volume da fundação na sua vizinhança, as forças volúmicas podem ser substituídas por forças de superfície sobre as fronteiras, com igual resultante, definidas por:

- a) Pressões hidrostáticas sobre os paramentos e subpressão na superfície de fundação da barragem;
- b) Pressões sobre as cortinas de impermeabilização e nas fronteiras do maciço de fundação.

3 – No que se refere a ações da água há ainda que ter em consideração:

- a) As pressões atuando sobre os equipamentos hidráulicos, que se transmitem às estruturas através das superfícies de apoio dos equipamentos;
- b) A passagem de grandes caudais pelos órgãos de segurança e exploração, que gera pressões hidrodinâmicas e pode originar erosão, abrasão, cavitação e vibrações do equipamento, efeitos que podem afetar aqueles órgãos e eventualmente o maciço de fundação da barragem na vizinhança imediata do pé de jusante;
- c) A queda na albufeira de grandes volumes de gelo ou de terreno, podendo originar ondas de grande altura e pressões dinâmicas elevadas sobre as barragens e eventualmente o seu galgamento.

Artigo 28.º
Ações térmicas ambientais

1 – As ações térmicas ambientais desenvolvem-se, durante e após a construção, designadamente em consequência das variações de temperatura do ar e da água e da radiação solar, havendo que atender aos seguintes factos:

- a) Num período inicial, sobrepõem-se às ações térmicas devidas ao processo construtivo referidas no artigo 26.º, mas, após a criação da albufeira e dissipados os efeitos térmicos provocados pela construção, a barragem fica apenas sujeita às ações ambientais;
- b) O projeto deve prever a época de referência para avaliação da evolução futura das ações térmicas e dos seus efeitos estruturais, ficando permanentemente instalados os efeitos das variações de temperatura entre a situação correspondente ao estado de estabilização da temperatura da barragem e o seu estado térmico na época de referência;
- c) No caso das estruturas em que é relevante o comportamento tridimensional, a época de referência deve ser aquela em que se executam as injeções das juntas, devendo corresponder a um estado de baixas temperaturas no corpo da barragem.

2 – As variações de temperatura do ar e da água associadas à exploração normal são geralmente caracterizadas pelos seguintes aspetos:

- a) As oscilações periódicas em torno da temperatura de estabilização, caracterizadas nomeadamente por ondas térmicas de período anual e diário, além de outras;
- b) As ondas anuais e diárias no ar podem ser consideradas uniformes sobre as superfícies emersas mas as ondas anuais na água devem ter em consideração o nível na albufeira, variando a sua amplitude e diferença de fase com a profundidade;
- c) Os efeitos da radiação solar devem também ser considerados, tendo em conta a localização da obra e a orientação e características das superfícies expostas.

3 – As variações de temperatura no corpo da barragem, devidas às ondas térmicas e outras causas referidas nos números anteriores, determinadas por modelos térmicos, podem em geral ser caracterizadas da seguinte forma:

- a) Às variações de temperatura referidas na alínea b) do n.º 1 correspondem distribuições lineares entre os dois paramentos;
- b) As ondas térmicas anuais originam distribuições de temperatura não uniformes em torno dos diagramas lineares referidos na alínea anterior;
- c) As ondas térmicas diárias e a radiação solar originam variações de temperatura que são máximas à superfície, onde podem atingir valores elevados, mas que se anulam a curta distância da superfície, podendo esta zona superficial da barragem onde se fazem sentir ser considerada como uma proteção térmica do corpo da barragem.

4 – As variações de temperatura no corpo da barragem originam variações de volume, dependentes do coeficiente de dilatação linear do betão.

Artigo 29.º

Ações sísmicas

1 – Os sismos, naturais ou induzidos pela formação de albufeiras, originam vibrações nos locais das barragens, variáveis com as características dos sismos e dos terrenos, com a distância ao epicentro e a profundidade do foco, sendo de notar que estas vibrações:

- a) Podem ser caracterizadas pelos valores máximos das acelerações, velocidades e deslocamentos e respetivas durações, ou aproximadamente representadas apenas pelas acelerações impostas na base do conjunto barragem-fundação-albufeira;
- b) No caso de estruturas pouco extensas, pode aceitar-se que as vibrações estão em fase ao longo de toda a base de apoio, mas para estruturas em que a base de apoio tem a extensão de várias centenas de metros, convém que sejam consideradas diferenças de fase ao longo da base.

2 – Na caracterização das vibrações deve ter-se em atenção que:

- a) Podem ser utilizados espectros de potência definidos a partir dos valores máximos referidos no número anterior, ou espectros de resposta, nomeadamente os que constam na NP EN 1998-1;
- b) Para estruturas com comportamento não linear devem ser usados acelerogramas, quer observados quer obtidos por modelos aleatórios a partir dos espectros;
- c) As vibrações segundo o eixo do vale são em regra as mais importantes mas, sempre que relevante, devem considerar-se também vibrações verticais e transversais;
- d) Para duração dos sismos distantes deve considerar-se trinta segundos e para duração dos sismos próximos deve considerar-se dez segundos.

3 – O estudo do comportamento das obras deve fazer-se tendo em conta o seguinte:

- a) Os sismos a considerar no projeto são o SMP e o SBP, tal como referido no artigo 8.º;
- b) As acelerações impostas na base do conjunto barragem-fundação-albufeira originam vibrações que dependem das formas das estruturas e da albufeira, da deformabilidade dos materiais e da água, devendo, para obras vultosas, fazer-se o estudo do comportamento dinâmico global desse conjunto;
- c) Para pequenas obras, as ações sísmicas podem ser representadas por forças estáticas equivalentes aplicadas no corpo da barragem e por pressões hidrodinâmicas sobre os paramentos.

4 – Além das vibrações, as ações sísmicas podem ter outros efeitos sobre as barragens, nomeadamente afetando os órgãos de segurança e exploração, gerando ondas na albufeira ou impondo deslocamentos diferenciais ao longo de falhas na fundação das obras a que se associe um risco potencial de movimento.

Artigo 30.º

Ações do gelo e do caudal sólido

1 – Em regiões frias, devem considerar-se as ações:

- a) Devidas à formação de uma camada de gelo na superfície da albufeira que origina forças contra a parte superior do paramento de montante da barragem;
- b) Devidas ao gelo e degelo da água nos poros do betão, juntas e fissuras, o que provoca importantes variações de volume na vizinhança das superfícies expostas.

2 – Os sedimentos acumulados na albufeira, junto do paramento de montante, podem ter influência no comportamento da obra, sendo de notar que:

- a) Originam forças dependentes do nível atingido pelos sedimentos, do seu peso volúmico saturado e ângulo de resistência ao corte efetivo;
- b) Podem interferir com o funcionamento dos órgãos de segurança e exploração.

SECÇÃO 3

DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DA FUNCIONALIDADE E DA SEGURANÇA

Artigo 31.º Aspetos gerais

1 – O dimensionamento das barragens consiste na definição das suas formas, dimensões e outras características, com vista a satisfazer as condições de funcionalidade e de segurança para cenários de incidente e de acidente, sendo de atender ao seguinte:

- a) Para verificação dos cenários, definem-se situações de projeto que, através da conveniente especificação dos parâmetros representativos das ações e suas combinações, dos materiais da estrutura e da fundação e das técnicas de construção e exploração, envolvam as diferentes situações que se irão verificar ao longo da vida das obras;
- b) A análise das situações de projeto é efetuada por intermédio de modelos das ações, estruturais ou conjuntos;
- c) As estruturas e suas fundações devem ser consideradas como um conjunto e, nesse contexto, devem considerar-se as interações entre as diversas estruturas e respetivas fundações, designadamente da barragem e dos órgãos de segurança e exploração, bem como os taludes da albufeira.

2 – Para cada cenário, a quantificação da funcionalidade ou da segurança pode ser efetuada, de forma simplificada, por intermédio de coeficientes globais que incluem, nomeadamente, as aproximações e incertezas relativas aos parâmetros que representam as ações, as propriedades estruturais e os modelos.

Artigo 32.º Cenários de incidente e de acidente e situações de projeto

1– A identificação, para cada tipo de obra, dos principais cenários de incidente e de acidente, deve ter em consideração, além da experiência anterior com obras do mesmo tipo, aspetos específicos da obra em causa, relacionados, nomeadamente:

- a) Com as características hidrológicas, geológicas, hidrogeológicas, geotécnicas e sismológicas do local da obra e com as finalidades do aproveitamento, definidas tal como especificado nos artigos 5.º a 8.º;
- b) Com as características da estrutura e da fundação e as propriedades dos materiais, definidas tal como especificado nos artigos 19.º a 24.º;
- c) Com as ações, definidas tal como especificado nos artigos 25.º a 30.º;
- d) Com os métodos de construção, a forma de proceder ao primeiro enchimento e o tipo de exploração do reservatório;
- e) Com as condições de manutenção e de controlo de segurança.

2 – Para além de outros cenários de incidente e de acidente cuja consideração se julgue necessária em face das características do projeto, devem analisar-se cenários dos tipos seguintes:

- a) Associados ao comportamento do maciço de fundação, designadamente fendilhação, deslocamentos provocados pela abertura e fecho das superfícies de compartimentação, corte e esmagamento das formações, deslizamento por superfícies de menor resistência conjugado com deficiente funcionamento dos sistemas de impermeabilização e drenagem, erosão nas descontinuidades, erosão interna, dissolução dos minerais das formações e erosão a jusante devida aos descarregamentos ou ao galgamento das obras;
- b) Relacionados com o comportamento do betão, designadamente deslocamentos reversíveis e permanentes, fendilhação e corte de zonas localizadas ou de grandes volumes, e derrubamento de blocos.

3 – Para verificação dos cenários de incidente e de acidente devem considerar-se situações de projeto persistentes, transitórias e acidentais que podem ocorrer ao longo dos trabalhos de construção, do primeiro enchimento e da exploração da albufeira, nomeadamente:

- a) O peso próprio dos materiais e dos equipamentos e combinação desta ação com outras ações referidas na alínea a) do n.º 2 do artigo 25.º;
- b) Sobreposição dos efeitos correspondentes à situação final da construção com os decorrentes das ações da água e da temperatura e outras ações referidas na alínea b) do n.º 2 do artigo 25.º, de modo a enquadrar as fases de primeiro enchimento e exploração da albufeira, e ainda a combinação de situações de exploração da albufeira com o sismo base de projeto;
- c) Situações de exploração da albufeira, quer combinadas com cada uma das ações de carácter excepcional indicadas na alínea c) do n.º 2 do artigo 25.º, quer associadas a degradações da resistência dos materiais que podem conduzir ao colapso da estrutura, nomeadamente da resistência ao deslizamento ao longo de superfícies de compartimentação do maciço rochoso ou da resistência do betão.

Artigo 33.º

Modelos e métodos da análise

1 – O estudo das situações de projeto deve ser efetuado por intermédio de modelos das ações, estruturais ou conjuntos, devendo atender-se:

- a) Na definição dos modelos das ações, ao disposto nos artigos 25.º a 30.º;
- b) Na definição dos modelos estruturais, ao disposto nos artigos 19.º a 24.º, nomeadamente, à continuidade, homogeneidade e comportamento dos materiais em face da escala da obra, à forma e dimensões das peças que compõem a estrutura e às ligações exteriores nas fronteiras dos modelos.

2 – Podem ser utilizados modelos de diferentes tipos, nomeadamente:

- a) Para situações de construção, modelos da estrutura completa, de blocos independentes ou com sucessivas geometrias, em regra com juntas de contração e propriedades estruturais, dependentes da idade dos materiais;
- b) Para as situações de primeiro enchimento e exploração da albufeira, modelos em que se supõe a estrutura contínua, tendo em consideração os efeitos da fluência e da relaxação;
- c) Para as situações extremas, modelos de comportamento não linear.

3 – Na análise dos modelos podem ser utilizados métodos matemáticos, analíticos ou numéricos, e métodos experimentais, devidamente testados.

4 – A fiabilidade dos modelos e dos métodos de análise deve ser avaliada:

- a) Confrontando as previsões dos modelos das obras com os resultados da observação destas, especialmente para cenários de incidente;
- b) Confrontando as previsões obtidas por métodos diferentes de análise do mesmo modelo, nomeadamente por métodos matemáticos e experimentais, especialmente para cenários de acidente.

Artigo 34.º

Verificação da funcionalidade e da segurança para cenários de incidente e de acidente

1 – Na verificação da funcionalidade e da segurança para cenários de incidente e de acidente, recomenda-se que sejam consideradas as disposições indicadas nos números seguintes, nomeadamente os coeficientes globais indicados, referidos a valores das ações e das propriedades estruturais estabelecidos de forma prudente, sempre que possível com base em valores caracterizados estatisticamente, devendo os valores mínimos dos coeficientes ser adotados apenas nos casos em que se assegure uma variabilidade das referidas propriedades correspondente a elevada qualidade da construção.

2 – Na avaliação da funcionalidade para cenários de incidente relativos a situações de projeto persistentes ou transitórias, recomenda-se que:

- a) Os deslocamentos sejam essencialmente reversíveis, não pondo em risco o funcionamento da obra nem originando perturbações significativas do maciço de fundação e a perda de eficácia da cortina de impermeabilização;
- b) As tensões na barragem, quer em elementos volumétricos quer em juntas, embora podendo eventualmente provocar roturas em zonas localizadas, respeitem o critério de Mohr-Coulomb definido para resistências de pico, à tração e compressão, com coeficientes superiores a 3 ou a 2, respetivamente para situações de projeto persistentes ou transitórias;
- c) As tensões na fundação, nomeadamente em juntas e superfícies de menor resistência, embora podendo eventualmente provocar roturas em zonas localizadas, respeitem o critério de Mohr-Coulomb definido para valores de pico da coesão, com coeficientes superiores a 3, e coeficientes de atrito interno superiores a 1,5;
- d) Os caudais drenados na fundação, embora podendo atingir valores mais elevados em zonas muito localizadas, correspondam a valores médios da permeabilidade, na zona superior da cortina de impermeabilização, não superiores a 2 Lugeon;
- e) As subpressões na base das barragens, designadamente de barragens gravidade ou abóbada espessa, correspondam a alturas de água nos drenos da ordem do nível da água a jusante, acrescido de um terço da diferença entre os níveis de montante e jusante, ou da ordem da cota da boca dos drenos, nos casos em que é superior ao nível de jusante, acrescida de um terço da diferença entre o nível de montante e esta cota.

3 – Na avaliação da segurança para cenários de acidente, quer incluam ou não ações dinâmicas, recomenda-se que:

- a) Os deslocamentos de blocos fendilhados não conduzam ao seu derrubamento e que não se verifiquem passagens de água através da fundação, com caudais elevados;
- b) As tensões nas superfícies de rotura global, tendo em conta as subpressões, satisfaçam o critério de Mohr-Coulomb, definido para coesão nula e valores residuais do coeficiente de atrito interno, com coeficientes superiores a 1,2;
- c) As tensões nas secções de barragens delgadas respeitem a segurança em relação à rotura por compressão das secções, com coeficientes mínimos não inferiores a 4;
- d) Os caudais drenados na fundação correspondam a valores médios de permeabilidade, na zona superior da cortina de impermeabilização, não superiores a 5 Lugeon.

CAPÍTULO IV

DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE ATERRO

Artigo 35.º

Aspetos gerais

1 – As barragens de aterro são estruturas essencialmente constituídas por geomateriais naturais ou processados.

2– Podem considerar-se, entre outros, três tipos principais de barragens de aterro:

- a) Terra, com perfil homogêneo ou com perfil zonado;
- b) Enrocamento, com órgão de estanquidade interno ou no paramento de montante;
- c) Terra-enrocamento, com um núcleo de solo e maciços de enrocamento situados a montante e a jusante do núcleo.

3 – A estrutura da barragem é essencialmente caracterizada pela sua forma, dimensões, materiais e tipo de fundação.

4 – Do projeto de execução devem constar, fundamentalmente, os seguintes elementos:

- a) Justificação da solução adotada, levando em conta, como parâmetros principais, a forma do vale, a natureza da fundação, a localização das zonas de empréstimo e a qualidade e quantidade dos geomateriais naturais disponíveis, as condições climáticas, os caudais de cheia, a estratégia de desvio do rio, a disposição dos órgãos de segurança e exploração e o eventual faseamento construtivo;
- b) Definição das formas da barragem;
- c) Articulação das formas e das zonas da barragem com as fases de execução, sendo de preconizar o sincronismo construtivo que deve ser imposto no que se refere: à fixação da oportunidade mais conveniente das escavações, com vista a poder usar os materiais resultantes na construção dos aterros; à conjugação dos avanços de construção de aterros com propriedades mecânicas sensivelmente diferentes, de modo a minimizar posteriores transferências prejudiciais de tensões;
- d) Estudo da derivação provisória.

5 – O projeto de execução deve incluir ainda elementos relativos a:

- a) Estudos dos empréstimos dos materiais, com a despectiva localização, zonamento, avaliação dos volumes disponíveis, informação sobre os níveis freáticos sazonais ou resultantes do enchimento parcial da albufeira e condições de escavação dos solos e desmonte dos materiais rochosos, devendo, sempre que possível, os materiais resultantes das escavações para a construção da barragem e órgãos de segurança e exploração ser usados nos aterros da barragem;
- b) Estudos sobre a compartimentação do maciço das pedreiras, de modo a adotar o processo de desmonte mais adequado à obtenção da granulometria desejada para os materiais de enrocamento;
- c) Características físicas, propriedades índice e composição mineralógica dos materiais naturais, devendo ter-se presente que, em princípio, todos estes materiais servem para construir barragens de aterro, com exceção de solos com teor inconveniente em matéria orgânica, argilas muito sobreconsolidadas ou fortemente dispersivas, materiais expansivos e solos e rochas de elevada alterabilidade ao contacto com o ar ou com a água, nomeadamente os que contenham materiais solúveis;

- d) Estudo sobre amostras representativas dos materiais das zonas de empréstimo, com vista à determinação das características de compactação – teor em água ótimo e peso volúmico seco – para as energias de compactação previstas para a construção;
- e) Ensaio de laboratório sobre amostras com compacidade e teor em água previsíveis nas várias fases da obra, para quantificação dos parâmetros necessários à utilização dos modelos de comportamento hidráulico e mecânico adotados para os diferentes materiais, bem como indicação da modalidade de ensaio e os níveis de tensão e de deformação a impor;
- f) Especificação de aterros experimentais a executar com os materiais e os equipamentos que irão ser efetivamente usados na construção, para comprovação das características mecânicas e hidráulicas determinadas em laboratório e para estudo da compatibilidade, eficiência de equipamentos, humidificação, rendimentos e controlo da compactação;
- g) Sistemas de escavação, transporte, colocação, humidificação e compactação dos materiais dos aterros;
- h) Prospecção de materiais para filtros, caracterização da sua granulometria e permeabilidade e estudos sobre a alterabilidade granulométrica e mineralógica durante o período de vida da obra;
- i) Estudo e especificações para os materiais constituintes da barragem, designadamente, órgãos de estanquidade, maciços estabilizadores, filtros e drenos;
- j) Estudos e especificações para a proteção dos paramentos e do coroamento;
- h) Estudos e especificações relativos a betões, aços, caldas de injeção, betuminosos, materiais a usar em paredes moldadas, geotêxteis e geomembranas.

Artigo 36.º

Critérios gerais de dimensionamento

1 – O dimensionamento das barragens tem por objetivo assegurar que a solução estrutural adotada é a que, de forma mais económica, satisfaz os requisitos de segurança e funcionalidade, com adequada durabilidade e suficiente robustez.

2 – Na seleção dos níveis de fiabilidade correspondentes à segurança e funcionalidade da barragem devem ter-se em conta os fatores relevantes, designadamente, as causas e/ou o modo de atingir um estado limite, as possíveis consequências de rotura em termos de risco de vidas humanas e de custos económicos e ambientais, bem como a aversão da opinião pública à rotura e os custos e os procedimentos necessários para reduzir os riscos de rotura.

3 – Os requisitos estruturais mínimos devem ser definidos tendo em consideração a complexidade do projeto e os riscos que lhe estão associados, designadamente no que respeita à quantidade e qualidade dos estudos de caracterização geotécnica, dos modelos e métodos de cálculo e dos procedimentos de controlo de construção.

4 – A verificação da segurança e da funcionalidade da barragem, de acordo com o conceito dos estados limite, é efetuada por aplicação do método semi-probabilístico dos coeficientes parciais.

5 – Através da aplicação do método dos coeficientes parciais deve verificar-se que, para todas as situações de projeto relevantes, os estados limite não são excedidos quando, nos modelos e métodos de análise, se usam os valores de cálculo para as ações, as propriedades dos materiais e as grandezas geométricas, nomeadamente que:

- a) Para os estados limite últimos, os efeitos das ações de cálculo não excedem a capacidade resistente de cálculo da estrutura;
- b) Para os estados limite de utilização, os efeitos das ações de cálculo não excedem os critérios de desempenho da estrutura.

6 – Salvo indicação em contrário, na definição dos valores de cálculo das ações, das propriedades dos materiais e das grandezas geométricas pode ser utilizado o disposto na NP EN 1997-1: 2009, bem como no despectivo Anexo Nacional.

7 – Na identificação dos estados limite relevantes, afetando a fundação, o corpo da barragem ou conjuntamente a barragem e a fundação, bem como das respetivas situações de projeto, devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- a) O tipo e dimensão da barragem e das suas componentes estruturais, incluindo quaisquer requisitos especiais, tais como o tempo de vida útil da obra;
- b) As condições do terreno, em particular as condições locais no que diz respeito à estabilidade e aos movimentos do terreno;
- c) O comportamento drenado ou não drenado dos aterros e dos terrenos;
- d) As condições da água no terreno;
- f) A influência do ambiente, nomeadamente da sismologia, hidrologia, hidrogeologia, águas superficiais, variações sazonais da temperatura e humidade relativa.

8 – Na prática, a experiência mostra frequentemente quais os tipos de estados limite que condicionam o dimensionamento, podendo então a demonstração de que são evitados outros estados limite consistir apenas numa verificação de controlo.

9 – Os estados limite devem ser verificados recorrendo a uma ou à combinação das seguintes abordagens:

- a) À utilização de modelos e métodos de cálculo, como descrito nos artigos 39.º a 48.º;
- b) À adoção de medidas prescritivas, como descrito no artigo 49.º;
- c) À utilização de modelos experimentais, como descrito no artigo 50.º.

Artigo 37.º Situações de projeto

1 – Na identificação das situações de projeto para a verificação dos estados limite devem ser tidas em conta situações de curto e de longo prazo, bem como as situações persistentes, transitórias e acidentais susceptíveis de ocorrer durante as fases de construção, primeiro enchimento, exploração, esvaziamento total ou parcial e abandono da barragem.

2 – As especificações detalhadas das situações de projeto deverão incluir, quando tal seja aplicável:

- a) A geometria das estruturas;
- b) As ações e suas combinações;
- c) A adequação geral do terreno onde está implantada a barragem, no que diz respeito à estabilidade global e aos movimentos do terreno;
- d) A presença de depósitos de vertente e de formações expansivas;
- e) Os planos de estratificação inclinados do terreno;
- f) Em fundações e encontros da barragem em rocha ou na sua proximidade, a alternância de estratos rijos e moles, falhas, diaclases, fissuras, a eventual instabilidade de blocos, cavidades originadas por dissolução, fissuras preenchidas com material mole, bem como processos de dissolução progressivos;
- g) A natureza do ambiente em que o projeto é desenvolvido, compreendendo condições hidrológicas, efeitos de erosão conducentes a alterações da geometria da superfície do terreno, efeitos de alterações de origem química e de meteorização, efeitos de secas de longa duração e de chuvas torrenciais, variações dos níveis de água no terreno, outros efeitos do tempo e do ambiente na resistência e noutras propriedades dos materiais e efeitos climáticos;
- h) A sensibilidade da estrutura a deformações;
- i) O efeito da barragem no ambiente local;
- j) Os efeitos dos processos construtivos, tais como a realização de escavações e as vibrações resultantes da utilização de explosivos ou da circulação de equipamento pesado;
- l) O efeito de estruturas a construir no aterro ou na sua vizinhança;
- m) Os efeitos erosivos das ondas e da chuva nos taludes e no coroamento;
- n) Os efeitos da vegetação ou da sua supressão;
- o) Os efeitos das atividades humanas ou produzidos por animais.

Artigo 38.º Durabilidade

1 – A barragem, se submetida a manutenção apropriada, deve manter-se em condição de satisfazer os requisitos funcionais durante a vida útil da obra, devendo o projeto adotar medidas que protejam os materiais ou lhes confirmem a resistência adequada.

2 – Em particular, para assegurar uma estrutura durável, devem ser tidos em consideração os seguintes fatores inter-relacionáveis:

- a) O uso pretendido e possível da estrutura;
- b) Os critérios de desempenho requeridos;
- c) As influências ambientais expectáveis;
- d) A composição, propriedades e desempenho dos materiais;

- e) O sistema estrutural escolhido;
- f) A qualidade da mão de obra e o nível do controle;
- g) As medidas particulares de proteção;
- h) A manutenção prevista durante o período de vida da obra.

3 – O estado de degradação pode ser estimado com base em modelos de cálculo, investigação experimental, experiência adquirida em barragens já construídas ou através de combinações destas vias.

Artigo 39.º

Dimensionamento baseado em modelos de cálculo

1 – O dimensionamento da barragem baseado no cálculo implica a consideração de:

- a) Ações, que poderão ser forças impostas ou deslocamentos impostos;
- b) Propriedades dos materiais da barragem e sua fundação, com relevo para os geomateriais, naturais ou processados;
- c) Grandezas geométricas;
- d) Exigências de desempenho;
- e) Modelos de cálculo.

2 – Os modelos de cálculo devem descrever o comportamento presumido dos materiais para o estado limite em consideração.

3 – O modelo de cálculo poderá ser analítico, semi-empírico ou numérico.

4 – Na definição dos modelos de cálculo das barragens de aterro deve ter-se em consideração que:

- a) O comportamento mecânico dos materiais dos aterros e das fundações pode considerar-se elástico (linear ou não linear), visco-elástico, rígido-plástico, elasto-plástico (eventualmente com endurecimento ou amolecimento) ou visco-elasto-plástico;
- b) A escolha da reologia mais adequada para os materiais depende do tipo de dimensionamento em causa, bem como do risco e da envergadura da obra;
- c) Alguns materiais granulares constituintes da fundação podem sofrer liquefação ou mobilidade cíclica;
- d) A percolação pode ser descrita considerando em geral escoamentos laminares;
- e) A análise da segurança dos sistemas de filtros e drenos deve basear-se em critérios de comparação de granulometrias e de durabilidade ou em ensaios de laboratório.

5 – Sempre que o grau de conhecimento das pressões intersticiais da água o justifique, os métodos de dimensionamento devem ser aplicados em termos de tensões efetivas.

6 – Devem ser utilizados modelos e métodos de análise estrutural cuja fiabilidade esteja devidamente testada, nomeadamente com base em resultados da observação de obras.

7 – Se necessário, os resultados obtidos por modelos de cálculo poderão ser modificados de modo a assegurar que os resultados dos cálculos de dimensionamento se situem do lado da segurança.

8 – Se a modificação dos cálculos referida no número anterior for efetuada através da aplicação de um coeficiente de modelo, deverá ser tido em conta a margem de incerteza dos resultados do método de análise e quaisquer erros sistemáticos que se saiba estarem associados com o método de análise.

9 – Caso seja usada uma relação empírica na análise, deve ser claramente estabelecido que essa relação é aplicável nas condições dos terrenos em questão.

10 – Quando não se disponha de um modelo de cálculo fiável para um dado estado limite, deve ser efetuada uma análise de outro estado limite, usando coeficientes parciais que assegurem que a excedência do estado limite em causa é suficientemente improvável.

11 – Em alternativa à situação descrita no número anterior, o dimensionamento deve efetuar-se recorrendo a medidas prescritivas, a modelos experimentais ou ao método observacional.

Artigo 40.º

Ações

1 – No projeto de barragens de aterro deverão ser passíveis de consideração como ações:

- a) Os pesos do solo, da rocha, da água e das estruturas;
- b) As cargas permanentes e as cargas impostas transmitidas pelas estruturas e as sobrecargas;
- c) As tensões no terreno e as pressões de terras;
- d) As pressões da água livre, incluindo as pressões das ondas, as pressões na água do terreno e as pressões da água quando da compactação dos aterros, quando aplicável, e as forças de percolação;
- e) As ações do gelo devidas ao impacto de blocos flutuantes na albufeira;
- f) A escavação do terreno ou os deslocamentos devidos à abertura de cavidades ou túneis;
- g) As cargas devidas a equipamentos e as vibrações induzidas pelos processos construtivos, quando aplicável;
- h) A expansão ou a retração (ou colapso) devidas à vegetação e ao clima (variações do teor de água e temperatura) e os movimentos devidos à consolidação hidrodinâmica, à fluência, ao colapso, à degradação e ao deslizamento dos terrenos;
- i) Os deslocamentos e as acelerações devidos a sismos e a explosões.

2 – Como aspetos particulares relativos a ações, há a notar que as ações devidas aos sismos devem ser fixadas tendo em atenção o disposto nos artigos 8.º e 29.º.

Artigo 41.º

Propriedades dos geomateriais naturais ou processados

1 – Os materiais usados nas barragens de aterro são solos, enrocamentos e misturas de solo e de enrocamento, podendo também em certos tipos de barragem ser utilizados outros materiais, tais como betão, solo-cimento, aço, betão betuminoso, geomembranas e geotêxteis.

2 – Os solos caracterizam-se por granulometrias mais ou menos extensas, com larga predominância de elementos com dimensões inferiores a 2 mm, admitindo-se a presença de elementos mais grosseiros, desde que não formem uma estrutura; a matriz dos elementos finos governará assim o comportamento do maciço dos pontos de vista de compatibilidade, deformabilidade, resistência mecânica e permeabilidade.

3 – Os enrocamentos são materiais em que a percentagem de elementos de dimensão inferior a 0,075 mm não ultrapassa os 10%, podendo a dimensão máxima atingir os 2 m, sendo normalmente a percentagem de elementos de dimensão superior a 50 mm superior a 60%; os materiais com granulometrias que respeitam estes indicadores exibem um comportamento drenado, o mesmo sucedendo se a condutividade hidráulica for superior a 10^{-5} m/s.

4 – Nas misturas de solo e de enrocamento a percentagem de elementos grosseiros, embora suficiente para que estes formem estrutura, não determina por si só o comportamento tensão-deformação do aterro, já que a parte fina desempenha também papel influente.

5 – A quantificação das propriedades mecânicas e hidráulicas do terreno e dos geomateriais processados, com vista aos cálculos de dimensionamento, deve ser obtida de resultados de ensaios, seja diretamente ou recorrendo a correlações, a teorias ou a formulações empíricas, além de outros dados relevantes.

6 – Devem ser tidas em conta possíveis diferenças entre as propriedades do terreno e dos geomateriais e os respetivos parâmetros geotécnicos obtidos dos resultados de ensaios e aqueles que efetivamente condicionam o estado limite em estudo, as quais podem ser devidas aos seguintes fatores:

- a) Muitos parâmetros geotécnicos dependem do estado de tensão e do modo de deformação;
- b) A estrutura dos terrenos (por exemplo, fissuras ou outras descontinuidades, laminações e ocorrência de partículas de grande dimensão), a qual poderá desempenhar um papel diferente nos ensaios e na estrutura em análise;
- c) Os efeitos do tempo;
- d) O efeito da perda de resistência do solo ou da rocha devido ao aumento da pressão intersticial da água associado ao enchimento da albufeira;
- e) O efeito da perda de resistência e de rigidez devido a ações dinâmicas;
- f) A fragilidade ou ductilidade do solo ou rocha ensaiados;

- g) O método construtivo da barragem;
- h) O efeito das atividades de construção nas propriedades dos geomateriais e respetivos maciços.

7 – Na determinação dos valores dos parâmetros geotécnicos deverá ser tido em consideração o seguinte:

- a) A variação dos valores dos parâmetros geotécnicos relevantes para o projeto;
- b) Quaisquer correlações entre os resultados de mais de um tipo de ensaio;
- c) Qualquer deterioração significativa que, durante o tempo de vida da obra, possa ocorrer nas propriedades físicas do terreno.

8 – Nos casos em que tal seja necessário, devem ser aplicados coeficientes de calibração para converter os resultados de ensaios de laboratório e de campo, obtidos de acordo com a EN 1997-2, em valores representativos dos geomateriais ou respetivos maciços interessando a barragem, para o estado limite em causa, ou para ter em atenção correlações utilizadas para obter valores deduzidos a partir dos resultados dos ensaios.

Artigo 42.º

Grandezas geométricas

As grandezas geométricas incluem as dimensões relevantes da estrutura da barragem e respetivos órgãos de segurança e exploração, o nível e a inclinação da superfície do terreno, os níveis de água, os níveis das superfícies de contacto entre estratos e a definição espacial de descontinuidades e falhas no terreno.

Artigo 43.º

Valores representativos e característicos

1 – Os valores característicos e os valores representativos das ações devem ser obtidos de acordo com as NP EN 1990:2009, NP EN 1991-1:2010 e NP EN 1997-1:2010.

2 – A escolha dos valores característicos dos parâmetros geotécnicos deve ser baseada em resultados e em valores deduzidos a partir de ensaios de laboratório e de campo, complementados por experiência bem estabelecida.

3 – O valor característico de um parâmetro geotécnico deve ser atribuído de forma a constituir uma estimativa cautelosa do valor que poderá condicionar a ocorrência do estado limite em consideração, tendo em conta, nomeadamente:

- a) A amplitude dos estudos de caracterização de campo e de laboratório;
- b) O tipo e número de amostras;
- c) A extensão da zona de terreno que condiciona o comportamento estrutural da barragem para o estado limite em consideração;

d) A aptidão estrutural da barragem para transferir tensões de zonas mais deformáveis para zonas menos deformáveis.

4 – A zona de terreno que condiciona o comportamento de uma barragem de aterro num estado limite é normalmente muito maior do que as que correspondem, quer a uma amostra para ensaio laboratorial, quer à zona afetada num ensaio de campo, pelo que o valor do parâmetro condicionante é muitas vezes a média de uma gama de valores correspondente a uma grande superfície ou volume de terreno, devendo neste caso o valor característico ser uma estimativa cautelosa desse valor médio.

5 – No caso de se usarem métodos estatísticos, o valor característico deverá ser deduzido de forma a que a probabilidade de que o valor que condiciona a ocorrência do estado limite em consideração seja mais desfavorável não exceda 5%.

6 – A estimativa cautelosa do valor médio é uma escolha do valor médio do conjunto limitado de valores de um parâmetro geotécnico com nível de confiança de 95%.

7 – No caso de uma rotura local, a estimativa cautelosa do valor mínimo do parâmetro geotécnico é a correspondente a um percentil de 5%.

8 – Os valores característicos das pressões da água do terreno ou da água livre devem ser valores superiores ou inferiores, medidos, nominais ou estimados.

9 – Os valores característicos dos níveis do terreno e das dimensões da barragem devem ser valores nominais.

Artigo 44.º

Valores de cálculo

1 – O valor de cálculo de uma ação deve ser avaliado diretamente ou ser obtido a partir de um valor representativo mediante a aplicação do coeficiente parcial γ_F .

2 – Para situações persistentes ou transitórias deve ser usado o coeficiente parcial γ_F definido no anexo III deste Documento Técnico.

3 – Os valores dos coeficientes parciais, para as ações ou para os seus efeitos, em situações acidentais, devem em regra ser iguais a 1,0.

4 – Se os valores de cálculo das ações geotécnicas forem avaliados diretamente, os valores dos coeficientes parciais recomendados no anexo III deste Documento Técnico deverão ser utilizados como orientação para se obter o nível de segurança requerido.

5 – Os valores de cálculo das pressões da água no terreno podem ser obtidos, quer por aplicação dos coeficientes parciais aos valores característicos das pressões da água, quer por aplicação de uma margem de segurança aos valores característicos do nível da água, de acordo com o estabelecido no artigo 40.º e no n.º 8 do artigo 43.º.

6 – Devem ser tidos em consideração os aspetos seguintes, que podem afetar as pressões da água:

- a) Os níveis das superfícies de água livre ou da água no terreno;
- b) Os efeitos favoráveis ou desfavoráveis da drenagem, tanto natural como artificial, tendo em atenção a sua permanência futura;
- c) A alimentação de água proveniente da chuva, de cheias, de roturas de órgãos de segurança e exploração ou de outras origens.

7 – O valor de cálculo do nível da água livre em contacto com o talude de jusante do aterro e o valor de cálculo do nível freático, ou a sua combinação, devem ser determinados com base nos dados hidrológicos, hidráulicos e hidrogeológicos disponíveis, de forma a corresponderem às condições mais desfavoráveis que podem ocorrer na situação de projeto em consideração.

8 – Na determinação das distribuições de cálculo da pressão intersticial deve ser tida em conta a gama possível de variação da anisotropia e da heterogeneidade do terreno no que diz respeito à condutividade hidráulica.

9 – Os valores de cálculo dos parâmetros geotécnicos devem ser obtidos a partir dos valores característicos mediante a aplicação do coeficiente parcial γ_M ou ser avaliados diretamente.

10 – Para situações persistentes ou transitórias deve ser usado o coeficiente parcial γ_M definido no anexo III deste Documento Técnico.

11 – Se os valores de cálculo dos parâmetros geotécnicos forem avaliados diretamente, os valores dos coeficientes parciais recomendados no anexo III deste Documento Técnico deverão ser utilizados como orientação para se obter o nível de segurança requerido.

12 – Os valores dos coeficientes parciais para determinação das capacidades resistentes em situações acidentais devem ser escolhidos tendo em atenção as circunstâncias particulares de cada situação.

13 – Em caso de estruturas provisórias ou em situações de projeto transitórias poderão ser usados valores menos severos que os recomendados no anexo III deste Documento Técnico, desde que as consequências prováveis o justifiquem.

14 – Na determinação dos valores de cálculo das capacidades resistentes (R_d) ou dos valores de cálculo dos efeitos das ações (E_d) poderão ser introduzidos coeficientes de modelo, respetivamente ($\gamma_{R;d}$) ou ($\gamma_{S;d}$), de modo a assegurar que os resultados obtidos com o modelo de cálculo são rigorosos ou se situam do lado da segurança.

Artigo 45.º

Tipos de estado limite último

Quando tal for relevante, deve ser feita a verificação de que não são excedidos os seguintes tipos de estados limite último:

- a) Rotura ou deformação excessiva da barragem e respetiva fundação em que as propriedades de resistência dos geomateriais têm influência significativa na capacidade resistente (GEO);
- b) Perda de equilíbrio da barragem (estrutura geotécnica ou qualquer sua componente estrutural) ou da fundação devido a levantamento global originado por pressão de água (flutuação) ou por outras ações verticais (UPL);
- c) Levantamento hidráulico, erosão interna e erosão tubular na barragem ou na sua fundação causados por gradientes hidráulicos (HYD);
- d) Rotura interna ou deformação excessiva de componentes estruturais da barragem construídas com outros materiais, nomeadamente a cortina de betão armado do paramento de montante de barragens de enrocamento, em que as propriedades de resistência desses materiais têm influência significativa na capacidade resistente (STR).

Artigo 46.º

Estados limite

1 – Deve ser elaborada uma lista dos estados limite a verificar no dimensionamento das estruturas.

2 – No corpo da barragem e sua fundação devem ser verificados os seguintes estados limite últimos:

- a) Perda de estabilidade global do terreno e de estruturas associadas (GEO);
- b) Rotura nos taludes ou no coroamento da barragem (GEO);
- a) Rotura devida a erosão interna (HYD);
- d) Rotura por erosão tubular (HYD);
- e) Rotura por levantamento hidráulico (HYD);
- f) Rotura por levantamento global (UPL);
- g) Rotura devida a erosão superficial ou a infra-escavação (GEO).

3 – No corpo da barragem e sua fundação devem ser verificados os seguintes estados limite relativos a deformações:

- a) Deformações no corpo da barragem que levem à perda de aptidão para a utilização, por exemplo assentamentos excessivos ou fissuras;
- b) Movimentos excessivos do terreno de fundação devidos a consolidação hidrodinâmica, fluência, colapso do terreno, deformações distorcionais, vibrações ou empolamento;

c) Assentamentos ou deslocamentos de colapso e fluência do aterro ou do terreno de fundação que causem perda de folga ou perda de aptidão para a utilização de órgãos de segurança e exploração da barragem;

d) Deformações resultantes de ações climáticas.

4 – Para o maciço de montante da barragem devem ser consideradas as condições hidráulicas mais desfavoráveis, que normalmente são a percolação em regime permanente para o nível freático mais elevado possível e o rebaixamento correspondente ao mais rápido esvaziamento da albufeira.

5 – Para a análise dos estados limite de utilização, poderão ser usadas condições menos severas relativamente ao nível da água ou à pressão intersticial da água.

6 – Os estados limite que envolvam a formação de um mecanismo na estrutura deverão ser facilmente identificáveis por intermédio de um modelo de cálculo e, no caso de estados limite definidos em termos de deformações, estas deverão ser também avaliadas por cálculo.

Artigo 47.º

Verificação da segurança para estados limite tipo GEO, STR, UPL e HYD

1 – A verificação da segurança para um estado limite GEO, STR, UPL ou HYD afetando a barragem e a sua fundação deve ser feita de acordo com o disposto na NP EN 1997-1: 2009 e respetivo Anexo Nacional.

2 – Em situações de projeto em que a aplicação de coeficientes parciais a ações causadas ou transmitidas pelo terreno, tais como pressões de terras ou de água, conduza a valores de cálculo pouco prováveis ou mesmo fisicamente impossíveis, os coeficientes poderão ser aplicados diretamente aos efeitos das ações, calculados a partir dos valores representativos destas.

3 – Devem ser usados os coeficientes parciais para as ações, para os efeitos das ações, para os parâmetros dos geomateriais e para as capacidades resistentes, para situações persistentes ou transitórias, indicados no anexo III deste Documento Técnico.

4 – Nos procedimentos de cálculo em que se aplicam coeficientes aos efeitos das ações, o coeficiente parcial para as ações, γ_F , deve ser igual a 1,0.

5 – A capacidade resistente adicional ao levantamento global também pode ser tratada como uma ação vertical permanente estabilizante.

Artigo 48.º

Verificação da segurança para estados limite de utilização

1 – Os valores dos coeficientes parciais para os estados limite de utilização deverão ser em regra iguais a 1,0.

2 – Os valores característicos deverão ser modificados apropriadamente se durante o tempo de vida da obra puderem ocorrer alterações das propriedades dos geomateriais.

Artigo 49.º

Dimensionamento por medidas prescritivas

1 – Nas situações de projeto em que não se disponha de modelos de cálculo ou em que se dispense a sua utilização, a excedência dos estados limite poderá ser evitada através da utilização de medidas prescritivas, as quais envolvem a utilização, no projeto, de regras correntes, geralmente conservativas.

2 – O dimensionamento por medidas prescritivas pode também ser utilizado quando a experiência comparável torne desnecessário o recurso a cálculos de dimensionamento, bem como para assegurar a durabilidade face a tipos de ações para as quais não são normalmente apropriados cálculos diretos.

Artigo 50.º

Ensaaios em modelos experimentais

1 – Quando forem utilizados resultados de ensaios de modelos experimentais, de grandes ou de reduzidas dimensões, na justificação de um dimensionamento, ou para complementar as alternativas mencionadas nas alíneas a) ou b) do n.º 9 do artigo 36.º, devem ser considerados os seguintes aspetos:

- a) As diferenças entre o terreno no ensaio e na obra;
- b) Os efeitos de tempo;
- c) Os efeitos de escala, especialmente se forem usados modelos de dimensão reduzida, havendo ainda a ter em conta os efeitos do nível de tensões bem como os efeitos associados à dimensão das partículas.

2 – Os ensaios podem ser efetuados numa amostra da própria obra ou em modelos em escala natural ou reduzida.

Artigo 51.º

Outras disposições do projeto

1 – O coroamento deve ser adequadamente sobrelevado, para compensar os assentamentos que os aterros sofrerão durante a vida da barragem, em consequência de consolidação hidrodinâmica, fluência ou colapso dos geomateriais.

2 – A largura do coroamento, em regra não inferior a 3 m, deve ser justificada em função da altura e importância da obra, do risco sísmico do local, da natureza dos materiais a empregar, da configuração da linha de saturação com a albufeira cheia, das condições práticas de construção e das exigências da circulação viária prevista.

3 – No que se refere aos paramentos há a notar que:

- a) O paramento de montante deve ser protegido da ação da ondulação, havendo vantagem em que seja tão rugoso quanto possível;
- b) O paramento de jusante deve ser adequadamente protegido em relação à ação erosiva da chuva e do vento e também de danos causados por animais;
- c) Ainda em relação ao paramento de jusante, é de recomendar, se ele for extenso, que seja dotado de banquetas.

CAPÍTULO V

DISPOSIÇÕES RELATIVAS AOS ÓRGÃOS DE SEGURANÇA E EXPLORAÇÃO

Artigo 52.º

Órgãos de segurança e exploração

1 – Os órgãos de segurança das barragens incluem os descarregadores de cheias e as descargas de fundo, devendo evitar-se que os respetivos circuitos hidráulicos incluam zonas comuns.

2 – Os órgãos de exploração das barragens incluem as tomadas de água e as centrais e circuitos hidráulicos associados e respetivas restituições.

3 – No projeto dos órgãos de segurança e exploração devem não só respeitar-se as disposições que constam dos artigos seguintes, como prever soluções para situações de emergência, reparações, manutenção e inspeções.

4 – No projeto das estruturas destes órgãos e respetivos equipamentos deve ainda considerar-se outra regulamentação aplicável.

Artigo 53.º

Descarregadores de cheias

1 – Os descarregadores de cheias têm por finalidade assegurar a descarga da cheia de projeto sem auxílio de outros órgãos e garantir a descarga da cheia de verificação sem galgamento da barragem.

2 – Os descarregadores de cheias podem ser de soleira livre ou controlada por comportas, e em canal ou em túnel quando independentes do corpo da barragem, ou ainda, quando incorporados em barragens de betão, de superfície, de meio-fundo e de fundo.

3 – O recurso a comportas ou a túneis em descarregadores de cheias de barragens de aterro só se justifica quando tal conduza a uma significativa economia.

4 – No caso de descarregadores controlados por comportas deve garantir-se que o nível máximo na albufeira correspondente à cheia de projeto, considerando uma das comportas na posição de fecho total, não origine o galgamento da barragem.

5 – Os descarregadores de cheia de superfície, com soleira livre ou controlados por comportas, devem apresentar vãos com dimensões amplas, que reduzam o risco de obstrução por objetos flutuantes de grande dimensão, em especial quando as zonas da bacia hidrográfica mais próximas das albufeiras se apresentem significativamente florestadas.

6 – Os descarregadores de cheias são caracterizados essencialmente pelas suas formas, implantação e materiais de que são construídos, devendo do seu projeto constar:

- a) A justificação da solução adotada, em função do tipo da barragem, das condições hidrológicas, topográficas, geológicas e geotécnicas do local, dos caudais a descarregar e dos condicionamentos impostos a esses caudais e à sua restituição a jusante;
- b) Os critérios, modelos e métodos de análise que presidiram ao dimensionamento hidráulico, podendo ser considerada, quando a exploração o permitir, a reserva adicional de um dado volume da albufeira para encaixar parte da cheia, e devendo ser tidos em conta os condicionamentos quanto ao nível máximo permitido na albufeira;
- c) Os critérios, modelos e métodos de análise que presidiram ao dimensionamento dos vários elementos estruturais;
- d) As medidas para evitar ou controlar deteriorações ou obstruções que ponham em risco a estabilidade da obra, tais como a dimensão dos descarregadores de cheias;
- e) A descrição dos órgãos de obturação e regulação e justificação das soluções adotadas.

7 – A possibilidade de inspeção das estruturas e de manutenção e reparação dos equipamentos deve ser tida em consideração no projeto.

Artigo 54.º Descargas de fundo

1 – A descarga de fundo destina-se a esvaziar a albufeira, além de permitir também descarregar materiais sólidos finos que se encontram na zona adjacente a montante, bem como contribuir para a regulação de níveis e a garantia de caudais a jusante, quando a qualidade da água o permita.

2 – Do projeto da descarga de fundo devem constar:

- a) A justificação das soluções adotadas para o número, localização, acesso e dimensionamento destes órgãos em função do tipo de obra, dos caudais a descarregar e das condições topográficas, geológicas e geotécnicas do local;
- b) A justificação das secções transversais correntes das descargas de fundo, tendo em atenção a acessibilidade para operações de manutenção e reparação;
- c) O cálculo do tempo necessário para o esvaziamento da albufeira;
- d) Os critérios, modelos e métodos de análise adotados para o dimensionamento estrutural destes órgãos;

- e) A descrição dos órgãos de obturação e regulação (comportas e válvulas) e justificação das soluções adotadas;
- f) As soluções para a restituição dos caudais a jusante em condições de segurança;
- g) As soluções para proteção das entradas (grades ou grelhas).

Artigo 55.º

Tomadas de água

1 – A tomada de água destina-se a retirar caudais da albufeira, devidamente controlados, e pode situar-se no corpo da barragem ou fora dele.

2 – Do projeto da tomada de água devem constar:

- a) A justificação da solução adotada, de acordo com os caudais a derivar, com o caudal sólido, com o tipo de barragem e central e com as condições hidrológicas, topográficas, geológicas, sismológicas e geotécnicas do local;
- b) Os critérios, modelos e métodos de análise que presidiram aos dimensionamentos hidráulico e estrutural deste órgão;
- c) As soluções adotadas para a restituição dos caudais;
- d) As soluções para proteção das entradas, nomeadamente grades e grelhas.

Artigo 56.º

Centrais e circuitos hidráulicos associados à barragem

1 – A central e o circuito hidráulico devem obedecer às mesmas disposições de segurança exigidas para a barragem.

2 – Do projeto devem constar:

- a) A justificação das soluções adotadas em função dos tipos de barragem e de central, das condições topográficas, geológicas, geotécnicas e sismológicas do local e, ainda, dos caudais a turbinar ou a bombear;
- b) Os critérios, modelos e métodos de análise que presidiram ao dimensionamento energético, hidráulico e estrutural;
- d) As soluções adotadas para atender aos efeitos de instabilidade elástica, fendilhação e vibrações provocadas pelo funcionamento dos equipamentos;
- e) As soluções para enchimento e esvaziamento das condutas forçadas.

Artigo 57.º

Restituições

1 – Deve ser garantida a segurança da restituição efetuada pelos descarregadores de cheias, descargas de fundo e circuitos hidráulicos.

2 – Do projeto devem constar:

- a) A justificação das soluções para a dissipação da energia proveniente das descargas e de proteção do leito e margens do curso de água a jusante contra erosões inconvenientes;
- b) A previsão das erosões e seu tipo para se poderem projetar as obras de proteção adequadas, nomeadamente no pé de jusante da barragem;
- c) A definição das obras de proteção para evitar danos significativos na bacia de dissipação, nas margens e no leito do rio;
- d) Os critérios, modelos e métodos de análise que presidiram ao dimensionamento hidráulico e estrutural da restituição dos vários órgãos, nomeadamente dos referidos no n.º 1.

Artigo 58.º

Equipamentos de regulação e de obturação

1 – Estes equipamentos destinam-se à regulação de caudais e obturação dos órgãos referidos neste capítulo, sendo de notar que os equipamentos dos descarregadores de cheias e das descargas de fundo devem cumprir as disposições do RSB nesta matéria.

2 – Do projeto devem constar:

- a) A justificação dos equipamentos de regulação e de obturação adotados em função do tipo da barragem a que se destinam e das características do local onde vão atuar, bem como a indicação das leis de abertura e fechamento das comportas;
- b) As infraestruturas que garantam um fácil acesso aos mecanismos de manobra dos equipamentos de obturação e regulação, devendo, em particular, ser garantido o acesso a estruturas situadas na albufeira que contenham tais mecanismos por intermédio de passadiços;
- c) A previsão de situações de funcionamento para cenários de incidente e acidente, nomeadamente avarias, bloqueamentos, dificuldades de acesso e roturas de comportas.

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES RELATIVAS À ALBUFEIRA E AO VALE A JUSANTE

Artigo 59.º

Aspetos gerais

1 – O projeto deve incluir a planta da albufeira a uma escala adequada, bem como o cálculo das superfícies inundadas e dos volumes armazenados e o traçado das curvas respetivas.

2 – O projeto deve também ter em conta:

- a) Os limites da zona de proteção da albufeira e os condicionamentos a observar na construção de edifícios, no estabelecimento de indústrias e no exercício de atividades nessa zona;

- b) As utilizações secundárias compatíveis com as finalidades principais da albufeira e as condições em que podem ser exercidas;
- c) O impacto produzido pela albufeira nos seus variados aspetos, designadamente ambiental, ecológico, climático, hidrológico e histórico-cultural;
- d) A desarborização e desmatização da albufeira;
- e) Os requisitos relativos às características da água da albufeira.

Artigo 60.º

Estudos da albufeira

1 – Os estudos referidos no artigo 6.º devem abranger a zona da albufeira e com especial atenção as formações mais permeáveis, solúveis ou erodíveis, o que permitirá fazer a previsão dos caudais perdidos por infiltração, inclusive para vales colaterais, e tomar as medidas necessárias para evitar ou diminuir essas perdas.

2 – A estabilidade das margens deve ser calculada com base nos estudos referidos no número anterior, adotando-se medidas para a assegurar por meio de drenagem, ancoragem, pregagem e desmonte de blocos ou de zonas instáveis.

3 – Do projeto devem constar:

- a) O estudo do assoreamento da albufeira baseado na avaliação da quantidade de materiais sólidos transportados pela água em suspensão e por arrastamento;
- b) O estudo do regime de ventos, essencial para avaliação da altura das ondas geradas e, portanto, para fixação da folga;
- c) A previsão das perdas por evaporação.

Artigo 61.º

Cadastro da zona da albufeira

1 – Do projeto deve constar um cadastro da zona da albufeira que permita fornecer elementos necessários aos estudos referidos no artigo 4.º e avaliar o custo das expropriações.

2 – Do cadastro devem constar os seguintes elementos:

- a) Rede de comunicações, com as respetivas obras de arte;
- b) Equipamentos sociais, nomeadamente escolas, hospitais, quartéis, serviços públicos, igrejas e cemitérios;
- c) Ocupação agrícola ou industrial;
- d) Ocupação populacional, isto é, povoações, habitações e outros bens imóveis.

Artigo 62.º

Área inundável em caso de rotura

1 – O projeto deve conter o estudo da zona inundável a jusante em caso de rotura da barragem, considerando a hipótese de rotura mais provável, súbita ou progressiva, parcial ou total.

2 – O estudo referido no número anterior deve utilizar a metodologia prevista no RSB com vista à elaboração dos mapas de inundação à escala 1:25 000, bem como ter em conta a eventual existência de barragens em cascata.

3 – O estudo referido nos números anteriores deve também incluir a caracterização do vale a jusante, para permitir a definição da classe da barragem.

Artigo 63.º

Planeamento de emergência

1 – Do projeto deve constar, no caso das barragens de classe I, o plano de emergência interno, de acordo com o estabelecido no RSB.

2 – No caso das barragens de classe II, em que não é exigido plano de emergência interno, o projeto deve incluir a definição de medidas adequadas de emergência, compreendendo procedimentos simplificados de alerta à Autoridade e aos serviços de proteção civil territorialmente competentes e de aviso a residentes na proximidade da barragem.

ANEXO I

Cheias a adotar nos projetos de barragens

PERÍODOS DE RETORNO MÍNIMOS

Tipo de barragem e altura h(m)		Período de retorno da cheia de projeto (anos)	
Betão e enrocamento com laje a montante	Aterro	Classes I e II	Classe III

$h \geq 100$	$h \geq 50$	5 000	2 000
$100 > h \geq 50$	$50 > h \geq 15$	2 000	1 000
$50 > h \geq 15$	$15 > h$	1 000	500
$15 > h$	–	500	100

A cheia de verificação corresponde à cheia de projeto majorada pelo factor 1,2.

ANEXO II
Sismos a adotar nos projetos de barragens

PERÍODOS DE RETORNO MÍNIMOS

Quadro 1 – Períodos de retorno mínimos em função do índice global de risco sísmico

Índice global de risco sísmico (I _R)	Período de retorno (anos)
4 a 10	1 000
12 a 20	2 500
22 a 30	5 000
32 a 44	10 000/SME

SME – Sismo máximo expectável

Quadro 2 – Índices parciais e índice global de risco sísmico

Capacidade da albufeira		Altura da barragem		Danos potenciais	
V (hm ³)	Índice parcial (i ₁)	h (m)	Índice parcial (i ₂)	Y (Número de edifícios em risco)	Índice parcial (i ₃)
V ≥ 120	6	h ≥ 50	6	Y ≥ 400 classe I	32
120 > V ≥ 1	4	50 > h ≥ 30	4	400 > Y ≥ 10 classe I	28
1 > V ≥ 0,1	2	30 > h ≥ 15	2	10 > Y ≥ 1 classe II	16
V < 0,1	0	h < 15	0	Y = 0 classe II	12
				Y = 0 classe III	4

Y – Número de edificações fixas com carácter residencial permanente

I_R = (i₁ + i₂ + i₃) – Índice global de risco sísmico

ANEXO III

Dimensionamento de barragens de aterro

Na verificação da segurança relativamente aos estados limite últimos adota-se a abordagem de cálculo 1 de acordo com o disposto na NP EN 1997-1: 2009, e os coeficientes parciais incluídos no presente anexo (estes coeficientes são iguais aos propostos na referida norma, exceto os assinalados a negrito).

Coeficientes parciais para situações de projeto permanentes e transitórias

ESTADO LIMITE ÚLTIMO TIPO STR/GEO

Ações			Conjunto	
			A1	A2
Permanente	Desfavorável	γ_G	1,6	1,0
	Favorável		1,0	1,0
Variável	Desfavorável	γ_Q	1,5	1,3

Parâmetro do solo	Símbolo	Conjunto	
		M1	M2
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,50
Coesão efetiva	$\gamma_{c'}$	1,0	1,50
Resistência não drenada	γ_{c_u}	1,0	1,70
Resistência à compressão simples	γ_{q_u}	1,0	1,70
Peso volúmico	γ_γ	1,0	1,0

ESTADO LIMITE ÚLTIMO TIPO UPL

Ações		Símbolo	Valor
Permanente	Desfavorável	$\gamma_{G,dst}$	1,20
	Favorável	$\gamma_{G,stb}$	0,90
Variável	Desfavorável	$\gamma_{Q,dst}$	1,50

Parâmetro do solo	Símbolo	Valor
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Coesão efetiva	$\gamma_{c'}$	1,25
Resistência não drenada	γ_{c_u}	1,40
Resistência à tração de estacas	$\gamma_{s;t}$	1,40
Resistência de ancoragens	γ_a	1,40

ESTADO LIMITE ÚLTIMO TIPO HYD

Ações		Símbolo	Valor
Permanente	Desfavorável	$\gamma_{G,dst}$	1,35
	Favorável	$\gamma_{G,stb}$	0,90
Variável	Desfavorável	$\gamma_{Q,dst}$	1,50

Coeficientes parciais para situações de projeto acidentais

Ações		Tipo de estado limite		
		STR/GEO	UPL	HYD
Permanentes	Desfavorável	1,0	1,1	1,2
	Favorável	1,0	0,95	0,95
Variável	Desfavorável	1,0	1,0	1,0

Parâmetro do solo	Tipo de estado limite	
	STR/GEO	UPL
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	1,1	1,25
Coesão em tensão efetivas	1,1	1,25
Resistência ao corte não drenada	1,15	1,40
Resistência à compressão uniaxial	1,15	-
Peso volúmico	1,0	-

PARTE II

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

(Revisão da Portaria n.º 246/98, de 21 de Abril, dos Ministérios da Defesa Nacional, da Administração Interna, do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Economia, da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, e do Ambiente)

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

Artigo 1.º

Objeto do Documento Técnico

1 – O presente Documento Técnico destina-se a dar execução ao Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 344/2007 de 15 de Outubro, com a alteração aprovada pelo Decreto-Lei n.º 21/2018, de 28 de março, ao abrigo do disposto no seu artigo 55.º, e tem por objeto os princípios e critérios gerais que devem presidir à construção das barragens, por forma a garantir a segurança destas obras.

2 – Por construção entende-se a fase da vida da obra em que se executam os trabalhos projetados, de acordo com normas visando a sua qualidade e, nomeadamente, as suas condições de segurança e bom desempenho.

3 – O presente Documento Técnico aplica-se às atividades de construção de novas barragens, bem como às atividades de construção relativas a reforço, reabilitação, alteamento e reparação destas obras e, ainda, à sua reformulação, demolição e abandono.

Artigo 2.º

Âmbito de aplicação

O presente Documento Técnico aplica-se às barragens abrangidas pelo artigo 2.º do RSB.

CAPÍTULO II DISPOSIÇÕES GERAIS

SECÇÃO 1

ORGANIZAÇÃO E CONTROLO DAS ACTIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

Artigo 3.º

Diretor técnico da obra

1 – O diretor técnico da obra é o responsável técnico por parte do dono de obra durante a construção, nomeadamente pelos aspetos de segurança.

2 – A designação do diretor técnico da obra é efetuada pelo dono de obra, que a submete à aprovação da Autoridade, nos termos do artigo 10.º do RSB.

3 – De acordo com o RSB, nomeadamente com as disposições do capítulo 2.º, constituem obrigações do diretor técnico da obra:

- a) Assegurar a coordenação da execução da obra, em conformidade com o projeto e caderno de encargos, tendo em consideração, nomeadamente, o disposto no RSB;
- b) Manter atualizado o livro técnico da obra e, com base nos lançamentos neles efetuados, elaborar trimestralmente um boletim informativo resumindo as principais ocorrências, que deve enviar à Autoridade e ao dono de obra;
- c) Promover que o autor do projeto seja informado de alterações que se tenham revelado necessárias na construção e acompanhá-lo nas suas visitas à obra;
- d) Participar nas visitas de inspeção efetuadas pela Autoridade e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e registar as respetivas atas no livro técnico da obra;
- e) Organizar e manter atualizado o arquivo técnico da obra;
- f) Enviar mensalmente, ou com outra periodicidade aceite pela Autoridade, para a Autoridade e para o dono de obra, um relato sucinto referindo as ocorrências com interesse relevante para o controlo da segurança;
- g) Tomar conhecimento de todos os documentos relativos ao controlo de segurança da obra;
- h) Em condições especialmente relevantes para a segurança da obra e em situações de emergência, informar diretamente e em tempo útil a Autoridade, a Autoridade Nacional de Protecção Civil e outras entidades envolvidas no controlo de segurança da obra.

Artigo 4.º

Livro técnico da obra

1 – De acordo com o disposto nos artigos 24.º e 35.º do RSB, devem ser registadas no livro técnico da obra, entre outras ocorrências, as que têm interesse do ponto de vista da segurança, sendo da responsabilidade do diretor técnico da obra manter este livro atualizado.

2 – As entidades competentes para efetuar registos no livro técnico da obra são a Autoridade, o LNEC, o autor do projeto, os consultores e o diretor técnico da obra.

3 – Os elementos relativos à atividade de construção a incluir no livro técnico da obra são, entre outros, os seguintes:

- a) Atas das inspeções regulamentares;
- b) Informações sobre as deteriorações detetadas pelas inspeções visuais de rotina;
- c) Relatos sucintos de eventuais comportamentos anómalos;
- d) Informação sobre ocorrências excecionais e circunstâncias anómalas que se revistam de interesse para o comportamento da obra, tais como as consequências de eventuais

galgamentos, avarias de equipamento, alterações ao programa de trabalhos, substituições de materiais referidos no caderno de encargos e adaptações relevantes do projeto às reais condições encontradas.

Artigo 5.º

Arquivo técnico da obra

1 – O arquivo técnico da obra é organizado de acordo com o estabelecido no artigo 26.º do RSB.

2 – Durante a fase de construção, o arquivo técnico deve estar em local acessível e adequado à sua utilização expedita e boa conservação, sendo da responsabilidade do diretor técnico da obra mantê-lo atualizado.

3 – O arquivo técnico da obra deve estar à disposição da Autoridade e ser facultado ao LNEC, autor do projeto e aos consultores.

Artigo 6.º

Fiscalização

1 – A fiscalização da construção é da responsabilidade do dono de obra e está sujeita a supervisão da Autoridade.

2 – A fiscalização deve dispor de um corpo técnico, constituído com vista à execução da obra em conformidade com o projeto e o caderno de encargos aprovados, tendo em conta a importância, complexidade e especificidade da obra.

3 – Constituem obrigações do corpo técnico responsável pela fiscalização:

- a) Acompanhar a construção para que seja garantida a sua qualidade e segurança;
- b) Assegurar a coordenação dos trabalhos de construção, em conformidade com o estabelecido no projeto e no caderno de encargos, tendo em conta as reais condições encontradas e as condicionantes inerentes ao plano de observação;
- c) Suspender qualquer trabalho que esteja a ser executado sem observância das prescrições legais e regulamentares do projeto e do caderno de encargos.

4 – A fiscalização deve estar apta para averiguar se os empreiteiros têm capacidade para viabilizar alterações que proponham à programação contratual.

Artigo 7.º

Controlo de segurança

1 – O controlo de segurança na fase de construção tem por principais objetivos evitar situações que possam originar incidentes ou acidentes e minimizar os seus efeitos, contribuir para um melhor conhecimento das características estruturais, nomeadamente da fundação, proceder à

instalação do sistema de observação e minimizar os efeitos de impactes ambientais resultantes da construção.

2 – O controlo de segurança é exercido:

- a) Pela Autoridade, por intermédio das inspeções regulamentares;
- b) Pelo LNEC, por acompanhamento da execução do plano de observação em fase de obra, quando aplicável;
- c) Pelo dono de obra, por intermédio do corpo técnico encarregado da fiscalização do cumprimento do projeto, do caderno de encargos, do plano de observação e das disposições do Documento Técnico de Apoio à Observação e Inspeção de Barragens;
- d) Pelo diretor técnico da obra, de acordo com o disposto no artigo 3.º deste Documento Técnico e no cumprimento do estabelecido, nomeadamente, no capítulo 2.º do RSB.

3 – O dono de obra deve assegurar o controlo de segurança durante a construção, devendo o programa de trabalhos, quando necessário, contemplar todas as atividades, meios e procedimentos com vista:

- a) A aquisição, armazenagem, realização de ensaios, instalação e exploração dos equipamentos de observação, em condições adequadas, nomeadamente de acessibilidade e operacionalidade, bem como, de acordo com o plano de observação aprovado, a uma adequada recolha, tratamento, transmissão e arquivo da informação, dispondo-se para tal dos meios humanos e técnicos necessários;
- b) À mobilização de meios técnicos e de equipamentos inerentes: à execução de ensaios de controlo de qualidade dos materiais de construção colocados em obra, ao controlo do tratamento da fundação e à realização dos ensaios de receção dos equipamentos hidráulicos;
- c) A uma boa prestação e colaboração do empreiteiro nas atividades referidas nas alíneas anteriores, tendo ainda em conta eventuais alterações face às reais condições encontradas em obra, nomeadamente no tratamento da fundação e no seu controlo de qualidade e na instalação, exploração e manutenção do sistema de observação, devendo o empreiteiro responsabilizar-se pelos atrasos, avarias e outros prejuízos que lhe forem imputáveis.

4 – Todos os meios, procedimentos e atividades envolvidas no controlo da segurança, nomeadamente os referidos no número anterior, devem ser objeto de um rigoroso acompanhamento pela fiscalização.

Artigo 8.º

Segurança no trabalho

1 – A segurança no trabalho tem por objetivo evitar a ocorrência ou reduzir o número e a gravidade dos acidentes decorrentes das atividades envolvidas na construção.

2 – O dono de obra deve assegurar o cumprimento do Plano de Segurança e Saúde, de acordo com a legislação específica em vigor, devendo todos os intervenientes na obra estar obrigados ao cumprimento deste plano.

3 – Antes do início dos trabalhos, o dono de obra deve promover que o empreiteiro proceda ao desenvolvimento e pormenorização do Plano de Segurança e Saúde de projeto, em conformidade com os meios técnicos, equipamentos afetos à obra e às reais condições encontradas.

4 – O Plano de Segurança e Saúde deve ser evolutivo, devendo adaptar-se às condições que efetivamente forem sendo encontradas no decurso da obra.

SECÇÃO 2

DESENVOLVIMENTO DAS ACTIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

Artigo 9.º Plano de construção

1 – O plano de construção é constituído pelo projeto de pormenorização, caderno de encargos e programa de trabalhos.

2 – Os elementos que integram o projeto de pormenorização são os referidos no artigo 15.º do Documento Técnico de Apoio ao Projeto de Barragens.

3 – O caderno de encargos deve incluir as cláusulas técnicas e os desenhos necessários para garantir a qualidade da construção.

4 – O programa de trabalhos, a desenvolver e pormenorizar pelo empreiteiro, que se destina a assegurar a eficácia do planeamento, controlo e coordenação da execução da obra, deve:

- a) Apresentar a sequência de todas as atividades relevantes a desenvolver, especificando o tempo previsto para cada uma delas, as respetivas datas para início e conclusão, e as interdependências das diferentes tarefas;
- b) Atender às implicações das condições meteorológicas e hidrológicas na fixação dos prazos;
- c) Procurar que o desvio provisório, quando em canal, galeria ou túnel, seja realizado em estiagem;
- d) Prever a instalação do estaleiro, nomeadamente dos laboratórios para receção e controlo dos materiais, dos depósitos provisórios e definitivos, e de outras instalações necessárias às obras, bem como a realização dos acessos e reposição das vias de comunicação;
- e) Permitir que o controlo de segurança da obra possa ser realizado sem prejuízo do ritmo da construção;

- f) Explicitar datas-chave, correspondentes à realização de tarefas relevantes para o desenvolvimento, qualidade e segurança da obra, as quais, pela sua índole e interação, condicionem e possam comprometer outras atividades, tais como a realização do desvio provisório e o tratamento da fundação;
- g) Referenciar e integrar medidas e condicionantes associadas à problemática ambiental e patrimonial, compatibilizando-as com as restantes atividades da construção.

Artigo 10.º

Materiais a empregar e suas origens

1 – Os materiais utilizados na construção devem satisfazer as exigências do projeto, bem como os requisitos ambientais, respeitando as propriedades especificadas no caderno de encargos e nas normas e regulamentos aplicáveis, de acordo com a inspeção das suas origens e os ensaios laboratoriais de caracterização.

2 – O estaleiro deve ser dotado com um laboratório ajustado à importância do empreendimento, destinado a efetuar os ensaios correntes de caracterização de materiais previstos no caderno de encargos.

3 – Os restantes ensaios devem ser efetuados por um laboratório oficial ou certificado, ou outro laboratório idóneo, proposto pelo empreiteiro e aceite pelo dono de obra.

Artigo 11.º

Implantação da obra

1 – A implantação da obra, da responsabilidade do empreiteiro, deve partir do sistema de apoio cartográfico definido no projeto e estabelecer os apoios complementares necessários à boa execução da obra, devendo as respetivas coordenadas e cotas ser comunicadas à fiscalização.

2 – A fiscalização deve ser informada, com suficiente antecedência, do início da execução de cada trabalho, bem como de qualquer discrepância ou desvio, constatado em obra, relativo aos dados de base de implantação do projeto.

3 – Compete ao empreiteiro a conservação dos marcos e outros elementos de apoio à implantação da obra, bem como a substituição dos marcos que, por necessidade de trabalho, tiverem de ser suprimidos.

Artigo 12.º

Medições

1 – Para efeitos de medição, nenhum trabalho pode ser iniciado sem que, previamente, tenham sido estabelecidos os perfis definidores do terreno ou da situação de partida.

2 – Os critérios gerais de avaliação dos trabalhos e de medições, bem como dos respectivos pagamentos, devem ser discriminados no caderno de encargos, podendo os mesmos ser ajustados em função das reais condições encontradas, nomeadamente no que diz respeito à preparação e tratamento da fundação e aos betões, de segunda e terceira fases, necessários à instalação dos equipamentos hidromecânicos.

Artigo 13.º

Acessos e comunicações

1 – A instalação do estaleiro e a execução da obra não devem prejudicar a circulação na rede viária existente, devendo o empreiteiro corrigir prontamente eventuais danos provocados pela realização dos trabalhos.

2 – As vias de circulação no estaleiro e os acessos às frentes de trabalho, realizados pelo empreiteiro, são utilizáveis por todos os intervenientes na construção.

3 – Constituem obrigações do dono de obra:

- a) Promover que os acessos e vias de circulação tenham em devida conta condicionantes e restrições ambientais e que sejam mantidos em bom estado de conservação e de limpeza;
- b) Zelar pelo cumprimento da legislação relativa às obras e obstáculos ocasionais na via pública;
- c) Promover, quando necessário, que seja assegurada iluminação adequada nos acessos e vias de circulação referidos no número anterior;
- d) Dotar o estaleiro de adequadas comunicações com o exterior.

Artigo 14.º

Estaleiro

1 – A localização do estaleiro e a definição das áreas a ocupar pelo dono de obra, empreiteiros e fornecedores, devem atender à dimensão e complexidade da obra e ainda aos aspetos seguintes:

- a) Acessibilidade ao exterior;
- b) Acessibilidade às frentes de trabalho;
- c) Minimização do impacte provocado pela construção;
- d) Possibilidade de abastecimento de água potável e não potável e de energia elétrica.

2 – Em particular, a localização dos paióis deve ser estudada por forma a mitigar as consequências resultantes de acidentes, devendo o transporte e a armazenagem dos explosivos ser efetuados de acordo com as normas de segurança em vigor.

3 – As instalações destinadas a armazenagem, montagem e reparação de equipamentos, ao laboratório de obra, a escritórios e a postos de primeiros socorros, assim como as instalações

de carácter social, especialmente dormitórios e habitações, devem ser adequadas às suas finalidades e obedecer à regulamentação aplicável.

4 – Constituem obrigações do dono de obra:

- a) Promover que se estabeleça e cumpra a regulamentação para funcionamento do estaleiro;
- b) Assegurar que as instalações provisórias e estruturas auxiliares sejam removidas até ao final dos trabalhos;
- c) Promover, antes da conclusão da obra, a regularização dos taludes e plataformas e, tanto quanto possível, que seja restituído o especto natural aos locais afetados pela construção.

Artigo 15.º Zonas de empréstimo

1 – As zonas de empréstimo para obtenção dos materiais a utilizar na construção da barragem devem, preferencialmente, estar localizadas no interior da albufeira.

2 – No início da construção devem ser efetuados trabalhos de reconhecimento complementar das zonas de empréstimo previstas, nomeadamente das potenciais áreas de pedreiras, depósitos aluvionares e de outros solos, destinados ao fornecimento e utilização de agregados para o fabrico de betões, argamassas, enrocamentos, drenos, filtros e aterros.

3 – Sempre que necessário, devem ser realizados ensaios de identificação e caracterização dos materiais a utilizar na construção da barragem, para avaliação das disponibilidades existentes e das condições de exploração das zonas de empréstimo, bem como para aferição das propriedades dos materiais face à utilização prevista.

4 – As zonas de empréstimo, após a sua exploração, devem ser objeto de tratamento que minimize os aspetos de impacte ambiental e patrimonial.

Artigo 16.º Escavações e depósitos

1 – As escavações devem ser executadas até às cotas definidas no projeto, preservando a qualidade do maciço, e, para tal:

- a) Em maciços rochosos, numa primeira fase, que não deve atingir a superfície final, pode recorrer-se à utilização de explosivos, desde que esta utilização seja devidamente controlada;
- b) Para prevenir a meteorização do maciço, deve fazer-se a remoção da rocha sobranete por meios adequados, em data próxima da colocação de betões ou aterros.

2 – As escavações devem ser acompanhadas por técnicos com formação apropriada.

3 – As ações principais a desenvolver durante e após as escavações são as seguintes:

- a) Levantamento geológico e geotécnico dos maciços, indicando, nomeadamente, falhas, filões, planos de estratificação, preenchimento das descontinuidades, zonas de heterogeneidade e ressurgências, e sua comparação com as previsões do projeto;
- b) Detecção e controlo de problemas de estabilidade decorrentes das escavações ou que as dificultem e estudo das medidas a tomar para resolução destes problemas;
- c) Definição de sondagens e ensaios complementares que se afigurem necessários e interpretação dos resultados obtidos;
- d) Controlo da evolução de ressurgências durante a construção;
- e) Elaboração de relatório descrevendo os trabalhos efetuados e os aspetos que se revistam de importância para a segurança da obra.

4 – Os locais para depósito de materiais sobrantes, a localizar preferencialmente no interior da albufeira, devem respeitar o estabelecido no Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, e ser escolhidos de modo a que:

- a) Não prejudiquem o curso natural do rio;
- b) Não prejudiquem o funcionamento dos órgãos de segurança e exploração;
- c) Não agravem o efeito das cheias;
- d) Não originem instabilidade de taludes;
- e) Não dificultem as atividades de controlo de segurança da obra;
- f) Minimizem os aspetos negativos do impacto ambiental.

Artigo 17.º

Estratégia de construção com desvio provisório

1 – A derivação provisória tem por objetivo desviar o rio do seu curso natural, de modo a possibilitar a realização da obra em condições de segurança, devendo ser mobilizados meios e equipamentos e implementados procedimentos que permitam uma adequada e atempada execução dos trabalhos relativos à solução adotada.

2 – A solução prevista no projeto para a derivação provisória deve ser de novo analisada no início dos trabalhos, tendo em conta as reais condições encontradas, nomeadamente, o período efetivamente disponível para a realização destes trabalhos, a evolução da ocupação do vale a jusante, as consequências de uma eventual rotura de qualquer parte das obras provisórias ou definitivas e os meios e equipamentos efetivamente disponíveis.

3 – Nos casos em que a derivação provisória é realizada através de túneis, galerias ou canais, na ausência de programa de trabalhos específico, devidamente justificado e aprovado, deve ser respeitada a seguinte sequência de operações:

- a) Construção das ensecadeiras de proteção das bocas de entrada e de saída do órgão de desvio e abertura deste;
- b) Construção das estruturas das bocas de entrada e de saída do órgão de desvio e demolição das respetivas ensecadeiras;

- c) Construção de uma pré-ensacadeira a montante do local da barragem e, em seguida, da ensacadeira de jusante;
- d) Esgoto da água contida no local dos trabalhos e construção da ensacadeira de montante;
- e) Construção da barragem no local protegido pelas ensacadeiras de montante e de jusante.

4 – Nos casos em que a solução adotada para o desvio do rio implica a construção da barragem por partes, com a passagem da água no leito do rio, na ausência de programa de trabalhos específico devidamente justificado e aprovado, deve ser respeitada a seguinte sequência de operações:

- a) Preparação da secção de vazão do rio, se necessário com a construção de ensacadeiras de proteção das margens, de modo a que permita o escoamento dos caudais previstos durante o período da construção da barragem nas duas margens, em condições de segurança;
- b) Construção da barragem nas duas margens, salvaguardando a geometria e os requisitos técnicos e construtivos nas zonas da interface com a secção de vazão do rio;
- c) Demolição das ensacadeiras referidas na alínea a) e construção de uma obra hidráulica provisória e/ou utilização de um órgão de descarga da barragem já construído, de modo a assegurar a passagem dos caudais durante o período necessário para a construção da barragem na zona central do rio;
- d) Construção de ensacadeiras de proteção da zona central do rio e subida da obra neste trecho até às cotas de segurança, respeitando os requisitos técnicos e construtivos na zona de ligação com os trechos de obra executados anteriormente nas duas margens;
- e) Demolição das ensacadeiras referidas na alínea d).

5 – Nos casos em que a solução adotada para o desvio do rio é constituída por recintos ensacados construídos sucessivamente, na ausência de programa de trabalhos específico devidamente justificado e aprovado, deve respeitar-se a seguinte sequência de operações:

- a) Criação de uma zona ensacada junto de uma das margens, durante a primeira estiagem, eventualmente complementada com a abertura de um canal lateral;
- b) Esgoto da água contida na área ensacada, seguido da construção dos elementos de obra situados no seu interior, providos de órgãos de descarga, tais como orifícios, descargas de fundo, blocos em atraso ou descarregadores definitivos;
- c) Demolição da ensacadeira e criação de uma zona ensacada contígua à primeira;
- d) Repetição sucessiva das operações referidas nas duas últimas alíneas até ao fecho completo do rio;
- e) Obturação dos orifícios deixados no corpo da barragem.

6 – Nos casos, devidamente justificados, em que a solução adotada para a derivação provisória não assegura a passagem da totalidade dos caudais de cheia de dimensionamento, devem ser previstas as eventuais consequências de tal opção e mobilizados os meios e implementados os procedimentos técnicos e construtivos específicos que permitam, nomeadamente:

- a) Adotar ensecadeiras galgáveis, de fácil construção e demolição, e prever o modo de proceder ao rápido esgoto da água resultante de uma eventual inundação da zona ensecada, dotando o estaleiro com equipamento de bombagem de adequada capacidade;
- b) Em barragens de betão, prever soluções com orifícios, eventualmente em concordância com as futuras descargas de fundo, e deixar blocos em atraso, para descarga de caudais mais elevados;
- c) Em barragens de enrocamento, adotar soluções incluindo disposições que defendam o paramento de jusante de erosões ou instabilidades resultantes de eventual galgamento devido a cheias excepcionais durante a construção.

7 – Nos casos em que a derivação provisória considera a utilização prévia de alguns dos órgãos hidráulicos definitivos da barragem, deve ser definida uma adequada programação dos trabalhos específicos, de modo a que sejam devidamente acautelados os requisitos de segurança estrutural e hidráulico-operacional, inerentes à sua utilização prévia como órgão de derivação e à sua adaptação como órgão definitivo da barragem.

8 – Nos casos em que se prevê que as ensecadeiras utilizadas para a realização da construção fiquem incorporadas na barragem, os meios em obra e os procedimentos adotados na sua realização devem assegurar todos os requisitos, especificações e procedimentos inerentes a uma obra definitiva, designadamente no que respeita ao tratamento das fundações, aos materiais e condições de colocação e à interface das ensecadeiras com o corpo da barragem.

9 – O programa de trabalhos da obra, os meios e equipamentos mobilizados e os procedimentos adotados devem integrar e compatibilizar as diversas fases e procedimentos técnicos e construtivos de derivação da linha de água, acautelando designadamente problemas de erosão e de tratamento da fundação e interfaces, ou situações que possam prejudicar a subida do corpo da barragem e a instalação dos equipamentos hidráulicos.

Artigo 18.º

Desarborização e desmatagem da albufeira

1 – A desarborização e a desmatagem consistem em retirar as árvores, arbustos, mato e folhagens dos terrenos da albufeira de modo a preservar a qualidade da água armazenada e a permitir a exploração em condições de segurança.

2 – A desarborização e a desmatagem devem ser precedidas de um levantamento que identifique o tipo, densidade e distribuição da vegetação, a morfologia e cobertura dos solos e as condições de acesso aos vários locais.

3 – A remoção dos produtos resultantes da desarborização e desmatagem deve ser efetuada para locais protegidos das cheias e situados fora dos limites da albufeira.

4 – A desarborização e a desmatagem de espécies protegidas são obrigatoriamente precedidas de emissão de licença pelas entidades públicas competentes.

5 – A queima de produtos resultantes da desarborização e desmatagem deve ser efetuada em locais e recorrendo a meios que minimizem os riscos de incêndio e de poluição.

6 – O processamento dos produtos resultantes da desarborização e desmatagem deve obedecer ao Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição constante do projeto.

Artigo 19.º Equipamentos

1 – O empreiteiro, quando responsável pela elaboração do projeto de execução dos equipamentos hidráulicos e respetivas instalações de comando e controlo, deve:

- a) Elaborar este projeto de acordo com a legislação em vigor, justificando as soluções adotadas e referindo, nomeadamente, as características dos materiais a utilizar e os tratamentos previstos, bem como um plano de exploração e manutenção dos equipamentos hidromecânicos e respetivas instalações de comando e controlo, com indicação das ações a realizar e a respectiva periodicidade;
- b) Submeter os documentos referidos na alínea anterior a aprovação prévia do dono de obra, o qual, em casos de particular complexidade e singularidade, deve informar a Autoridade;
- c) Proceder, se necessário, à adaptação das estruturas de betão armado aos equipamentos projetados, de modo a promover a sua instalação de acordo com as boas regras da arte, a segurança da obra e o seu adequado funcionamento.

2 – Os materiais, equipamentos e instalações devem ser sujeitos a ensaios de validação e receção nas fases de fabrico, fornecimento, entrega na obra, montagem e entrada em serviço, devendo ser dada especial atenção aos ensaios e verificações relacionados com a resistência mecânica, o controlo dimensional, as características físico-químicas, as soldaduras, as proteções anticorrosivas, a integridade e espessuras das pinturas e a verificação das estanquidades.

3 – Os componentes fixos dos equipamentos mecânicos devem estar aptos a suportar os esforços e garantir uma eficaz vedação, para o que é necessário assegurar durante a construção:

- a) A montagem, fixação e ligação dos vários elementos entre si e destes às armaduras ou ao betão de primeira fase, em estrita obediência ao projeto do respectivo equipamento;
- b) A manutenção da forma e da posição das peças fixas durante as operações de betonagem, de envolvimento ou de selagem.

4 – O programa de trabalhos e o plano de betonagem devem considerar os condicionamentos relativos aos equipamentos estabelecidos nos respetivos desenhos de projeto e planos de montagem, devendo definir-se o tipo de betões, as fases de betonagem, as alturas das camadas de betonagem e os respetivos tempos limite de espera, os processos de vibração e de compactação do betão e a pressão a utilizar nas injeções de ligação.

5 – Caso existam equipamentos suscetíveis de funcionar durante o período de construção, deve o dono de obra estabelecer um plano com instruções de manutenção e conservação, de ensaio e de manobra de emergência.

Artigo 20.º
Instalações elétricas

1 – As instalações elétricas a utilizar no estaleiro, quer sejam de força motriz, iluminação, usos gerais ou telecomunicações, devem ser realizadas em estrita concordância com os respetivos projetos, normas e regulamentos de segurança em vigor, devendo ter-se em conta que:

- a) As instalações de iluminação geral devem garantir os níveis de iluminação recomendados por regulamentos específicos;
- b) As instalações elétricas do estaleiro devem assegurar o adequado funcionamento dos equipamentos para que foram projetadas, bem como garantir a segurança e boas condições de trabalho aos utilizadores, de acordo com o Plano de Segurança e Saúde em Fase de Obra e outros regulamentos específicos;
- c) O empreiteiro deve assegurar a responsabilidade técnica pelo projeto, realização e exploração das instalações elétricas do estaleiro, providenciando a permanência no estaleiro de técnico devidamente habilitado, de modo a garantir que as instalações se mantenham em adequadas condições de funcionamento;
- d) O dono de obra, através do Coordenador de Segurança em Obra, deve promover a instalação de um sistema de telecomunicações eficaz, permitindo que os trabalhos decorram com eficiência e segurança e garantindo a possibilidade de difusão de alarme, em caso de emergência.

2 – As instalações elétricas definitivas da obra devem ser executados de acordo com o projeto, respeitando as normas, regulamentos e demais legislação em vigor e tendo em consideração que:

- a) As instalações elétricas definitivas devem garantir os adequados níveis de funcionalidade e segurança dos equipamentos e infra-estruturas a que se destinam, respeitando os regulamentos específicos;
- b) O empreiteiro deve assegurar a responsabilidade técnica pela realização das instalações elétricas definitivas, assegurando a permanência em obra, durante a execução dos trabalhos, de técnico devidamente habilitado;
- c) O empreiteiro deve facultar ao dono de obra, após a conclusão dos trabalhos, todos os documentos que permitam, de acordo com as normas, regulamentos e demais legislação em vigor, organizar o processo de licenciamento das instalações junto das autoridades competentes, e deve também elaborar um manual de exploração das instalações, com indicação das ações de manutenção a realizar e respectiva periodicidade.

3 – No âmbito da segurança hidráulico-operacional e estrutural, o dono de obra deve, em tempo útil, e antes da inspeção prévia ao primeiro enchimento, promover junto das entidades

competentes o fornecimento de energia elétrica a todos os equipamentos e infra-estruturas que dela necessitem.

CAPÍTULO III

DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE BETÃO E DE ALVENARIA

SECÇÃO 1

MATERIAIS PARA BARRAGENS DE BETÃO

Artigo 21.º

Agregados e granulometrias

1 – Os agregados utilizados no fabrico de betões devem obedecer ao caderno de encargos, assim como às disposições normativas e regulamentares aplicáveis, e devem ser sujeitos a:

- a) Inspeção visual, para verificação do seu estado geral, forma e limpeza;
- b) Lavagem, para retirar todas as sujidades e matéria orgânica;
- c) Seleção, de acordo com as classes granulométricas;
- d) Armazenagem, em local de fácil acesso e protegido das ações atmosféricas;
- e) Ensaio de controlo, sobre amostras colhidas na origem, com vista ao cumprimento das disposições normativas e regulamentares aplicáveis e à determinação da granulometria, do peso volúmico, do coeficiente de forma e da reação aos álcalis.

2 – A influência dos agregados na qualidade dos betões exige:

- a) Fiscalização das ações referidas no número anterior;
- b) Ensaio dos materiais armazenados nos silos principais, para determinação do módulo de finura;
- c) Ensaio dos materiais que se encontram nos silos da instalação de fabrico de betão, para determinação dos teores em água e de matéria orgânica.

Artigo 22.º

Cimentos, pozolanas e cinzas volantes

1 – Os tipos de cimentos, pozolanas e cinzas volantes a utilizar no fabrico de betões, bem como as suas características e os ensaios de controlo de qualidade, devem obedecer ao caderno de encargos e às normas, especificações e regulamentos em vigor.

2 – O transporte, descarga e armazenagem dos materiais referidos no número anterior devem obedecer às normas, especificações e regulamentos em vigor e respeitar ainda os seguintes aspetos:

- a) A armazenagem deve ser feita em locais de fácil acesso e protegidos termicamente;

- b) O número e a capacidade dos silos devem ser adequados ao consumo previsto e à necessidade de os materiais ensilados só poderem ser utilizados após obtenção dos resultados dos ensaios de controlo;
- c) Em cada silo, devem ser devidamente identificados o tipo de material e a data em que foi armazenado;
- d) Devem ser utilizados meios adequados de transporte dos materiais para os silos e destes para a central de fabrico do betão.

3 – A fiscalização deve incidir sobre os aspetos referidos nos números anteriores e deve assegurar que o consumo dos materiais ensilados seja efetuado por ordem da sua chegada ao estaleiro e, ainda, que os silos se encontrem em bom estado de funcionamento.

Artigo 23.º

Água

1 – A água a utilizar no fabrico dos betões é habitualmente captada no rio a montante do local da barragem e deve ser submetida a análises periódicas para determinação das suas características físicas e químicas mais importantes, de acordo com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

2 – A armazenagem da água deve ser efetuada em depósitos que preservem a sua qualidade, devendo ainda proceder-se regularmente ao controlo das condições de funcionamento da instalação.

Artigo 24.º

Adjuvantes

1 – No fabrico dos betões para barragens é habitual adicionarem-se adjuvantes destinados a:

- a) Melhorar a trabalhabilidade e reduzir a segregação do betão fresco;
- b) Aumentar a resistência mecânica;
- c) Reduzir a permeabilidade;
- d) Retardar ou acelerar o tempo de presa.

2 – A seleção e armazenagem dos adjuvantes a utilizar devem ser feitas com base nas especificações do caderno de encargos e nas disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

3 – O controlo de qualidade deve ser efetuado sobre amostras colhidas quando do fornecimento, quantificando características físicas e químicas adequadas.

4 – O controlo de qualidade relativo aos recipientes, depósitos e doseadores deve respeitar o disposto no caderno de encargos, bem como as disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

Artigo 25.º

Aços

1 – Os tipos de aço a utilizar em armaduras ordinárias ou de pré-esforço e as suas características e utilização devem obedecer às especificações do caderno de encargos, bem como às normas, especificações e regulamentos em vigor.

2 – As estruturas metálicas, definitivas ou provisórias, devem satisfazer as especificações do caderno de encargos e obedecer às normas, especificações e regulamentos em vigor, no que se refere aos aços e à execução e montagem das estruturas.

SECÇÃO 2

BARRAGENS DE BETÃO CONVENCIONAL

Artigo 26.º

Composição dos betões

A composição dos betões deve respeitar as especificações do caderno de encargos, bem como as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, e deve ser estudada com o objetivo de satisfazer as exigências da qualidade na construção, nomeadamente quanto a resistências mecânica e química, deformabilidade, permeabilidade, trabalhabilidade, durabilidade, características térmicas, dimensão máxima dos agregados e processo de colocação.

Artigo 27.º

Fabrico do betão

1 – O fabrico do betão deve respeitar as disposições normativas e regulamentares aplicáveis e ainda:

- a) O transporte dos componentes, dos lugares de armazenagem para a central de fabrico, deve ser feito de modo a não alterar as suas características;
- b) A quantidade de betão fabricado deve ser exclusivamente a necessária para cada colocação.

2 – Para garantia da qualidade dos betões fabricados devem respeitar-se as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, nomeadamente:

- a) Registrar as instruções dadas à central, bem como as eventuais diferenças, controlando as pesagens em todas as amassaduras;
- b) Controlar o tempo de amassadura para garantia da homogeneidade da mistura e da fusão completa do gelo, quando utilizado;
- c) Determinar a consistência e a temperatura do betão na instalação de fabrico e durante a colocação em obra;
- d) Determinar a resistência mecânica de amostras recolhidas na instalação de fabrico.

Artigo 28.º

Transporte, colocação e compactação do betão

1 – O transporte, colocação e compactação do betão devem satisfazer as especificações do caderno de encargos, bem como as disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

2 – A colocação do betão deve ser precedida de autorização da fiscalização, à qual compete verificar o cumprimento das condições necessárias para garantia da qualidade na construção, nomeadamente:

- a) O posicionamento correto das cofragens, armaduras, peças fixas, lâminas de estanquidade, dispositivos de injeção de juntas de contração, serpentinas de refrigeração e aparelhos de observação embebidos no betão;
- b) As prescrições adequadas às condições meteorológicas, como seja a utilização de gelo na amassadura;
- c) A identificação do tipo e classe do betão;
- d) Os ensaios de controlo previstos no artigo 27.º

3 – A colocação do betão deve respeitar as especificações do caderno de encargos, bem como as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ser evitada a segregação do betão.

4 – O controlo da qualidade do betão colocado em obra é assegurado pela realização de ensaios para determinação da sua resistência mecânica e, sempre que necessário, do módulo de elasticidade, da extensão de rotura e da quantidade de ar contido em amostras recolhidas durante a colocação, segundo critérios definidos no caderno de encargos.

5 – Em casos de dúvida relativamente à qualidade do betão endurecido devem ser obtidas amostras para a realização de ensaios específicos.

6 – O empreiteiro deve disponibilizar todos os meios necessários para realização das atividades referidas nos números anteriores.

Artigo 29.º

Superfície de fundação e juntas de betonagem

1 – A superfície de fundação da barragem deve ser objeto de inspeção e aprovação por técnico habilitado.

2 – Entre a preparação da superfície de fundação e a colocação do betão deve mediar o menor tempo possível, e devem ser observadas as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, nomeadamente:

- a) As superfícies correspondentes a diaclases ou planos de xistosidade e estratificação, devem apresentar rugosidade que garanta uma boa aderência;

- b) A rocha adjacente à zona perturbada do maciço não deve estar danificada pelos trabalhos associados à remoção desta zona;
- c) As cavidades eventualmente existentes devem ter sido limpas, picadas e preenchidas com betão.

3 – A fiscalização deve verificar, imediatamente antes da colocação do betão, se a superfície da fundação está apta a recebê-lo.

4 – As juntas de betonagem correspondem a superfícies de descontinuidade entre betões de diferentes idades, habitualmente horizontais ou com pequena inclinação, que devem ser executadas e tratadas de acordo com as especificações do caderno de encargos, bem como com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, por forma a assegurar o monolitismo e estanquidade da estrutura.

Artigo 30.º

Cofragens

1 – As cofragens e as respetivas estruturas de montagem destinam-se a realizar adequadamente as formas requeridas no projeto, para o que devem:

- a) Ser concebidas e executadas em conformidade com as especificações do caderno de encargos, bem como com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis;
- b) Ser convenientemente posicionadas.

2 – As cofragens para as superfícies de betão que vão estar em contacto com escoamentos da água a grande velocidade devem apresentar as faces especialmente bem acabadas.

3 – A fiscalização deve verificar o cumprimento das condições referidas nos números anteriores antes de autorizar qualquer betonagem.

Artigo 31.º

Juntas de contração e injeções

1 – As juntas de contração são superfícies de descontinuidade, com geometria e localização definidas no projeto, que dividem o corpo da barragem em blocos e que têm por finalidade:

- a) Reduzir os efeitos das deformações dos betões, nomeadamente durante a fase de desenvolvimento e dissipação do calor de hidratação;
- b) Limitar as dimensões dos blocos de betonagem;
- c) Conferir à estrutura capacidade para suportar deslocamentos sem deterioração, nomeadamente associados a mudanças bruscas do perfil de escavação, bem como para diminuir a rigidez de alguns elementos estruturais.

2 – A estanquidade das juntas é garantida por dispositivos definidos no projeto, devendo a sua colocação obedecer ao caderno de encargos.

3 – O comportamento tridimensional da estrutura pode ser assegurado pela adoção de juntas de contração endentadas, pela injeção das juntas ou por ambos os procedimentos.

4 – Durante a injeção das juntas, devem ser cumpridas as disposições do projeto e do caderno de encargos com vista a acautelar a segurança da estrutura, de que se destacam:

- a) A definição das zonas em que a obra é dividida para fins de injeção;
- b) As fases de injeção, em correspondência com a evolução da construção, a sequência de injeção dos compartimentos interessados em cada fase, as composições dos materiais de injeção e as pressões a utilizar;
- c) As grandezas a observar durante as operações de injeção, tais como temperaturas e níveis da água, movimentos de juntas e deslocamentos.

Artigo 32.º

Cura do betão e desmoldagem

1 – A cura do betão tem por objetivo principal evitar a perda da água necessária à hidratação do cimento e, enquanto os betões não alcançarem endurecimento suficiente, exige cuidados especiais referidos nas especificações do caderno de encargos e nas disposições normativas e regulamentares aplicáveis, de que se destacam as seguintes:

- a) Manter as superfícies expostas permanentemente húmidas, recorrendo a processos que não conduzam ao arrastamento de calda do cimento superficial;
- b) Limitar os efeitos das variações de temperatura nas superfícies expostas;
- c) Evitar a circulação de pessoas e de equipamentos sobre os betões jovens e a utilização, na sua vizinhança, de explosivos ou equipamentos que introduzam vibrações significativas.

2 – Devem ser adotados os procedimentos, meios e técnicas, devidamente pormenorizados no caderno de encargos e controlados em obra, de modo a evitar que rendimentos elevados de colocação impeçam uma cura correta do betão.

3 – As operações de desmoldagem e de descimbramento devem efetuar-se de acordo com as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ser objeto de especial cuidado as superfícies que irão ser sujeitas à ação de escoamentos de água que possam provocar deterioração.

4 – A obturação dos orifícios resultantes da fixação dos moldes, assim como a reparação de imperfeições das superfícies do betão, devem ser efetuadas imediatamente após a desmoldagem, respeitando os prazos, os processos e os materiais referidos no caderno de encargos.

Artigo 33.º

Colocação do betão em tempo frio ou de chuva

1 – A colocação do betão em tempo frio deve ser efetuada de acordo com as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo proteger-se a superfície da camada com material isolante imediatamente após a betonagem e manter esta proteção até à betonagem da camada seguinte ou, no mínimo, durante uma semana.

2 – Em período de chuva que possa provocar o deslavamento do betão não deve ser efetuada qualquer colocação.

3 – Os trabalhos de colocação do betão que tenham sido suspensos, devido ao tempo frio ou à chuva, só devem ser retomados quando o betão estiver suficientemente endurecido, devendo então as superfícies ser tratadas de acordo com os procedimentos definidos no caderno de encargos para as juntas de construção.

Artigo 34.º

Dissipação do calor de hidratação

1 – Os procedimentos para reduzir as temperaturas elevadas no betão, especialmente quando colocado em épocas quentes, assim como para diminuir o tempo necessário à dissipação do calor de hidratação e estabilização da temperatura, devem ser adotados em conformidade com as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ainda ser considerados os aspetos seguintes:

- a) Composição adequada do betão, conforme se refere no artigo 26.º deste Documento Técnico;
- b) Altura das camadas de betonagem, intervalo de tempo mínimo entre colocações consecutivas e aumento do tempo de espera entre colocações compatível com o plano de colocação do betão;
- c) Eventual utilização de um sistema de refrigeração artificial, constituído por serpentinas embebidas no betão em que se faz circular água fria.

2 – Nos casos em que é utilizado um sistema de refrigeração artificial, a configuração deste sistema e os procedimentos relativos à sua montagem, manobra e controlo devem ser definidos no projeto e especificados no caderno de encargos.

Artigo 35.º

Plano de betonagem

1 – O plano de betonagem é essencial à garantia da qualidade na construção, constitui parte integrante do programa de trabalhos e deve definir:

- a) As cotas de todas as camadas de betonagem;

- b) Os intervalos de tempo mínimo e máximo entre a realização de camadas consecutivas;
 - c) As datas de início e conclusão dos trabalhos, as datas-chave e os períodos previstos para a montagem dos equipamentos referidos no artigo 19.º deste Documento Técnico.
- 2 – Na elaboração do plano de betonagem deve atender-se, nomeadamente, aos aspetos seguintes:

- a) Sequência da construção prevista no projeto;
- b) Capacidade do estaleiro para o fabrico, transporte e colocação de betão;
- c) Eventual necessidade de atrasar a construção de alguns blocos para permitir a passagem de caudais de cheia;
- d) Época do ano em que se efetuam as betonagens;
- e) Definição e especificação dos aspetos particulares associados às fases de betonagem inerentes à instalação dos equipamentos hidráulicos;
- f) Compatibilização das atividades de controlo dos betões in situ e de observação da obra com as atividades de construção.

SECÇÃO 3

BARRAGENS DE BETÃO COMPACTADO COM CILINDRO

Artigo 36.º

Aspetos gerais

O betão compactado com cilindro (BCC) é um betão seco, com abaixamento nulo, de modo a permitir que o equipamento de transporte e colocação, semelhante ao usado na construção de barragens de aterro, possa circular sobre o betão fresco.

Artigo 37.º

Composição dos betões

1 – A composição dos betões deve ser estudada tendo em conta, entre outros aspetos, o local da obra e os materiais e equipamentos disponíveis, de modo a satisfazer as exigências da qualidade na construção, nomeadamente quanto a:

- a) Resistência às ações mecânicas e químicas;
- b) Deformabilidade;
- c) Permeabilidade;
- d) Características térmicas;
- e) Peso volúmico;
- f) Durabilidade.

2 – Nos estudos a que se refere o número anterior devem ser consideradas as percentagens dos diferentes componentes do BCC, de modo a obter-se um abaixamento nulo, atendendo

especialmente à dimensão máxima dos agregados e à quantidade de material passado no peneiro de 0,075 mm da Norma Portuguesa (NP-1379).

Artigo 38.º

Bloco experimental

1 – Antes do início da construção deve ser construído um bloco experimental, em local a aprovar pela fiscalização e de acordo com o parecer do autor do projeto, destinado à realização de ensaios para aferir os parâmetros de construção, em especial dos parâmetros com mais difícil caracterização em fase de projeto, nomeadamente os que dizem respeito à ligação entre camadas.

2 – O bloco experimental deve ser realizado com os equipamentos de fabrico, colocação e compactação a usar na construção da barragem.

3 – Com base nos resultados dos ensaios realizados no bloco experimental, as especificações do caderno de encargos devem ser revistas e complementadas, nomeadamente quanto:

- a) À origem e características dos agregados;
- b) À composição do ligante;
- c) Às características de compactação (espessura das camadas, energia de compactação e número de passagens);
- d) Às diferentes condições de ligação entre camadas;
- e) Ao tratamento de zonas singulares, tais como interfaces com paramentos, vedantes e betões convencionais;
- f) À realização das juntas de contração;
- g) Aos ensaios a realizar e sua frequência, com vista ao controlo da qualidade da construção.

4 – Durante a execução do bloco experimental a central de betonagem deve ser aferida, devendo o início do fabrico dos betões destinados à obra ser decidido pela fiscalização, após verificação da funcionalidade da central.

Artigo 39.º

Armazenamento e transporte dos agregados

1 – A localização, a dimensão e a forma dos depósitos de agregados devem ser coordenadas com a localização da central de betonagem e com o método de aprovisionamento, tendo em conta que deve estar permanentemente disponível um volume de agregados que garanta a continuidade dos trabalhos sem quebra do ritmo de construção.

2 – O transporte dos agregados dos locais de armazenamento para a central de fabrico deve ser feito de modo a não alterar as suas características.

Artigo 40.º
Fabrico de betão

1 – A central de betonagem deve dispor de capacidade de produção e de fiabilidade compatíveis com as elevadas cadências de colocação do BCC, assim como garantir o grau de precisão exigido e o nível de controlo da mistura durante o fabrico, devendo o plano da sua instalação e as especificações do equipamento ser submetidos à aprovação da fiscalização.

2 – A quantidade de betão fabricado deve ser exclusivamente a necessária para cada colocação.

3 – No controlo de qualidade dos betões devem seguir-se, com as adaptações que o caderno de encargos determine, as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, bem como o disposto no n.º 2 do artigo 27.º deste Documento Técnico.

Artigo 41.º
Transporte, colocação e compactação do betão

1 – No transporte do betão desde a central até à obra devem ser seguidas as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo os percursos, o processo de descarga e a circulação das máquinas ser cuidadosamente planeados para que o equipamento funcione com eficácia, eficiência e segurança, prestando especial atenção às exigências de limpeza do equipamento de transporte, de modo a evitar a contaminação das superfícies das camadas com lama, óleos, massas consistentes e outras substâncias.

2 – Na colocação do betão devem ser seguidas as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, nomeadamente:

- a) A altura máxima de queda livre do betão deve ser da ordem de 0,6 m;
- b) A camada sobre a qual vai ser espalhada a mistura deve estar livre de materiais soltos;
- c) A técnica de espalhamento a utilizar deve garantir que o material seja depositado tão próximo quanto possível da sua localização final na camada.

3 – Na compactação do betão devem ser seguidas as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, nomeadamente:

- a) A compactação do betão deve ser efetuada logo após o espalhamento, de modo que o tempo decorrido entre a obtenção da mistura e o início da compactação não exceda trinta minutos;
- b) A espessura da camada compactada deve ser no mínimo três vezes a máxima dimensão dos agregados;
- c) Os cilindros vibradores não devem passar sobre a camada já compactada, dado que se corre o risco de fissurar o betão que começa a ganhar presa;

- d) Os rebordos expostos da camada que não serão cobertos pela camada seguinte devem ser compactados com equipamento apropriado nos trinta minutos seguintes à colocação do betão.

Artigo 42.º

Controlo de qualidade do betão em obra

1 – O controlo da qualidade do betão em obra deve incidir fundamentalmente na determinação, mediante ensaios adequados, das seguintes características:

- a) A espessura e regularidade das camadas;
- b) O peso volúmico;
- c) O teor em água;
- d) A temperatura.

2 – O caderno de encargos deve especificar a frequência com que devem ser efetuadas sondagens para obtenção de testemunhos destinados a ensaios de resistência às ações mecânicas e químicas, de deformabilidade e de permeabilidade.

3 – Quando os ensaios referidos no n.º 1 indicarem a existência de material inadequado numa determinada camada, deve proceder-se à remoção dessa camada.

Artigo 43.º

Superfície de fundação e juntas de betonagem

1 – A superfície de fundação deve ser preparada para a colocação do betão segundo o disposto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 29.º deste Documento Técnico.

2 – As juntas de betonagem correspondem a superfícies de interrupção das colocações entre as diferentes camadas, devendo cada camada ser coberta com o betão da camada superior antes de ganhar presa, de modo a assegurar uma boa ligação entre as duas camadas.

3 – Quando não for possível respeitar o disposto no número anterior, a junta resultante, designada por junta fria, deve ser tratada de acordo com o especificado no caderno de encargos, tendo em conta os resultados do bloco experimental para diferentes condições do processo construtivo, nomeadamente no que se refere ao intervalo de interrupção, à temperatura ambiente e à aplicação de uma argamassa de ligação.

Artigo 44.º

Betonagem em condições desfavoráveis

1 – A colocação do betão em tempo frio deve ser efetuada de acordo com as especificações do caderno de encargos e as disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

2 – Em período de chuva deve proceder-se como indicado nos n.ºs 2 e 3 do artigo 33.º deste Documento Técnico.

Artigo 45.º

Cofragens

As cofragens e respetivas estruturas de suporte devem respeitar as disposições aplicáveis do artigo 30.º deste Documento Técnico e, nomeadamente, não devem impedir a fácil movimentação dos equipamentos de compactação nem restringir excessivamente o acesso às áreas de trabalho.

Artigo 46.º

Juntas de contração e seu tratamento

1 – Nas barragens de BCC, nomeadamente quando a estanquidade é assegurada pelo betão, devem prever-se juntas de contração.

2 – As juntas de contração são materializadas por superfícies de descontinuidade com desenvolvimento transversal, por corte de cada camada após betonagem ou mediante dispositivos indutores de fendas.

3 – O tratamento por injeções das juntas de contração com desenvolvimento transversal será efetuado, quando necessário, por meio de furos executados a partir dos paramentos ou de galerias.

Artigo 47.º

Galerias e órgãos hidráulicos

1 – A construção das galerias e dos órgãos hidráulicos de betão convencional que integram a obra deve ser realizada de acordo com as especificações do caderno de encargos, salvaguardando nomeadamente a necessária compatibilização com os procedimentos de colocação do BCC e minimizando interferências com a colocação de equipamentos.

2 – Os procedimentos a adotar na construção das galerias e dos órgãos hidráulicos especificados no caderno de encargos devem ser aferidos em função das reais condições de execução.

Artigo 48.º

Plano de betonagem

1 – O plano de betonagem é um documento especialmente importante na construção de barragens de BCC, dado que cada betonagem envolve grande quantidade de betão e a colocação das camadas deve ser feita de modo a evitar a formação de juntas frias.

2 – O plano de betonagem integrado no programa de trabalhos deve definir:

- a) As cotas das camadas de betonagem;
- b) As condições a que corresponde a formação de uma junta fria;
- c) As datas, para início e conclusão dos trabalhos, bem como datas-chave e períodos previstos para a montagem dos equipamentos referidos no artigo 19.º deste Documento Técnico.

3 – Na elaboração do plano de betonagem deve atender-se, nomeadamente, aos aspetos seguintes:

- a) Compatibilização da colocação do BCC com os elementos da obra onde é utilizado betão convencional;
- b) Interferências de equipamentos a incorporar no betão com a colocação deste;
- c) Compatibilização das betonagens com as atividades de controlo de betões e de observação do comportamento da obra;
- d) Capacidade do estaleiro para o fabrico, transporte e colocação do betão;
- e) Épocas do ano em que se efetuam as betonagens.

SECÇÃO 4 **BARRAGENS DE ALVENARIA**

Artigo 49.º

Materiais para alvenarias

1 – As pedras a utilizar em alvenarias devem satisfazer as disposições do projeto e as especificações do caderno de encargos, nomeadamente:

- a) Ter baixa porosidade e adequada resistência aos ciclos de secagem e molhagem;
- b) Possuir textura uniforme e resistência mecânica adequada;
- c) Apresentar a superfície limpa de materiais aderentes e sem irregularidades que dificultem uma boa colocação.

2 – As características das argamassas têm grande influência no comportamento das alvenarias, pelo que se recomenda que sejam fabricadas com os devidos cuidados, em especial:

- a) A composição deve ser estudada laboratorialmente, à semelhança dos betões para barragens, de modo que sejam asseguradas propriedades adequadas;
- b) Não deve ser acrescentada água após concluída a amassadura.

Artigo 50.º

Execução das alvenarias

1 – As alvenarias devem ser executadas de acordo com as disposições do projeto e as especificações do caderno de encargos, nomeadamente:

- a) As pedras devem ser cuidadosamente limpas, lavadas e posicionadas sobre uma camada pouco espessa de argamassa, devendo esta ser também colocada entre pedras vizinhas da mesma camada;
 - b) Durante a construção deve limitar-se a diferença de altura entre pedras vizinhas de uma mesma camada, para evitar assentamentos diferenciais;
 - c) Nos casos em que entre a colocação da argamassa e o posicionamento dos blocos tenha decorrido um período de tempo significativo, a superfície da argamassa deve ser picada, lavada com jacto de água e recoberta com nova camada, rica em cimento;
 - d) As superfícies devem ser mantidas húmidas durante os três dias que se seguem à sua execução;
 - e) A superfície de fundação deve ser tratada de acordo as disposições dos n.ºs 1 e 2 do artigo 29.º deste Documento Técnico;
 - f) As interfaces com outros materiais e equipamentos, nomeadamente as relativas aos órgãos hidráulicos, devem ser devidamente acauteladas e objeto de especificações técnicas e construtivas particulares, de modo a prevenir eventuais comportamentos mecânicos e hidráulicos diferenciais que podem ser gravosos para a segurança da obra.
- 2 – A execução das alvenarias deve ser suspensa durante os períodos de frio intenso, protegendo-se convenientemente a estrutura recém-construída.

SECÇÃO 5

FUNDAÇÕES E SEU TRATAMENTO

Artigo 51.º

Consolidação, impermeabilização e drenagem da fundação

- 1 – O tratamento das fundações tem por objetivo assegurar ao maciço de fundação características adequadas com vista ao bom comportamento estrutural e hidráulico do conjunto barragem-fundação, nomeadamente:
- a) A consolidação visa em especial melhorar as características mecânicas do maciço;
 - b) A impermeabilização visa o controlo da percolação da água no maciço;
 - c) A drenagem visa recolher a água de percolação, de modo a controlar os gradientes hidráulicos e a subpressão na base da barragem e nas superfícies de deslizamento potencial do maciço.
- 2 – Os procedimentos a adotar na realização dos trabalhos de consolidação, impermeabilização e drenagem da fundação devem:
- a) Ter em conta as disposições do projeto e as especificações do caderno de encargos, de acordo com o tipo e dimensões da barragem e as particularidades do maciço de fundação, nomeadamente a alteração das rochas constituintes, o seu diaclasamento,

estratificação e xistosidade, bem como as falhas, filões e cavernas eventualmente existentes;

- b) Ser ajustados ou mesmo alterados em função da informação adicional obtida durante a construção, nomeadamente pelos trabalhos de prospeção complementar, decapagem e escavação, e pelos próprios trabalhos de consolidação, impermeabilização e drenagem.

Artigo 52.º

Controlo dos trabalhos de consolidação e impermeabilização de fundações

1 – O controlo dos trabalhos de consolidação e impermeabilização de fundações rochosas de barragens, nomeadamente do método e inclinação da furação, do tipo, composição e traço das caldas, bem como das pressões de injeção, é muito importante para assegurar uma boa execução dos trabalhos, e visa essencialmente:

- a) Garantir a estabilidade da barragem e do maciço de fundação durante as injeções;
- b) Reduzir as fugas dos produtos de injeção;
- c) Avaliar a evolução das características do maciço nas diferentes fases do tratamento, possibilitando adequar o projeto à realidade;
- d) Estabelecer situações de referência no final dos trabalhos e do primeiro enchimento com as quais serão comparadas situações em fase de exploração.

2 – O controlo referido no número anterior deve ser assegurado por intermédio de:

- a) Verificação e validação dos procedimentos de execução definidos no projeto e especificados no caderno de encargos;
- b) Inspeção visual da superfície da rocha, das juntas da barragem e da intersecção dos paramentos com a fundação;
- c) Deteção de comunicações eventuais entre furos que não tenham sido previstas;
- d) Análise dos registos das pressões de injeção e das absorções em cada furo e sua comparação com os resultados de ensaios de permeabilidade;
- e) Interpretação dos resultados de observação com vista à deteção de eventuais comportamentos anómalos na barragem e na fundação.

3 – A evolução das características do maciço rochoso deve ser avaliada por comparação das suas características iniciais com as obtidas por intermédio de ensaios de permeabilidade e de ensaios geofísicos, realizados em diferentes fases do tratamento e em locais característicos da fundação definidos com base no estudo da sua compartimentação.

4 – No caso de elementos de obra apoiados em solos, a interação entre estes elementos e a fundação deve ser objeto de particular atenção, nomeadamente por intermédio de estudos e de especificação técnica e construtiva com vista à segurança da obra, em particular no que respeita a estabilidade, deformabilidade e erosão, devendo o tratamento destes maciços de fundação ser realizado de acordo com as disposições indicadas neste Documento Técnico para as obras de aterro fundadas em solos, com as necessárias adaptações.

5 – Para aferição e validação dos equipamentos a utilizar e dos procedimentos a adotar na realização dos trabalhos, recomenda-se a sua execução prévia num bloco experimental.

6 – O plano de tratamento e respetivos procedimentos devem ser assumidos como evolutivos em função dos resultados obtidos na obra, para o que deve o empreiteiro criar condições que permitam a obtenção e a análise da necessária informação em tempo útil e estar preparado e capacitado para que essa evolução possa levar a alterações significativas do plano e dos procedimentos respetivos em fase de obra.

7 – Os trabalhos de consolidação e impermeabilização de fundações são de grande especificidade e importância para a segurança da obra, devendo ser objeto de fiscalização habilitada a suspender os trabalhos e a informar o dono de obra e o autor do projeto sempre que sejam detetadas situações que possam pôr em risco a segurança ou a qualidade da obra.

CAPÍTULO IV

DISPOSIÇÕES RELATIVAS A BARRAGENS DE ATERRO

Artigo 53.º

Materiais para aterros

1 – Nas zonas dos empréstimos devem ser realizados trabalhos na fase inicial da obra, com vista a verificar a adequação dos equipamentos de escavação e remoção às reais situações encontradas em obra, sendo de notar que:

- a) Em solos residuais, é frequente que a ação dos equipamentos de escavação, transporte, espalhamento e compactação condicione a granulometria dos materiais;
- b) Em muitos casos, é vantajoso proceder a uma rega dos materiais nos empréstimos, acompanhando as operações de escavação;
- c) Em particular no caso de solos finos, em zonas saturadas ou em que o nível freático esteja próximo da superfície, deverá garantir-se a disponibilidade de equipamentos e de procedimentos que assegurem a colocação do material nos teores em água especificados, nomeadamente a utilização de equipamentos de espalhamento e arejamento e a execução de ações de drenagem, previamente à exploração da mancha.

2 – Na fase inicial de exploração das pedreiras ou de escavação para os órgãos hidráulicos, deve ajustar-se o programa das pegadas de fogo de modo a obter as granulometrias adequadas, utilizando as menores cargas específicas de explosivo em face das características de cominuição do maciço rochoso.

3 – As barragens de enrocamento são, em regra, constituídas por materiais de diferentes granulometrias, pelo que deve proceder-se, nas áreas de empréstimo e nas pedreiras, a um desmonte experimental, à separação dos materiais e à sua colocação em depósito antes da construção dos aterros.

4 – Os trabalhos nos empréstimos referidos nos n.ºs 1 e 2 devem ser aproveitados para confirmação dos volumes e características dos materiais previstos no projeto, bem como para aferição das áreas de empréstimo e da programação dos trabalhos face às reais condições encontradas.

5 – Para assegurar uma adequada seleção e utilização dos materiais, poderá ser necessário o recurso a depósitos provisórios.

Artigo 54.º Aterros experimentais

1 – Antes da colocação dos materiais em obra devem ser executados aterros experimentais, de acordo com as disposições do projeto e as especificações do caderno de encargos, em locais a aprovar pela fiscalização.

2 – Nos aterros experimentais devem ser utilizados os equipamentos previstos para a execução da obra.

3 – Com base nos resultados obtidos nos aterros experimentais, deve o empreiteiro propor à fiscalização a metodologia para realização dos aterros de cada um dos materiais, nomeadamente no que diz respeito à espessura das camadas, ao teor em água e ao número de passagens do cilindro.

Artigo 55.º Filtros

1 – Os materiais para filtros devem respeitar as disposições do projeto e as especificações do caderno de encargos, nomeadamente:

- a) Possuir composição mineralógica que confira conveniente resistência à alteração e ao esmagamento;
- b) Apresentar, após colocação e compactação acompanhada de rega abundante, as composições granulométricas especificadas.

2 – Durante a execução dos filtros devem adotar-se técnicas construtivas de modo a evitar:

- a) A contaminação do material do filtro com solos finos e caldas de injeção usadas na consolidação ou impermeabilização da fundação;
- b) A segregação granulométrica dos materiais.

3 – No caso de ter sido contemplada no projeto a utilização de geotêxteis, estes devem ter características adequadas aos materiais a filtrar e às suas condições de colocação, nomeadamente resistência mecânica, porosidade, admissividade (permeabilidade perpendicular à superfície do geotêxtil) e transmissividade (permeabilidade ao longo do plano do geotêxtil), bem como adequada durabilidade.

Artigo 56.º

Proteção dos paramentos

1- Os paramentos de barragens de aterro, em especial os de montante, são frequentemente protegidos por enrocamentos dotados das camadas de transição necessárias, sendo de atender a que:

- a) Os materiais devem ser submetidos aos ensaios previstos no caderno de encargos, nomeadamente os que têm por objetivo avaliar a sua durabilidade e granulometria;
- b) Os materiais devem ser selecionados quando se proceder ao carregamento na pedreira ou na zona de empréstimo;
- c) A colocação dos revestimentos deve acompanhar a construção dos aterros, com o principal objetivo de assegurar proteção contra ravinamentos.

2- A utilização de proteção vegetal no paramento de jusante é frequente e contribui para a integração paisagística da obra, requerendo, no entanto, cuidados específicos relativamente às espécies vegetais a adotar, ao modo e época do ano de aplicação e às condições de irrigação e drenagem.

3- Outras soluções de proteção dos paramentos podem ser consideradas, tais como, nomeadamente, solo-cimento, gabiões e colchões Reno, havendo, nestes casos, que justificar a solução adotada, definir, pormenorizar e especificar essa solução e acautelar eventuais procedimentos de manutenção.

Artigo 57.º

Elementos de estanquidade no paramento de montante

1 – Nas barragens em que a estanquidade é assegurada por lajes de betão, cortinas de betão de cimento ou de betão betuminoso ou geomembranas, as soluções técnicas e construtivas adotadas para estas soluções e para os respetivos elementos e zonas de transição e de proteção, devem ser definidas, justificadas e pormenorizadas no projeto e especificadas no caderno de encargos.

2 – Para as cortinas, é essencial verificar a sua permeabilidade, flexibilidade, resistência às ações térmicas e dinâmicas, estabilidade e durabilidade, aspetos que devem ser estudados, definidos e pormenorizados no projeto e especificados no caderno de encargos, devendo ainda alguns aspetos relativos à composição, caracterização e colocação das cortinas ser sistematizados e pormenorizados pelo empreiteiro, e validados pela fiscalização.

3 – Os elementos de estanquidade devem ser colocados em conformidade com requisitos técnicos e construtivos específicos, por intermédio de técnicas e equipamentos devidamente sistematizados e pormenorizados pelo empreiteiro e aprovados pela fiscalização.

4 – Nas cortinas deve ser dada particular atenção aos aspetos técnicos e construtivos de execução das juntas e à sua ligação às interfaces, nomeadamente aos elementos de impermeabilização da fundação, aos órgãos hidráulicos e ao coroamento.

5 – Quando necessário e justificado e, nomeadamente, em situações e soluções menos habituais, devem ser executados previamente trechos experimentais das cortinas, para aferição e validação de procedimentos técnicos e construtivos e das características referidas no n. 2.

6 – O plano de observação das barragens com estes elementos de estanquidade deve ser adaptado de forma a ter em conta a especificidade de cada caso, bem como as condições encontradas em obra, com vista a assegurar o comportamento destes elementos e das respetivas zonas de transição.

Artigo 58.º

Materiais diversos

As características dos diversos materiais a utilizar nas obras de aterro, tais como cimento, aço e betão e, se for caso disso, revestimentos vegetais, solo-cimento, betão betuminoso, geomembranas e geotêxteis, ou ainda alvenarias e cablagem elétrica, devem obedecer às disposições normativas e regulamentares aplicáveis, bem como às especificações do caderno de encargos.

Artigo 59.º

Preparação das fundações

1 – Na fase inicial dos trabalhos de construção deve efetuar-se um reconhecimento pormenorizado das fundações, visando complementar a informação obtida em estudos anteriores, nomeadamente quanto às anisotropias de resistência, de deformabilidade e de permeabilidade.

2 – A preparação das fundações deve ser realizada tendo em conta os seguintes cuidados:

- a) No caso de serem detetadas ressurgências ou nascentes durante a realização dos trabalhos, deve proceder-se ao seu tratamento com filtros adequados e drenos com a capacidade necessária para que as subpressões sejam sempre inferiores às pressões totais dos aterros subjacentes;
- b) Em terrenos rochosos, se após saneamento a superfície exposta nos níveis de fundação apresentar cavidades e irregularidades, estas devem ser preenchidas com betão, de forma a criar uma superfície de fundação de razoável regularidade, e se apresentar fissuras, poderá ser utilizada calda de cimento para o seu preenchimento e selagem;
- c) Em terrenos que sofrem rápida deterioração quando em contacto com o ar, a remoção da última camada de cobertura da fundação deve ser feita por zonas pouco extensas,

rapidamente cobertas e confinadas pelos aterros sobrejacentes ou por uma camada pouco espessa de betão de limpeza, o qual não deve estar exposto durante muito tempo.

3 – Durante a preparação da fundação e previamente à colocação dos aterros, deve proceder-se ao levantamento de pormenor da superfície da fundação, por intermédio de elementos topográficos, fotografias e desenhos, assinalando os locais e aspetos com particular incidência no comportamento da obra, designadamente falhas, diaclases, ressurgências, nascentes e zonas constituídas por solos ou rochas alteradas.

Artigo 60.º

Colocação dos aterros

1 – O início da colocação dos aterros deve ser precedido de inspeção pormenorizada da superfície de fundação, por técnicos devidamente habilitados do dono de obra, do autor do projeto, da fiscalização e do empreiteiro e, sempre que se justifique, da Autoridade.

2 – A inspeção referida no número anterior que, em obras extensas, pode ser realizada por zonas, deve permitir autorizar o início da colocação do aterro ou indicar as necessárias medidas corretivas a validar em nova inspeção.

3 – Durante a execução dos aterros deve atender-se a que:

- a) A colocação de qualquer camada seja precedida da aprovação das condições de compactação da camada anterior e, quando se tenha verificado uma interrupção dos trabalhos, de inspeção prévia;
- b) Se a colocação de qualquer camada tiver sido autorizada com base em resultados provisórios de ensaios expeditos da camada anterior, devem estes resultados ser validados pelos ensaios especificados, sendo da responsabilidade do empreiteiro a remoção da camada ou camadas subsequentes, caso os resultados dos ensaios especificados não validem os resultados provisórios;
- c) Em aterros adjacentes a encontros rochosos ou a estruturas hidráulicas, as superfícies devem ser previamente preparadas para o efeito, nomeadamente não se aceitando superfícies subverticais, adoçando-se os taludes e podendo mesmo haver lugar a preenchimentos com betão de zonas de cavidade;
- d) No caso da utilização de solos argilosos em aterros adjacentes a encontros rochosos ou a estruturas hidráulicas, deve ser utilizada a sua fração mais fina e plástica e o seu teor em água de compactação deve estar do lado húmido relativamente ao ótimo, determinado de acordo com as especificações do caderno de encargos;
- e) Em solos argilosos é fundamental adotar programas de trabalho que não impliquem contactos subverticais de aterros de idades diferentes;
- f) Os percursos dos equipamentos sobre o aterro devem evitar a criação de comportamentos e caminhos de percolação preferenciais no sentido montante-jusante e ter alinhamentos variados, para não criar zonas diferenciadas;

- g) Relativamente às camadas de filtro tipo chaminé, recomenda-se que sejam colocadas em avanço relativamente às camadas adjacentes, de modo a evitar a sua contaminação.

4 – Devem registar-se no livro técnico da obra todas as anomalias ou outros factos de interesse para a segurança da obra, tais como:

- a) Interrupções prolongadas da construção e suas causas;
- b) Utilização de materiais não previstos no projeto e sua justificação;
- c) Galgamentos da obra e suas consequências;
- d) Ocorrência de escorregamentos ou queda de taludes de escavações;
- e) Mudanças de equipamentos de transporte e compactação e sua justificação;
- f) Adaptações do projeto às condições encontradas em obra.

Artigo 61.º

Controlo da construção

1 – Nos solos e nos enrocamentos devem ser efetuados ensaios de controlo de compactação, com a frequência especificada no projeto e no caderno de encargos e sempre que a fiscalização o determine, contemplando:

- a) Para solos, o grau de compactação e o desvio do teor em água em relação ao ótimo;
- b) Para enrocamentos, o peso volúmico e a composição granulométrica;
- c) Para materiais de filtros, a compacidade relativa e a composição granulométrica.

2 – Embora com menor frequência, devem também ser efetuados ensaios para controlo da resistência ao corte, da deformabilidade e da permeabilidade, sempre que se justifique.

3 – Para materiais de enrocamentos, o controlo pode ser feito através do seguimento estrito de procedimentos previamente validados em aterro experimental, apoiado em ensaios de verificação não sistemáticos, ainda que de frequência devidamente especificada.

4 – Ensaios expeditos para controlo do teor em água e do grau de compactação poderão ser aceites pela fiscalização para aceitação provisória de uma camada, mas os resultados destes ensaios devem ser ratificados pelos ensaios especificados, tal como indicado na alínea b) do n.º 3 do artigo 60.º.

5 – A execução dos ensaios referidos nos números anteriores deve ser precedida de observação visual das camadas, de modo a verificar a sua homogeneidade, condição essencial para que os ensaios tenham significado, devendo ainda ser previamente abertos alguns poços interessando várias camadas que, para além da homogeneidade do aterro, permitam validar a boa ligação entre camadas.

Artigo 62.º

Consolidação e impermeabilização das fundações

1 – O tratamento das fundações de barragens pode sofrer alterações importantes relativamente ao previsto no projeto, o que obriga a um cuidadoso acompanhamento por parte do autor do projeto e da fiscalização, devendo as alterações significativas ser registadas no livro técnico da obra.

2 – A superfície de interação entre os aterros ou outros elementos da obra e a fundação deve ser objeto de particular atenção, nomeadamente por intermédio de estudo e especificações técnicas e construtivas, com vista à segurança da obra, em particular no que concerne a questões de estabilidade, deformabilidade e erosão interna, podendo levar à necessidade de adoçamento dos taludes dos aterros da barragem ou à criação de banquetas estabilizantes e à adoção de soluções de fundações especiais para os órgãos hidráulicos anexos.

3 – O tipo de tratamento mais comum consiste na execução de injeções de calda de cimento, seguindo-se neste âmbito o definido no artigo 52.º, mas há outros tipos de tratamento com os quais, em certos terrenos e nomeadamente em fundações de barragens em solos, se obtêm melhores resultados, salientando-se entre eles:

- a) Para consolidação, a vibro-flutuação, compactação dinâmica e inclusões, nomeadamente por estacas de areia ou de brita;
- b) Para impermeabilização, as paredes moldadas e injeções de argila-cimento, de silicatos e de resinas.

4 – A execução dos tratamentos mencionados impõe cuidados especiais para preservar as condições de funcionalidade dos filtros e drenos da barragem.

5 – No sentido de permitir a necessária aferição às reais condições encontradas em obra dos equipamentos e procedimentos previamente definidos para o tratamento da fundação, recomenda-se a realização de ensaios, num trecho representativo da fundação.

Artigo 63.º

Controlo da consolidação e impermeabilização das fundações

1 – Durante a execução dos ensaios de absorção de água e das injeções, deve garantir-se:

- a) A verificação das características dos materiais e respetivos componentes usados nas injeções;
- b) O cumprimento das especificações relativas às pressões de ensaio ou de injeção, de preferência registadas automaticamente;
- c) O cumprimento das especificações, iniciais ou resultantes de alterações, relativas aos espaçamentos, orientações e profundidades dos furos;

- d) O controlo e registo das quantidades dos materiais absorvidos nas injeções, referindo-as aos furos correspondentes;
- e) A verificação das condições de funcionamento dos equipamentos durante as injeções.

2 – As quantidades de trabalho estimadas nas peças de projeto devem ser devidamente aferidas em relação às reais condições encontradas em obra, de modo a assegurar o cumprimento dos objetivos do tratamento.

3 – Para verificação da eficiência dos tratamentos indicados na alínea a) do n.º 3 do artigo 62.º, deve determinar-se a compacidade final, obtida por ensaios in situ, e efetuar ainda:

- a) Na vibro-flutuação, o registo contínuo da energia consumida pelo equipamento que actua o vibrador e, sempre que possível, a medição dos assentamentos da superfície do solo;
- b) Na compactação dinâmica, a medição regular dos assentamentos da superfície do solo durante o tratamento.

4 – No caso de paredes moldadas é essencial verificar a sua integridade e estanquidade e ainda a das juntas entre painéis e das interfaces da parede com os aterros da barragem e com o trecho subjacente da fundação, pelo que, previamente, deve ser proposto o método preconizado para aquelas verificações.

5 – Os registos e os elementos resultantes do processamento dos dados relevantes obtidos durante os trabalhos devem estar na posse da fiscalização e disponíveis para apreciação por parte da Autoridade, do LNEC, do autor do projeto e dos outros responsáveis pela segurança da obra.

PARTE III
DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA EXPLORAÇÃO DE BARRAGENS

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO DA EXPLORAÇÃO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

Artigo 1.º

Objeto e âmbito

1 – O presente Documento Técnico de Apoio da Exploração de Barragens (NEB) destina-se a promover a boa execução do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), no cumprimento do disposto no n.º 3 do artigo 55.º, e tem por finalidade enunciar os princípios e critérios gerais que devem presidir à exploração das obras que são objeto do RSB, no contexto da segurança.

2 – A adoção de disposições diferentes das indicadas neste Documento Técnico pode ser admitida pela Autoridade, desde que respeitem o RSB e sejam tecnicamente justificadas pelo dono de obra.

3 – A exploração das obras deve ser realizada de acordo com o RSB, de modo a garantir a segurança, contemplando aspetos hidráulico-operacionais, estruturais e ambientais.

4 – O controlo da segurança hidráulico-operacional, na fase de exploração, deve ser feito de acordo com o estabelecido no artigo 38.º do RSB e nas disposições deste Documento Técnico.

5 – O controlo da segurança estrutural, na fase de exploração, é também objeto do Documento Técnico de Apoio da Observação e Inspeção de Barragens (NOIB), sendo o presente Documento Técnico remissivo na respetiva matéria.

6 – O controlo da segurança ambiental, na fase de exploração, deve ser feito de acordo com o estabelecido no artigo 39.º do RSB e respeitando a legislação pertinente em vigor.

7 – As disposições relativas às inspeções que devem ser realizadas na fase de exploração são objeto do NOIB.

CAPÍTULO II ORGANIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES DE EXPLORAÇÃO

Artigo 2.º

Aspetos gerais

1 – As atividades de exploração devem ser organizadas pelo dono de obra, tendo em atenção que, nos termos do disposto no artigo 5.º do RSB, as entidades intervenientes no controlo de

segurança de barragens são, para além do dono de obra, as entidades envolvidas da Administração Pública – a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA), enquanto Autoridade Nacional de Segurança de Barragens (Autoridade), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) – e a Comissão de Segurança de Barragens.

2 – As atividades de exploração terão como documentos de suporte o manual de exploração (artigo 3.º deste Documento Técnico), o livro técnico da obra (artigo 35.º do RSB) e o arquivo técnico da obra relativo à exploração (artigos 26.º e 42.º do RSB), sendo de prever a redundância destes documentos.

3 – As atividades de exploração poderão iniciar-se com o acompanhamento do primeiro enchimento da albufeira.

4 – Assumindo os erros humanos relevante importância na ocorrência de acidentes, deve garantir-se a qualidade das ações de exploração das obras e dos equipamentos, assim como da respetiva conservação e manutenção.

Artigo 3.º

Manual de exploração

1 – O dono de obra deve proceder à exploração da obra de acordo com o disposto no RSB, nomeadamente de acordo com o mencionado nos n.ºs 3 e 4 do artigo 10.º e nas Secções IV e V do Capítulo II.

2 – O dono de obra deve assegurar, para utilização em obra, a existência em local adequado, tão próximo quanto possível, do manual de exploração.

3 – O manual de exploração deve ser desenvolvido em conformidade com o tipo, a dimensão e a classe da barragem, e deve incluir, nomeadamente, os seguintes documentos:

- a) Memória concisa sobre as características da barragem e sua exploração;
- b) Regras de exploração (artigo 34.º do RSB);
- c) Plano de observação em vigor (artigo 20.º do RSB);
- d) Fichas de inspeção tipo;
- e) Plano de emergência interno (artigo 50.º do RSB) ou procedimentos de emergência simplificados (artigo 54.º-A do RSB), nos casos aplicáveis.

Artigo 4.º

Livro técnico da obra

O dono de obra deve manter atualizado e permanentemente disponível o livro técnico da obra (artigo 35.º do RSB).

Artigo 5.º

Arquivo técnico da obra relativo à exploração

1 – O dono de obra deve manter permanentemente atualizado e à disposição da Autoridade um arquivo técnico, devidamente ordenado e classificado, do qual constem os documentos referidos nos artigos 26.º e 42.º do RSB.

2 – O arquivo técnico deve incluir os seguintes elementos:

- a) Registo de dados de níveis na albufeira, afluências e caudais lançados para jusante, bem como das manobras dos órgãos de segurança e exploração;
- b) Ocorrências significativas, em particular do ponto de vista da segurança hidráulico-operacional;
- c) Relatórios periódicos de exploração incluindo, nomeadamente, a análise dos aspetos referidos nas alíneas anteriores.

3 – O arquivo técnico deve incluir ainda, na medida do aplicável, os seguintes elementos:

- a) Relatórios incluindo as análises de comportamento da obra;
- b) Plano de primeiro enchimento da albufeira e eventuais adaptações do plano de observação;
- c) Relatórios das inspeções previstas no RSB e no NOIB;
- d) Documentos relativos às inspeções previstas no artigo 40.º do RSB;
- e) Resultados das observações e relatos da análise de comportamento e da avaliação sumária da segurança;
- f) Relatórios das campanhas de verificação da aparelhagem de medida e dos dispositivos de observação instalados;
- g) Registo de dados sobre a sismicidade induzida, caudal sólido e características da água da albufeira.

4 – O arquivo técnico deve incluir ainda, na medida do aplicável, os seguintes documentos relativos à conservação da obra e manutenção dos órgãos de segurança e exploração:

- a) Relatórios de ações de conservação da obra;
- b) Relatórios descritivos das modificações efetuadas no âmbito das ações de conservação da obra;
- c) Procedimentos de manutenção dos equipamentos;
- d) Planos de manutenção preventiva, melhorativa e corretiva dos equipamentos;
- e) Relatórios de comportamento dos equipamentos, incluindo relato de avarias;
- f) Relatórios de alterações e modernização de equipamentos.

Artigo 6.º

Técnico responsável pela exploração

1 – O dono de obra deve submeter à aprovação da Autoridade, nos termos da alínea j) do n.º 2 do artigo 10.º do RSB, a designação de um técnico responsável pela exploração da barragem, com qualificação e experiência profissional adequadas à importância da obra.

2 – A designação de um técnico responsável pela exploração tem por objetivo contribuir para o bom funcionamento da barragem, órgãos de segurança e exploração e sistemas de observação, bem como dos acessos e comunicações, no cumprimento do RSB, deste Documento Técnico, do NOIB e de outras disposições aplicáveis.

3 – O técnico responsável pela exploração deve desempenhar as tarefas que lhe forem atribuídas pelo dono de obra, que podem ser, nomeadamente, as seguintes:

- a) Coordenar as atividades de controlo da segurança estrutural, de acordo com os NOIB;
- b) Coordenar as atividades do controlo da segurança hidráulico-operacional, promovendo a recolha dos dados sobre pluviosidades e caudais afluentes à albufeira, o registo das observações e das ações de controlo de segurança, a análise dos dados e a avaliação da segurança hidráulico-operacional, assim como as atividades que respeitam à operação e manutenção dos órgãos de segurança e exploração e à tomada de medidas corretivas de eventuais deficiências detetadas;
- c) Coordenar as atividades de controlo da segurança ambiental relativas à barragem;
- d) Promover a elaboração de um relatório bienal, a enviar à Autoridade, do qual conste uma síntese dos resultados da avaliação com vista à verificação da segurança nos aspetos estrutural, hidráulico-operacional e ambiental, referidos nas alíneas anteriores;
- e) Dar continuidade ao livro técnico da obra, no cumprimento do disposto nos artigos 35.º e 42.º do RSB, nomeadamente no que se refere à disponibilidade do livro e ao arquivo técnico da obra;
- f) Informar o dono de obra, assim como as demais entidades envolvidas no controlo de segurança, das ocorrências excecionais e circunstâncias anómalas detetadas no decurso da exploração e garantir a aplicação, em tempo útil, das disposições constantes do artigo 41.º do RSB.

4 – O técnico responsável pela exploração deve cumprir o disposto no RSB no que respeita às visitas de inspeção e deve, sempre que possível, estar presente ou fazer-se representar nas visitas de inspeção a realizar pela Autoridade ou por outras entidades envolvidas no controlo de segurança, devendo para esse efeito ser informado pelo dono de obra com a devida antecedência.

5 – Para o desempenho da sua atividade, o técnico responsável pela exploração deve dispor:

- a) De informação clara e precisa, incluída no manual de exploração, relativa à exploração da albufeira, às atividades de controlo de segurança da barragem e à operação, manutenção e conservação dos órgãos de segurança e exploração;
- b) De uma rede adequada de comunicações com o dono de obra, a Autoridade, o LNEC, os serviços de proteção civil territorialmente competentes e as barragens a montante e a jusante, nos casos aplicáveis.

6 – O dono de obra poderá, quando tal se revelar adequado, promover a constituição de equipas técnicas autónomas, encarregadas de aspetos específicos de segurança, que atuarão em articulação com o técnico responsável pela exploração.

Artigo 7.º

Modelos de organização das atividades de exploração

1 – São admissíveis três modelos de organização das atividades de exploração, no que respeita ao controlo da segurança estrutural, hidráulico-operacional e ambiental:

- a) Barragem com assistência ocasional, em que os meios humanos se encontram presentes no local apenas durante o tempo necessário para a execução de manobras, trabalhos de conservação e manutenção, inspeções e atividades afins;
- b) Barragem com assistência temporária, em que os meios humanos se encontram presentes no local no período normal de serviço e em situação de disponibilidade no restante tempo;
- c) Barragem com assistência permanente, em que os meios humanos se encontram organizados por turnos de um ou mais elementos.

2 – A opção por um dos modelos referidos no n.º 1, a levar ao conhecimento da Autoridade, deve basear-se em aspetos de ordem técnico-económica e de segurança, designadamente:

- a) Localização, importância e classe da barragem;
- b) Grau de automatização;
- c) Disponibilidade de dispositivos fiáveis de controlo e alarme;
- d) Dimensão das cheias previsíveis, nomeadamente no que respeita à sua relação com a capacidade de vazão dos descarregadores de cheias e com o encaixe disponível na albufeira.

3 – Na escolha do modelo de organização, que tanto pode respeitar a uma barragem explorada isoladamente como a um conjunto de barragens exploradas de forma integrada, deve ter-se presente a adequação dos eventuais meios auxiliares de telecomunicação e de recolha, registo e tratamento automático de dados.

CAPÍTULO III

REGRAS DE EXPLORAÇÃO DA BARRAGEM

SECÇÃO 1

EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA

Artigo 8.º

Regras de exploração da albufeira

1 – O dono de obra deve elaborar regras sobre a exploração da albufeira, adequadas à sua dimensão e contemplando, na medida do aplicável, os seguintes aspetos:

- a) Níveis máximos admissíveis na albufeira em diferentes períodos do ano;
- b) Caudais máximos e mínimos admissíveis, a descarregar pelos órgãos de segurança e exploração;
- c) Caudais ecológicos;
- d) Exploração da descarga de fundo, ou de outros órgãos de descarga, no sentido de, eventualmente, limitar ou prevenir caudais excessivos nos descarregadores de cheias;
- e) Métodos para baixar o nível da albufeira, quando necessário;
- f) Modificações das condições hidrológicas e hidrogeológicas;
- g) Alterações de estabilidade das encostas, de morfologia fluvial e de processos de erosão e transporte sólido;
- h) Remoção de eventuais sedimentos acumulados no fundo da albufeira e de matéria orgânica vegetal na sua vizinhança.

2 – As regras de exploração da albufeira devem indicar também as principais características do aproveitamento com interesse para a exploração, nomeadamente:

- a) Nível de pleno armazenamento (NPA), respectivo volume armazenado (volume total) e área inundada;
- b) Nível mínimo de exploração (NmE);
- c) Nível de mínima retenção (cota da mais baixa soleira dos órgãos de segurança e exploração) e respectivo volume armazenado (volume morto);
- d) Outros níveis de referência;
- e) Volume armazenado entre o NPA e o NmE (volume útil);
- f) Curvas de regolfo a montante e a jusante;
- g) Hidrogramas de cheia correspondentes a diversos períodos de retorno;
- h) Caudal de dimensionamento do descarregador de cheias e correspondente nível de máxima cheia (NMC);
- i) Tipo e número de descarregadores de cheias e respetivas curvas de vazão;
- j) Tipo e número de descargas de fundo, respetivas curvas de vazão e tempo de esvaziamento da albufeira;

- l) Caudais turbinados e/ou bombeados na central ou centrais associadas à barragem.
- 3 – As regras de exploração devem ser modificadas em função da experiência obtida no decurso da exploração, bem como no caso de mudanças substanciais dos pressupostos que presidiram à sua elaboração.

Artigo 9.º

Comissão de Gestão de Albufeiras

No caso de albufeiras abrangidas no âmbito da Comissão de Gestão de Albufeiras instituída pelo Decreto-Lei n.º 21/1998, de 3 de Fevereiro, as regras de exploração devem ser aprovadas por esta Comissão, bem como as eventuais modificações referidas no n.º 3 do artigo 8.º.

Artigo 10.º

Medidas especiais de proteção pública

1 – O dono de obra deve delimitar e sinalizar zonas que possam ser influenciadas pelo funcionamento das tomadas de água, dos descarregadores de cheias e das restituições de centrais e órgãos de descarga, nas quais não devem ser permitidas atividades, tais como pesca, banhos ou atividades náuticas, além das relativas à exploração do aproveitamento.

2 – Para além do disposto no número anterior, devem ser instalados dispositivos que impeçam o acesso de pessoas alheias à exploração em todas as zonas da barragem em que tal se considere aconselhável, quer por razões de serviço, quer por razões de segurança pessoal, nomeadamente órgãos de segurança e exploração, central, subestação e eclusas de peixes e de navegação, e respetivos locais de manobra.

SECÇÃO 2

OPERAÇÃO DOS ÓRGÃOS DE SEGURANÇA E EXPLORAÇÃO

Artigo 11.º

Aspetos gerais

1 – A operação dos órgãos de segurança e exploração deve ser realizada por pessoal devidamente habilitado.

2 – Nas barragens com órgãos de segurança e exploração controlados por comportas devem ser adotadas as seguintes disposições:

- a) Possibilidade de realização da manobra mesmo em situações meteorológicas adversas;
- b) Possibilidade de manobra manual, a menos da justificação prevista no artigo 15.º do RSB;
- c) Sistemas de acionamento dispendo, pelo menos, de duas fontes de energia distintas.

3 – Os acessos, as comunicações, o fornecimento de energia e a iluminação das instalações devem manter-se operacionais.

4 – O dono de obra deve tomar as medidas necessárias para manter as condições de vazão do leito do rio imediatamente a jusante dos órgãos de segurança e exploração que foram consideradas no projeto.

Artigo 12.º

Regras de operação dos órgãos de segurança e exploração

1 – A operação dos equipamentos dos órgãos de segurança e exploração da barragem deve ser efetuada de acordo com regras próprias, integradas nas regras de exploração da barragem, e com os procedimentos definidos no planeamento de emergência, quando aplicável.

2 – As regras de operação mencionadas no número anterior, a aplicar em situações normais e excecionais, devem ter em conta:

- a) A situação de barragem, isolada ou integrada numa cascata;
- b) O tipo de operação, automática ou com intervenção humana, local ou à distância;
- c) As instruções e os procedimentos a adotar em situações de avaria dos equipamentos, nomeadamente no caso de operação automática;
- d) As fontes de energia utilizáveis, principal e auxiliares;
- e) Os critérios utilizados na passagem do regime normal ao regime de cheia, e os meios humanos disponíveis para a exploração e vigilância da obra;
- f) A sequência de manobras a respeitar na operação das comportas, explicitando os objetivos a atingir e os critérios utilizados, nomeadamente no controlo de cheias;
- g) Os modelos de previsão de cheias eventualmente utilizados;
- h) Os sistemas de comunicação disponíveis para a transmissão de dados e de instruções aos operadores locais, no caso de o comando estar centralizado.

3 – Devem ser adotados procedimentos visando a verificação periódica da funcionalidade dos equipamentos dos órgãos de segurança e exploração e respetivos sistemas de comando, bem como o indispensável treino do pessoal.

4 – Devem ser adotados procedimentos de aviso às populações sempre que a operação dos órgãos de segurança e exploração origine um acréscimo significativo de caudais a jusante.

Artigo 13.º

Operação em regime de cheia

1 – As regras de operação dos órgãos de segurança e exploração em regime de cheia devem contemplar, sempre que tal seja exequível e sem comprometer a segurança da obra, os aspetos seguintes:

- a) Otimização simultânea do armazenamento e do amortecimento da cheia;
- b) Redução dos caudais descarregados;
- c) Manutenção de alturas de água e de velocidade de escoamento compatíveis com eventuais condicionamentos a jusante;
- d) Proteção de zonas a montante contra inundações provocadas pelo regolfo;
- e) Estabilidade das margens e do leito do rio;
- f) Coordenação de descargas com outras barragens e com afluentes de jusante.

2 – A operação dos órgãos de segurança deve ser assistida, sempre que possível, por sistemas fiáveis de previsão de cheias, desde que completamente testados e validados.

3 – Em bacias hidrográficas para as quais existam sistemas gerais de previsão e prevenção de cheias, as ações a empreender devem ter em conta as indicações e objetivos desses sistemas.

Artigo 14.º

Recolha e registo de dados

1 – O dono de obra deve instalar o equipamento necessário para informação precisa e fiável sobre:

- a) Níveis de água a montante;
- b) Níveis de água a jusante, quando se justifique;
- c) Posição de abertura das comportas dos descarregadores de cheias.

2 – É recomendável que esta informação seja registada automaticamente e integrada nos sistemas de previsão e prevenção de cheias referidos no n.º 3 do artigo 13.º.

SECÇÃO 3

CONSERVAÇÃO DAS ESTRUTURAS E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Secção 3.1

Conservação das estruturas

Artigo 15.º

Aspetos gerais

1 – De acordo com a alínea i) do artigo 4.º do RSB, entende-se por conservação o conjunto de medidas destinado a garantir as condições de funcionalidade e segurança das estruturas, incluindo algumas medidas periódicas também designadas por manutenção.

2 – A conservação das estruturas deve ser realizada com carácter preventivo ou quando, a partir das inspeções ou da análise do comportamento, se verifique a existência de sinais ou sintomas de deterioração.

Artigo 16.º

Conservação corrente ou manutenção

1 – A conservação corrente ou manutenção é o conjunto de ações desenvolvidas periodicamente, com vista a manter as estruturas nas necessárias condições de funcionalidade e segurança, e engloba as pequenas reparações e as medidas preventivas de rotina destinadas a evitar a deterioração das estruturas.

2 – A programação das ações referidas no número anterior e eventuais estudos de apoio devem basear-se na análise das causas prováveis das deficiências surgidas e ter em consideração o tipo de estrutura e os condicionalismos da intervenção a efetuar.

3 – Os trabalhos de conservação devem ser seguidos da elaboração de um relatório de síntese.

Artigo 17.º

Grande conservação ou reabilitação

1 – O aparecimento de anomalias importantes, com eventuais condicionamentos à exploração do aproveitamento, pode conduzir à necessidade de se proceder a uma intervenção de grande conservação ou reabilitação, envolvendo consideráveis meios humanos e materiais.

2 – Os trabalhos de grande conservação devem ser definidos em projeto, a submeter à Autoridade, tendo como objetivo eliminar as causas das anomalias ou, se tal não for possível, controlar os mecanismos do seu desenvolvimento, e incluindo a descrição e a justificação técnica da solução adotada.

3 – Após a conclusão dos trabalhos, deve ser elaborado um relatório de síntese, a incluir no arquivo técnico.

Secção 3.2

Manutenção dos equipamentos

Artigo 18.º

Aspetos gerais

1 – De acordo com a alínea ab) do artigo 4.º do RSB, entende-se por manutenção o conjunto de medidas destinado a garantir as condições de segurança e funcionalidade dos equipamentos bem como algumas medidas periódicas de conservação das estruturas.

2 – A escolha do tipo de manutenção dos equipamentos deve ter em conta a sua quantidade e complexidade, bem como a sua importância nos procedimentos de exploração e na funcionalidade e segurança da obra.

Artigo 19.º
Tipos de manutenção

1 – O tipo de manutenção dos equipamentos que melhor permita cumprir os objetivos referidos no artigo anterior, deve ser selecionado de entre os seguintes:

- a) Manutenção preventiva sistemática, englobando as vistorias de carácter periódico e a execução das operações de rotina;
- b) Manutenção preventiva condicionada, consistindo na intervenção após diagnóstico, apoiado em meios tecnológicos adequados, nomeadamente análise de vibrações, termografia e espectrometria;
- c) Manutenção melhorativa, também designada por engenharia de manutenção, que consiste no aperfeiçoamento, contínuo e metódico, do funcionamento dos equipamentos, com o objetivo de otimizar a sua qualidade de serviço;
- d) Manutenção curativa, ou corretiva, tendo por objeto a atuação na sequência de anomalia ou acidente não previsível.

2 – A manutenção preventiva, dados os seus custos e a evolução técnica dos equipamentos e dos meios de análise, deve evoluir progressivamente de manutenção sistemática para manutenção condicionada.

3 – A manutenção melhorativa deve ser adotada como complemento da preventiva sempre que a importância dos equipamentos, aspetos de segurança e a evolução tecnológica o recomendem.

Artigo 20.º
Ações de manutenção

As ações de manutenção devem ser realizadas de acordo com normativos ou procedimentos conformes com o tipo de manutenção a adotar.

Artigo 21.º
Planeamento dos trabalhos

Os trabalhos de manutenção preventiva e melhorativa devem ser objeto de planeamento que vise, nomeadamente, minimizar eventuais condicionamentos à exploração.

Artigo 22.º
Modernização de equipamentos

A modernização de equipamentos, no âmbito das ações de manutenção, deve ter em consideração aspetos técnico-económicos e a evolução tecnológica, assim como o comportamento dos equipamentos.

CAPÍTULO IV

MEDIDAS A TOMAR NOS CASOS DE OCORRÊNCIAS EXCECIONAIS OU CIRCUNSTÂNCIAS ANÓMALAS

Artigo 23.º

Aspetos gerais

1 – Ocorrências excepcionais ou a verificação de circunstâncias anómalas devem ser seguidas da adoção, pelo dono de obra, das medidas referidas no artigo 41.º do RSB, procedendo-se em conformidade com o disposto no NOIB e no planeamento de emergência.

2 – Em particular, para as barragens de classe II, que não têm plano de emergência interno, deve observar-se o disposto no artigo 54.º-A do RSB.

Artigo 24.º

Medidas imediatas e procedimentos de aviso e alerta

1 – Para as barragens de classe I, as medidas imediatas a tomar pelo dono de obra, no caso de ocorrências excepcionais e circunstâncias anómalas, encontram-se referidas nos artigos 41.º, 46.º, 47.º e 48.º do RSB, e envolvem a ativação do plano de emergência interno e respetivos sistemas de aviso e alerta.

2 – Para as barragens de classe II, as medidas imediatas a tomar pelo dono de obra, no caso de ocorrências excepcionais e circunstâncias anómalas, podem envolver, de acordo com o n.º 2 do artigo 54.º-A do RSB:

- a) Ativação de procedimentos de alerta à Autoridade e aos Serviços de Protecção Civil territorialmente competentes;
- b) Ativação de procedimentos de aviso aos residentes que possam ser afetados na proximidade da barragem.

3 – No caso de ocorrências excepcionais e circunstâncias anómalas o dono de obra pode ainda adotar:

- a) Medidas operativas, nomeadamente o abaixamento controlado do nível de água na albufeira;
- b) Medidas corretivas, que podem ser de tipo provisório, nomeadamente reparações adequadas para controlo da evolução das anomalias verificadas ou para a manutenção da operacionalidade dos órgãos de segurança e exploração.

Artigo 25.º

Inspeções

No caso de ocorrências excepcionais e circunstâncias anómalas devem ser realizadas inspeções em conformidade com o disposto nos artigos 21.º, 40.º e 42.º do RSB.

PARTE IV
DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO
DA OBSERVAÇÃO E INSPEÇÃO DE BARRAGENS

(Revisão da Portaria n.º 847/93, de 10 de Setembro, dos Ministérios da Administração Interna, da Agricultura, da Indústria e Energia, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, e do Ambiente e Recursos Naturais)

DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO
DA OBSERVAÇÃO E INSPEÇÃO DE BARRAGENS

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

Artigo 1.º

Objeto deste Documento Técnico

1 – O presente Documento Técnico de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB) tem por objeto os princípios, critérios e métodos que devem presidir à execução das atividades de observação e inspeção de barragens.

2 – As atividades de observação e inspeção das barragens têm por objetivos essenciais a avaliação das condições de segurança estrutural e da modelação do comportamento das obras, bem como a aferição dos critérios de projeto; estas atividades desenvolvem-se ao longo da vida das obras e compreendem, nomeadamente:

- a) O planeamento dos trabalhos;
- b) A inspeção visual das obras;
- c) A instalação, manutenção e exploração de um sistema de observação, constituído por dispositivos de medida das grandezas, relativas às ações, às propriedades estruturais e às respostas das estruturas, selecionadas para o controlo do comportamento das obras;
- d) A compilação, análise e interpretação de toda a informação recolhida.

3 – A inspeção das obras inclui, além da inspeção visual referida no n.º 2, a realização de inspeções regulamentares previstas no Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), isto é, inspeções conduzidas pela Autoridade, designadamente durante e no final da construção (artigo 27.º do RSB), antes do primeiro enchimento (artigo 30.º do RSB), após o primeiro enchimento (artigo 32.º do RSB) e durante a exploração (artigos 40.º e 41.º do RSB).

4 – Durante a realização das inspeções regulamentares cuja natureza o justifique ou durante a realização de outros tipos de inspeções visuais, a Autoridade promoverá a realização de inspeções aos equipamentos que integram os órgãos de segurança e exploração das barragens, verificando em particular a respetiva funcionalidade.

Artigo 2.º

Âmbito de aplicação

O presente Documento Técnico aplica-se às barragens abrangidas pelo artigo 2.º do RSB.

CAPÍTULO II

ORGANIZAÇÃO DAS ACTIVIDADES DE OBSERVAÇÃO E INSPEÇÃO

Artigo 3.º

Competências das entidades envolvidas nas atividades de observação e inspeção

1 – As competências das entidades referidas nos n.ºs 1 e 2 estão definidas no RSB, no artigo 6.º (Autoridade), no artigo 7.º (Laboratório Nacional de Engenharia Civil-LNEC) e no artigo 10.º (dono de obra).

2 – As atividades de observação e inspeção desenvolvem-se, de acordo com as disposições do RSB, em conformidade com as correspondentes atribuições das entidades envolvidas, designadamente a Autoridade e o dono de obra.

3 – Ao LNEC está reservada uma intervenção de carácter sistemático quando a Autoridade assim o definir, entendendo-se neste Documento Técnico que esse é o âmbito da sua intervenção.

Artigo 4.º

Colaboração entre as entidades envolvidas nas atividades de observação

1 – Na realização das atividades de observação, definidas no n.º 2 do artigo 1.º e desenvolvidas de acordo com os planos de observação e de primeiro enchimento aprovados pela Autoridade, deve ser assegurada uma adequada colaboração entre as entidades envolvidas, nomeadamente entre o dono de obra, ao qual está vinculado o autor do projeto, e o LNEC, nas obras em que tem intervenção.

2 – Ao dono de obra cabe promover a elaboração e execução dos planos e assegurar as condições para a necessária colaboração entre todos os intervenientes, nomeadamente:

- a) Garantindo que o controlo de segurança da obra, pelo qual é o primeiro responsável, se processe de forma adequada;
- b) Assegurando a obtenção de soluções que, sem afetar a segurança da obra, sejam mais eficientes;
- c) Promovendo oportunamente a aquisição dos dispositivos de medida, bem como a instalação e exploração do sistema de observação.

3 – Para as barragens em fase de projeto, compete ao autor do projeto:

- a) Elaborar o plano de observação, incluindo neste orientações para elaboração do plano de primeiro enchimento;
- b) Colaborar na revisão do plano de observação.

4 – Nos casos em que se verifique intervenção do LNEC é recomendável:

- a) Aproveitar os conhecimentos especializados e a experiência deste organismo, de acordo com as suas disponibilidades em meios humanos e técnicos, de modo a obter um adequado nível de controlo de segurança, bem como o desenvolvimento de novos métodos e técnicas com vista ao progresso dos conhecimentos;
- b) Estabelecer um regime de repartição de tarefas entre os donos de obra e o LNEC, em termos que salvaguardem a especificidade da atuação deste organismo, o que contribuirá para a eficácia e eficiência de execução das correspondentes atividades de observação e inspeção.

CAPÍTULO III PLANO DE OBSERVAÇÃO

Artigo 5.º Aspetos gerais

1 – O plano de observação é o documento em que se define e justifica o modo como deve ser efetuado o controlo de segurança estrutural das principais obras nas fases subseqüentes à sua elaboração, tendo em consideração os principais cenários de acidente e de incidente identificados para essas obras.

2 – Na Secção II do Capítulo II do RSB estão definidos os objetivos do plano de observação referido na alínea q) do artigo 13.º do RSB e são tratados os aspetos relativos à sua elaboração (artigo 18.º), constituição (artigo 19.º), adaptação (artigo 20.º), atualização (artigo 21.º) e revisão (artigo 22.º).

Artigo 6.º Elaboração do plano de observação

A elaboração do plano de observação e de todos os estudos de apoio necessários deve ser promovida pelo dono de obra:

- a) Para as barragens a construir, na fase de projeto;
- b) Para as barragens que não disponham de um plano de observação aprovado, em consequência da aplicação do artigo 56.º do RSB.

Artigo 7.º Adaptação do plano de observação

1 – A adaptação do plano de observação tem por objetivo complementá-lo e atender a eventuais alterações verificadas após a sua elaboração.

2 – De acordo com o artigo 20.º do RSB, o dono de obra deve promover a adaptação do plano de observação com suficiente antecedência em relação ao início do primeiro enchimento.

3 – A adaptação do plano de observação deve ser submetida a aprovação da Autoridade, após prévia revisão do LNEC nas obras em que tem intervenção, exceto se proposta por este organismo.

Artigo 8.º

Atualização do plano de observação

1 – O plano de observação deve ser convenientemente atualizado, nas condições previstas no n.º 1 do artigo 21.º do RSB, nomeadamente quando se verificarem:

- a) Alterações do comportamento estrutural que imponham ou recomendem uma maior frequência das leituras dos dispositivos de observação ou das inspeções visuais e o eventual ajustamento dos modelos de comportamento até então utilizados;
- b) Comportamentos estruturais bem estabelecidos, permitindo, justificadamente, a diminuição da frequência de observação de todas ou de determinadas grandezas, assim como das inspeções visuais;
- c) Alterações do sistema de observação ou da sua exploração nas fases posteriores à construção.

2 – A atualização do plano é obrigatória, 20 anos após a sua aprovação.

3 – As atualizações do plano de observação são promovidas pelo dono de obra e submetidas a aprovação da Autoridade, devendo ser previamente revistas pelo LNEC, exceto se propostas por este organismo.

Artigo 9.º

Revisões do plano de observação

1 – Cabe ao dono de obra promover as revisões do plano de observação, as quais devem ser solicitadas ao LNEC nos casos em que está prevista a intervenção deste organismo.

2 – As entidades responsáveis pelas revisões podem, fundamentadamente, introduzir alterações relativas a aspetos organizativos e técnicos.

3 – Nas revisões do plano de observação é recomendável a participação dos autores do plano e de outros intervenientes no controlo de segurança estrutural.

4 – Os documentos resultantes das revisões devem ser submetidos à aprovação da Autoridade.

Artigo 10.º

Constituição do plano de observação

1 – Constituem aspetos essenciais do plano de observação:

- a) As inspeções visuais dos diferentes tipos e a definição das respetivas frequências;

- b) A definição do sistema de observação;
- c) A instalação dos dispositivos de observação, assinalando aqueles em cuja instalação o LNEC deve estar presente;
- d) A frequência das leituras dos dispositivos de observação;
- e) A recolha e o processamento da informação;
- f) Os procedimentos e esquema de comunicação em caso de ocorrências excecionais ou de deteção de comportamentos anómalos;
- g) Os relatórios sobre a instalação e exploração do sistema de observação;
- h) A qualificação dos agentes encarregados da instalação e exploração do sistema de observação;
- i) A análise do comportamento e a avaliação da segurança da obra.

2 – O plano de observação que integra o projeto deve incluir as orientações a seguir na elaboração do plano de primeiro enchimento.

3 – A inclusão, no plano de observação que integra o projeto, de outros aspetos para além dos enunciados no artigo 19.º do RSB é remetida, de acordo com o artigo 20.º do RSB, para a fase posterior à do projeto.

4 – Os planos de observação relativos às barragens já construídas que não disponham de planos de observação aprovados devem incluir todos os aspetos considerados nos artigos 19.º e 20.º do RSB.

5 – No quadro I dão-se indicações para a determinação de fatores que, conjugados com a classe das barragens, apoiam a recomendação de um conjunto mínimo de grandezas a observar (quadros II e III), com as frequências mínimas recomendadas (quadros IV e V), sendo contudo de notar que aspetos peculiares de cada obra poderão exigir observações de outras grandezas e aumento da frequência das observações.

Artigo 11.º Inspeções visuais

1 – As inspeções visuais têm por objetivo essencial:

- a) A deteção de sinais ou evidências de deterioração, comportamentos anómalos ou sintomas de envelhecimento da barragem;
- b) A deteção de anomalias do sistema de observação.

2 – O plano de observação deve prever a execução dos três tipos de inspeção visual seguintes:

- a) Inspeções visuais de rotina;
- b) Inspeções visuais de especialidade;
- c) Inspeções visuais de carácter excecional.

3 – O plano de observação deve conter indicações sobre:

- a) Os locais e os aspetos a ter em especial consideração, em face das características da obra a observar;
- b) A apresentação dos resultados relativos a cada um dos tipos de inspeção referidos no número anterior.

Artigo 12.º

Definição do sistema de observação

1 – O sistema de observação é o conjunto de dispositivos instalados para medição das grandezas selecionadas para o controlo de segurança da obra, relativas às ações, às propriedades dos materiais e às respostas das estruturas e suas fundações.

2 – O planeamento do sistema de observação deve ter em conta as fases da vida da obra a que se aplica.

3 – Os dispositivos de observação devem ser selecionados tendo em conta:

- a) A exatidão, a precisão e o campo de medida adequados às medições a efetuar com vista à avaliação das condições de segurança e funcionalidade da barragem e à verificação dos critérios de projeto;
- b) A fiabilidade compatível com a duração do período a que se destinam;
- c) A robustez adequada para suportar as condições de utilização e do meio envolvente, causando perturbações mínimas nesse meio;
- d) A simplicidade de exploração, manutenção e conservação;
- e) A fácil e rápida instalação, de modo a minimizar a interferência nos trabalhos de construção;
- f) A eventual experiência em obras semelhantes;
- g) A automatização da recolha dos respetivos dados.

Artigo 13.º

Instalação dos dispositivos de observação

1 – A instalação dos dispositivos de observação e respetivos acessórios deve efetuar-se segundo procedimentos devidamente pormenorizados, a incluir no plano de observação, com vista a assegurar o seu adequado funcionamento, o qual depende, em larga medida, da correção com que for executada essa instalação.

2 – Os procedimentos mencionados no número anterior devem referir:

- a) A localização dos dispositivos de observação e os percursos dos cabos de ligação;
- b) As especificações relativas aos dispositivos de observação e respetivos acessórios, bem como as instruções sobre a sua instalação e uso;
- c) A localização e constituição das centrais de leitura;

d) Os sistemas automáticos no local da obra, relativos à comutação, recolha, processamento, registo e transmissão de dados e resultados.

3 – No caso de dispositivos de observação sobre os quais existe experiência significativa, devem referir-se as eventuais anomalias registadas, bem como as suas causas presumíveis ou constatadas.

4 – No caso de dispositivos insuficientemente conhecidos, deve, sempre que possível, prever-se a realização de estudos e ensaios prévios e proceder-se à instalação, em paralelo, de dispositivos tradicionais, de forma a controlar a fiabilidade dos novos dispositivos.

5 – Para as barragens já construídas, o plano de observação deve incluir recomendações que permitam obviar a ocorrência de danos na obra ou nos equipamentos decorrentes das operações necessárias à instalação dos dispositivos de observação e respetivos acessórios.

Artigo 14.º

Frequência das leituras

1 – O plano de observação deve indicar a frequência das leituras ao longo das diferentes fases de vida da obra, bem como os critérios para a sua adaptação em caso de variação rápida das ações, ocorrências excecionais ou circunstâncias anómalas, tendo em conta o tipo e a dimensão da barragem, as características do local e os aspetos específicos da obra.

2 – Sem prejuízo da adoção de maiores frequências de leituras, justificada pelas características particulares da obra ou em função de condições específicas a considerar imediatamente após a instalação, devem respeitar-se as frequências indicadas nos quadros IV e V.

3 – O programa de gestão relativo aos dispositivos de recolha automática de dados deve estar preparado para aumentar a frequência das leituras em caso de variação rápida das ações, ocorrências excecionais ou circunstâncias anómalas.

Artigo 15.º

Recolha e processamento dos dados

1 – O plano de observação deve incluir especificações relativas à recolha e processamento dos dados.

2 – As especificações relativas à recolha devem incluir:

- a) No caso de recolha manual, instruções sobre os aparelhos de medida, verificação da fiabilidade dos dados visando a deteção de erros grosseiros, preenchimento dos boletins de registo, seu envio para os centros de processamento e atualização dos elementos a incluir no arquivo técnico;
- b) No caso de recolha automática, as operações de controlo do sistema, quer inerentes ao próprio sistema quer efetuadas mediante a comparação dos dados com os obtidos por

recolha manual de amostragem, assim como os processos de verificação da fiabilidade dos dados, de envio destes para os centros de processamento e de atualização do arquivo técnico.

3 – A recolha automática dos dados, nas condições previstas na alínea a) do n.º 2 do artigo 36.º do RSB, deve:

- a) Incidir principalmente sobre as grandezas que permitam informar rapidamente sobre as condições de segurança, designadamente deslocamentos da estrutura e da fundação, subpressões e caudais;
- b) Dispor de programas de gestão do sistema que permitam que apenas sejam registadas observações recolhidas com uma frequência previamente definida, e, caso ocorram, observações cujos desvios, em relação a valores esperados, sejam superiores a limites previamente fixados, por forma a evitar perturbações devidas a um número excessivo de medições.

4 – As especificações relativas ao processamento dos dados, a indicar na adaptação do plano, devem incluir:

- a) Algoritmos de cálculo para a obtenção dos resultados de observação a partir dos dados e demais elementos necessários, nomeadamente as leituras iniciais e as constantes específicas dos aparelhos;
- b) Critérios de validação de dados e resultados;
- c) Elementos de análise habituais, nomeadamente listas de valores, diagramas e correlações entre grandezas.

Artigo 16.º

Procedimentos e esquema de comunicação, no caso de ocorrências excecionais ou de comportamentos anómalos

1 – O plano de observação deve incluir indicações sobre os procedimentos e esquema de comunicação no caso de ocorrências excecionais ou de deteção de comportamentos anómalos, excerto para as barragens da classe III.

2 – O plano de observação deve referir as entidades e outros responsáveis pela segurança que devem ser informados de imediato e as medidas a tomar, considerando expressamente as seguintes situações:

- a) Risco iminente de acidente ou catástrofe;
- b) Necessidade de diagnóstico urgente por especialistas;
- c) Necessidade de diagnóstico sem carácter de urgência.

3 – No caso das barragens da classe I as indicações referidas nos números anteriores devem ter em conta os procedimentos e meios técnicos e humanos considerados no respetivo plano de emergência interno, remetendo para este quando haja risco iminente de acidente ou catástrofe.

4 – Sem prejuízo do disposto no número anterior, as indicações sobre o esquema de comunicação devem referir:

- a) Meios emissores a instalar e respectiva localização, que devem manter-se operacionais em caso de acidente;
- b) Formas de transmissão e garantia de fiabilidade da informação transmitida e recebida, considerando a eventualidade de ocorrência de avarias e o recurso a meios complementares;
- c) Ensaios periódicos para controlo da sua operacionalidade.

Artigo 17.º

Relatórios sobre a instalação e exploração do sistema de observação

1 – O plano de observação deve incluir indicações sobre a elaboração de relatórios relativos à instalação e exploração do sistema de observação.

2 – O relatório a elaborar após cada instalação de aparelhagem, entre outros elementos que se afigurem úteis para a exploração do sistema de observação, deve incluir:

- a) Desenhos gerais e de pormenor, localizando e caracterizando os aparelhos e respetivos acessórios;
- b) Valor da leitura inicial dos dados;
- c) Data e hora de instalação;
- d) Condições mais significativas em que decorreu a instalação, nomeadamente o estado do tempo, eventuais incidências dos aspetos construtivos na instalação e justificações presumíveis para danos que tenham implicado perda de informações;
- e) Operações de correção de eventuais acidentes durante a instalação;
- f) Elementos dos estudos e ensaios preconizados no n.º 3 do artigo 13.º, bem como os elementos sobre ensaios de materiais envolventes dos aparelhos;
- g) Justificação para o caso de instalações que não tenham sido efetuadas conforme o previsto no plano de observação.

3 – Os relatórios sobre a exploração do sistema de observação devem incluir, entre outros elementos que se afigurem úteis:

- a) A frequência de exploração e sua alteração, com a correspondente justificação;
- b) As avarias nos dispositivos instalados e nos aparelhos de medida, bem como as suas causas;
- c) As operações de manutenção mais significativas;
- d) A ocorrência de valores anómalos e outros motivos que impliquem a repetição de leituras.

Artigo 18.º

Qualificação dos agentes encarregados da instalação e exploração do sistema de observação

1 – O plano de observação deve dar indicações sobre as qualificações técnicas dos agentes encarregados, no local da obra, da instalação e exploração do sistema de observação.

2 – Os agentes envolvidos na instalação do sistema de observação devem ter qualificação técnica e experiência necessárias para a compreensão dos objetivos do sistema e para a interpretação das indicações referidas no n.º 2 do artigo 13.º.

3 – Os agentes encarregados da exploração do sistema de observação devem ter qualificação técnica e experiência que garantam a compreensão das responsabilidades envolvidas e a boa execução das tarefas relativas, quer à exploração do sistema, nomeadamente a recolha, validação, transmissão dos dados, atualização do arquivo técnico e aviso em caso de deteção de comportamento anómalo, quer à manutenção do sistema.

Artigo 19.º

Análise do comportamento e avaliação da segurança

1 – O plano de observação deve referir os modelos estruturais e das ações ou os modelos conjuntos, a utilizar na avaliação da segurança, nomeadamente:

- a) Os modelos usados no projeto, incluindo eventuais alterações deste ou outras informações entretanto recolhidas;
- b) Os modelos estabelecidos com base nos resultados da observação da obra, desde que estejam disponíveis em quantidade suficiente ao longo de um período significativo da vida da obra.

2 – A avaliação das condições de segurança deve ser efetuada por intermédio dos modelos de comportamento, tendo em conta os resultados das inspeções visuais e outra informação disponível, para os cenários previstos no projeto ou para aqueles que o comportamento da obra venha a revelar.

3 – O plano de observação deve indicar o tipo e a periodicidade de relatórios sobre a análise do comportamento e avaliação das condições de segurança, bem como os responsáveis por estas atividades, nas diferentes fases da vida da obra.

CAPÍTULO IV

FASE DE CONSTRUÇÃO

Artigo 20.º

Aspetos gerais

1 – No RSB são genericamente definidos os tipos de inspeção visual a efetuar nas várias fases da vida da obra (artigo 19.º), incluindo na fase de construção, bem como os aspetos a ter em conta nesta fase relativos ao controlo de segurança estrutural (artigo 25.º), às inspeções (artigo 27.º) e ao livro e arquivo técnicos da obra (artigos 24.º e 26.º).

2 – O RSB inclui ainda disposições específicas aplicáveis à fase de construção, nomeadamente:

- a) Instalação de dispositivos de observação;
- b) Adaptação do plano de observação;
- c) Arquivo dos dados da observação.

Artigo 21.º

Inspeções visuais

1 – As inspeções visuais dos vários tipos que, durante a fase de construção, permitam detetar sinais ou evidências de deterioração, devem:

- a) Sempre que possível, ser imediatamente seguidas de referenciação no respectivo local, com marca ou dispositivo apropriado, devidamente datado, bem como da obtenção de fotografias ilustrativas da deterioração;
- b) Ter em consideração que, na fase de construção, não é por vezes possível manter a marca ou dispositivo de referenciação, o que implica uma rápida atuação, designadamente no que respeita à obtenção de fotografias.

2 – As inspeções visuais de rotina devem:

- a) Ser asseguradas por agentes da fiscalização, os quais serão coadjuvados nessa atividade pelos responsáveis pela instalação e exploração do sistema de observação, durante os períodos da sua permanência em obra;
- b) Ser seguidas da elaboração de um relato de pormenor, que inclua a sua descrição e a referenciação das eventuais deteriorações detetadas;
- c) No caso de serem detetadas deteriorações significativas do ponto de vista da segurança, informar a Autoridade, e o LNEC nas obras em que tem intervenção, e proceder ao registo destas deteriorações no livro técnico da obra, imediatamente após a inspeção;
- d) Ser objeto de um relato sucinto, com periodicidade mensal, a enviar à Autoridade e ao LNEC.

3 – As inspeções visuais de especialidade devem:

- a) Ser asseguradas pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança e, eventualmente, conduzidas pela Autoridade, contar com a participação do diretor técnico da obra e da fiscalização e, sempre que possível, do autor do projeto e dos responsáveis pela assistência técnica;
- b) No caso de serem detetadas deteriorações significativas do ponto de vista da segurança, informar a Autoridade, e o LNEC nas obras em que tem intervenção, se estas entidades não tiverem participado na inspeção;
- c) Ser seguidas da elaboração de um documento, pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança, com os principais resultados, os quais deverão ser devidamente integrados nos relatórios de controlo de segurança estrutural a elaborar com a periodicidade definida no plano de observação, e cuja síntese deverá ser lançada no livro técnico da obra.

4 – As inspeções visuais de carácter excecional devem:

- a) Ser realizadas na sequência de ocorrências excecionais, tais como sismos ou cheias com período de retorno superior ao previsto para a fase de construção, bem como de circunstâncias anómalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra, as quais, após a sua ocorrência ou deteção, devem ser imediatamente comunicadas pelo diretor técnico da obra à Autoridade, e ao LNEC nas obras em que tem intervenção;
- b) Ser conduzidas pela Autoridade e contar com a colaboração do LNEC nas obras em que tem intervenção, bem como com a presença do diretor técnico da obra, dos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança e da fiscalização e, ainda, sempre que possível, do autor do projeto e dos responsáveis pela assistência técnica;
- c) Ser seguidas da elaboração de um documento com os principais resultados, pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança, cuja síntese deverá ser lançada no livro técnico da obra;
- d) Dar origem a dois relatórios, o primeiro a elaborar pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança, referindo especificamente os aspetos relativos ao controlo de segurança estrutural, e o segundo a elaborar pelo diretor técnico da obra, referindo outros aspetos relativos à construção.

5 – O relatório relativo ao controlo de segurança estrutural referido na alínea d) do número anterior deve ser apresentado à Autoridade, e ao LNEC nas obras em que tem intervenção, no prazo definido pela Autoridade no final da inspeção, e incluir:

- a) A descrição pormenorizada das ocorrências que motivaram a inspeção e os indícios de deterioração detetados;
- b) A avaliação das condições de segurança da obra indicando, quando se justifique, as eventuais medidas corretivas a empreender;
- c) Os eventuais estudos a desenvolver e sua urgência.

Artigo 22.º

Instalação dos dispositivos de observação

1 – A instalação dos dispositivos de observação na fase de construção deve ser feita de acordo com os procedimentos indicados no artigo 13.º.

2 – O caderno de encargos deve incluir disposições com vista a proporcionar uma adequada coordenação dos trabalhos, de modo a obviar à ocorrência de danos, nos aparelhos ou nos acessórios, causados por pessoal ou equipamento envolvido na construção, bem como alertar para a possibilidade de ocorrência de perturbações no ritmo de construção.

3 – Para as barragens em que se verifica intervenção do LNEC, o dono de obra deve comunicar a este organismo, em tempo útil, o planeamento da instalação dos dispositivos de observação, nos termos da alínea d) do n.º 1 do artigo 10.º.

Artigo 23.º

Adaptação do plano de observação

1 – No decurso da construção podem ocorrer situações que impliquem alterações ao plano de observação, tais como:

- a) Alterações do projeto que obriguem a mudar a localização ou o tipo dos dispositivos de observação previstos;
- b) Comportamentos anómalos que impliquem a instalação de dispositivos de observação não previstos;
- c) Avarias dos dispositivos de observação, devidas a deficiente instalação ou em resultado dos processos construtivos.

2 – As alterações ao plano de observação que resultem de situações como as tipificadas nas alíneas a) e b) do número anterior devem ser submetidas pelo dono de obra a aprovação da Autoridade, bem como a prévia revisão do LNEC nas obras em que tem intervenção.

3 – Nas situações tipificadas na alínea c) do n.º 1, os responsáveis pela instalação dos equipamentos de observação devem:

- a) Adotar os procedimentos incluídos no plano de observação, caso tenham sido previstos;
- b) Comunicar imediatamente as ocorrências aos responsáveis pela adaptação do plano de observação, com o objetivo de permitir, quando tal seja viável, empreender as alterações que possibilitem a medição das grandezas que os equipamentos avariados visavam controlar.

4 – A aplicação dos procedimentos ou as alterações referidas no número anterior devem ser objeto de um relatório pormenorizado, a elaborar pelos responsáveis pela adaptação do plano de observação, o qual deve ser enviado pelo dono de obra à Autoridade e ao LNEC nas obras em que tem intervenção.

5 – As situações tipificadas no n.º 1 devem ser objeto de relatos sucintos, elaborados pelos responsáveis pela adaptação do plano de observação e registados no livro técnico da obra.

6 – No final da construção o dono de obra deve promover a elaboração de uma versão do plano de observação com as alterações aprovadas.

Artigo 24.º

Recolha e validação dos dados e resultados da observação

1 – Os dados de observação devem ser verificados no local da obra imediatamente a seguir à sua recolha, de modo a permitir a correção de erros de leitura ou a confirmação de valores aparentemente anómalos.

2 – Dispondo-se de meios informáticos no local, deve proceder-se à validação de dados e resultados, de acordo com critérios adequados aos meios de análise disponíveis.

3 – O RSB recomenda a automatização da recolha, transmissão, validação e tratamento dos dados para as barragens das classes I e II, podendo essa automatização ser imposta pela Autoridade.

4 – A automatização das atividades referidas no número anterior não dispensa a realização de leituras pelos agentes encarregados da exploração do sistema, podendo, nesta fase, a respetiva frequência ser diminuída com base na fiabilidade e eficiência das leituras automatizadas.

Artigo 25.º

Arquivo dos dados da observação

1 – O dono da obra deve promover, desde o início da recolha dos dados da observação, a constituição de um arquivo desses dados.

2 – Nas obras em que se verifica intervenção do LNEC os dados da observação devem ser enviados a este organismo, em suporte informático, imediatamente após a sua obtenção.

3 – Para as barragens das classes I e II é recomendável que os dados da observação sejam arquivados em papel e suporte informático.

4 – Nos casos em que o dono da obra opte por um arquivo em suporte informático deve ser assegurada a realização de cópias de segurança com periodicidade adequada e, de preferência, mantidas em local distinto, para obviar à ocorrência de eventuais perdas irrecuperáveis de grandes quantidades de informação.

Artigo 26.º

Análise e interpretação dos resultados

1 – A análise e interpretação dos resultados visam essencialmente:

- a) A avaliação da segurança das diferentes estruturas que se vão materializando ao longo da construção;
- b) O ajustamento de métodos e processos construtivos;
- c) A determinação de características dos materiais da fundação e da barragem;
- d) A avaliação da resposta da barragem a ações associadas à construção, nomeadamente do peso próprio, de pressões intersticiais, da injeção de juntas ou fendas, do tratamento das fundações e de pré-esforço;
- e) A definição das características estruturais e do estado de tensão instalado na barragem no final da construção;
- f) A calibração dos modelos das ações e estruturais ou conjuntos.

2 – Durante a construção devem ser elaborados relatórios com a periodicidade especificada no plano de observação, nos quais, além da análise e interpretação dos resultados dos pontos de vista mencionados no número anterior, deve também constar a situação em que se encontra a instalação do sistema de observação.

Artigo 27.º

Elementos a incluir no livro e arquivo técnicos

1 – Os elementos relativos às atividades de observação e inspeção a incluir no livro técnico da obra são, entre outros elementos com interesse do ponto de vista de segurança:

- a) Atas das inspeções conduzidas pela Autoridade;
- b) Relatos sucintos referidos no n.º 5 do artigo 23.º;
- c) Relatos sucintos sobre eventuais comportamentos anómalos detetados pelas inspeções visuais ou pela análise dos dados e resultados da observação;
- d) Sínteses dos documentos com as conclusões das inspeções visuais de especialidade e de carácter excecional.

2 – Os elementos relativos às atividades de observação e inspeção a incluir no arquivo técnico da obra relativo à construção estão previstos no artigo 26.º do RSB.

CAPÍTULO V

FASE DE PRIMEIRO ENCHIMENTO

Artigo 28.º

Aspetos gerais

- 1 – No RSB são definidos os objetivos do controlo de segurança durante a fase do primeiro enchimento (artigo 28.º) e aspetos relativos ao plano (artigo 29.º) e à inspeção prévia ao primeiro enchimento (artigo 30.º), ao controlo de segurança estrutural (artigo 31.º) e à inspeção após o primeiro enchimento (artigo 32.º).
- 2 – O RSB inclui ainda disposições relativas à comunicação de informações à Autoridade e ao LNEC.
- 3 – No final da fase de primeiro enchimento pode justificar-se a atualização do plano de observação.

Artigo 29.º

Plano de primeiro enchimento

- 1 – A elaboração do plano de primeiro enchimento, a submeter a aprovação da Autoridade, deve ser promovida pelo dono da obra com suficiente antecedência relativamente à data prevista para o início do enchimento.
- 2 – Nos casos em que se verifica a intervenção do LNEC, o plano de primeiro enchimento deve ser revisto por este organismo, antes de ser submetido a aprovação da Autoridade.
- 3 – O plano de primeiro enchimento deve desenvolver-se segundo as orientações propostas no plano de observação e conter indicações sobre:
 - a) A inspeção visual;
 - b) A seleção das grandezas a observar, destinadas a um controlo expedito de segurança;
 - c) A frequência de recolha de dados, em função do programa de enchimento da albufeira;
 - d) Os patamares de enchimento, quando se justifique, correspondendo a cada patamar uma inspeção e avaliação das condições de segurança;
 - e) Os modelos de comportamento, para avaliação da segurança estrutural;
 - f) A verificação da operacionalidade dos órgãos de segurança e exploração.
- 4 – O plano de primeiro enchimento deve ainda tomar em consideração eventuais alterações, recomendações ou outras informações entretanto recolhidas, tais como:
 - a) A situação da barragem e da sua fundação na época prevista para o início do enchimento, nomeadamente se está concluída ou ainda em fase de construção, bem como o estado do tratamento da fundação e das juntas de contração;
 - b) A evolução prevista para os níveis da água na albufeira;

- c) A situação e a operacionalidade do sistema de observação instalado;
- d) As informações relativas ao comportamento da obra e à sua segurança, obtidas durante a fase de construção.

5 – O controlo expedito de segurança referido na alínea b) do n.º 3 deve permitir a avaliação das condições de segurança e funcionalidade da obra, no decurso do enchimento.

6 – As frequências de observação das grandezas e das inspeções visuais devem ser as indicadas nos quadros IV e V.

7 – O dono de obra deve promover uma adequada exploração da albufeira, de modo a garantir o cumprimento do plano de primeiro enchimento.

Artigo 30.º

Inspeção prévia ao primeiro enchimento

1 – A inspeção prévia ao primeiro enchimento é uma inspeção conduzida pela Autoridade, na presença do técnico responsável pela exploração, com a participação dos serviços de proteção civil nas obras da classe I e do LNEC nas obras em que tem intervenção e ainda, eventualmente, de outros intervenientes no controlo de segurança.

2 – A inspeção prévia tem por objetivo verificar se é possível dar início ao enchimento, face ao estado da obra e à operacionalidade dos dispositivos de fecho do rio e dos equipamentos dos órgãos de segurança e exploração, bem como ao cumprimento das disposições do plano de observação e do planeamento de emergência, nomeadamente:

- a) A verificação da operacionalidade do sistema de observação e dos procedimentos e esquema de comunicações previstos no n.º 1 do artigo 16.º;
- b) A verificação da operacionalidade dos sistemas de aviso e alerta, pelos serviços de proteção civil, para as barragens da classe I.

3 – A inspeção prévia pode ter lugar:

- a) Antes da conclusão da construção, quando, sem pôr em causa a segurança e funcionalidade da obra, seja possível promover um enchimento parcial da albufeira;
- b) Em simultâneo com a inspeção final da construção;
- c) Após o final da construção, em resultado da indisponibilidade de documentos, tais como o plano de emergência interno, ou da necessidade de execução de obras, quer na zona da albufeira quer imediatamente a jusante da barragem.

4 – Para apoio da inspeção prévia, o dono de obra facultará à Autoridade os elementos do arquivo técnico da construção que esta lhe solicitar, com adequada antecedência.

5 – A inspeção prévia ao primeiro enchimento será registada em ata, assinada pelos intervenientes, que fará parte integrante do livro técnico da obra.

6 – Com base na inspeção prévia e nas informações já disponíveis sobre o comportamento da obra, a Autoridade decidirá sobre o início do enchimento, nos termos do n.º 5 do artigo 30.º do RSB.

Artigo 31.º

Exploração do sistema de observação

1 – A exploração do sistema de observação nesta fase da vida da obra deve respeitar as disposições dos n.ºs 1, 2 e 3 do artigo 24.º.

2 – Tal como disposto no n.º 4 do artigo 24.º, a automatização das atividades não dispensa a realização de leituras pelos agentes encarregados da exploração do sistema, e a respetiva frequência não deve ser diminuída com base na eficiência e fiabilidade das leituras automatizadas, dado que o primeiro enchimento configura a fase mais crítica da vida da obra do ponto de vista do risco envolvido.

Artigo 32.º

Comunicação de informações

Durante o primeiro enchimento, deve o dono de obra:

- a) Informar a Autoridade sobre a forma como decorre o enchimento, bem como a previsão da sua evolução;
- b) Comunicar ao LNEC em tempo útil, nas obras em que tem intervenção, a evolução dos níveis da albufeira e enviar os dados da exploração do sistema de observação em suporte informático, imediatamente após a sua obtenção;
- c) Comunicar à Autoridade, e ao LNEC nas obras em que tem intervenção, bem como aos serviços de proteção civil definidos no planeamento de emergência, eventuais ocorrências excecionais e circunstâncias anómalas.

Artigo 33.º

Análise do comportamento e avaliação da segurança

1 – A análise do comportamento e avaliação das condições de segurança são efetuadas com base nas inspeções visuais e nos resultados da observação, de modo adequado à especificidade do primeiro enchimento e às características das barragens.

2 – Nos casos em que são previstos patamares, a manutenção do nível da água na albufeira às respetivas cotas, nas condições permitidas pelas afluências e pela capacidade dos órgãos de descarga ou outros condicionalismos, deve possibilitar a realização de todas as observações planeadas, a conseqüente análise do comportamento e a avaliação das condições de segurança.

3 – A aprovação da Autoridade relativa ao prosseguimento do enchimento após cada patamar, cuja necessidade decorre do n.º 2 do artigo 31.º do RSB, é condicionada pela apresentação do parecer previsto no n.º 3 do mesmo artigo.

4 – O dono da obra ou o LNEC nas obras em que tem intervenção devem manter informada a Autoridade sobre o comportamento e segurança da barragem e, sempre que ocorram situações anómalas, informar imediatamente a Autoridade e os serviços de proteção civil definidos no planeamento de emergência, formalizando posteriormente essas informações.

5 – Nas barragens da classe I devem ser previstas equipas locais para exploração do sistema de observação sempre que a Autoridade o considere necessário.

Artigo 34.º

Relatório final de primeiro enchimento

1 – Após a conclusão do enchimento da albufeira, o dono de obra deve promover a elaboração de um relatório final do comportamento da obra durante o primeiro enchimento, o qual compete ao LNEC, nas obras em que tem intervenção, e aos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança, nas restantes obras.

2 – O relatório final de primeiro enchimento, para além de outros aspetos de interesse para o controlo de segurança estrutural, deve incluir avaliações relativas:

- a) Às condições de segurança da obra, em confronto com as previsões do projeto;
- b) À eficácia do sistema de observação para o controlo de segurança na fase de exploração, pormenorizando adequadamente o seu eventual reforço;
- c) À conformidade das especificações previstas no plano de observação com os objetivos do controlo de segurança preconizado para a exploração, designadamente as especificações relativas à frequência da recolha de dados e às inspeções visuais;
- d) À conformidade dos modelos estruturais e das ações ou conjuntos com o comportamento observado, bem como as eventuais alterações que devam ser introduzidas nesses modelos.

Artigo 35.º

Livro e arquivo técnicos da obra

1 – Os elementos a incluir no livro técnico da obra, relativos às atividades de observação e inspeção na fase de primeiro enchimento, entre outros com interesse do ponto de vista de segurança, são os seguintes:

- a) Atas das inspeções conduzidas pela Autoridade, nomeadamente da inspeção prévia ao primeiro enchimento, das inspeções realizadas durante os patamares de enchimento e da inspeção após o primeiro enchimento;

- b) Sínteses dos relatórios das inspeções visuais de especialidade que não tenham sido conduzidas pela Autoridade;
- c) Sínteses dos relatórios das inspeções de carácter excepcional;
- d) Relatos sucintos sobre eventuais comportamentos anómalos detetados pelas inspeções visuais ou pela análise dos dados e resultados da observação.

2 – O dono de obra deve organizar e manter atualizado o arquivo técnico, com base no arquivo técnico da construção, incluindo nele uma lista dos documentos mais relevantes relativos à observação e inspeção da obra durante o primeiro enchimento, bem como a atualização do arquivo de dados da observação.

Artigo 36.º

Atualização do plano de observação

1 – Os autores do relatório final poderão propor a atualização do plano de observação, com base nas avaliações efetuadas nesse relatório, e incluindo nomeadamente:

- a) O planeamento do eventual reforço do sistema de observação, com a respectiva pormenorização e calendarização;
- b) A adequação das especificações previstas no plano de observação para a fase de exploração, designadamente em termos da frequência da recolha de dados e das inspeções visuais;
- c) Os modelos de comportamento a utilizar na fase de exploração, calibrados em função do comportamento observado durante o primeiro enchimento.

2 – A atualização do plano de observação pode ainda ter em conta outros aspetos, tais como:

- a) Os procedimentos utilizados na recolha e no processamento de dados;
- b) Os procedimentos e esquemas de comunicação previstos na alínea c) do artigo 20.º do RSB;
- c) A necessidade de requalificação técnica dos agentes encarregados da exploração do sistema de observação no local da obra, de modo a assegurar a qualidade dessa exploração.

3 – A atualização do plano de observação deve ser submetida a aprovação da Autoridade.

CAPÍTULO VI FASE DE EXPLORAÇÃO

Artigo 37.º

Aspetos gerais

1 – No RSB estão definidos os objetivos do controlo de segurança durante a fase de exploração (artigo 33.º), bem como aspetos relativos ao livro técnico da obra (artigo 35.º), ao controlo da segurança estrutural em condições normais (artigo 36.º) e durante esvaziamentos rápidos (artigo

37.º), às inspeções (artigo 40.º), às medidas a tomar no caso de ocorrências excecionais e circunstâncias anómalas (artigo 41.º) e ao arquivo técnico da obra (artigo 42.º).

2 – O RSB inclui ainda disposições relativas à comunicação de informações à Autoridade e ao LNEC, assim como à atualização do plano de observação.

3 – Na fase de exploração, a observação e inspeção das obras ao longo do tempo permite acumular informação do maior interesse, quer para a calibração dos modelos de comportamento em condições de exploração normal quer para avaliação da eficácia e eficiência do controlo de segurança, nomeadamente se incluída num arquivo informático de dados, tal como disposto para as barragens das classes I e II.

4 – A observação e inspeção das obras durante e após ocorrências excecionais, tais como cheias e sismos, permite complementar a informação referida no número anterior, quer em relação aos modelos de comportamento quer em relação ao controlo de segurança.

Artigo 38.º

Exploração do sistema de observação

1 – Na exploração do sistema de observação nesta fase da vida da obra aplicam-se as disposições dos n.ºs 1, 2 e 3 do artigo 24.º.

2 – Tal como referido no n.º 4 do artigo 24.º, a automatização das atividades não dispensa a realização de leituras pelos agentes encarregados da exploração do sistema, mas a diminuição da respetiva frequência pode ser proposta à Autoridade, com base na eficiência e fiabilidade das leituras automatizadas.

Artigo 39.º

Controlo de segurança estrutural durante esvaziamentos rápidos que possam dar origem a situações de risco elevado ou significativo

1 – O controlo de segurança estrutural no caso de esvaziamentos rápidos das albufeiras não previstos nas regras de exploração, que possam originar situações de risco elevado ou significativo para as respetivas encostas e para as barragens de aterro em que a impermeabilização é assegurada por elementos constituídos por solos compactados, deve ser convenientemente ajustado por intermédio de um plano específico para este período.

2 – O dono de obra deve submeter a aprovação da Autoridade o plano específico referido no número anterior, após prévia revisão do LNEC nas obras em que tem intervenção.

3 – Após um esvaziamento rápido efetuado nas condições previstas nos números anteriores, o dono de obra deve promover a elaboração de um relatório sobre o comportamento da barragem, de que será dado conhecimento à Autoridade, a elaborar pelo LNEC nas obras em que tem

intervenção e pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança nas restantes obras.

Artigo 40.º Inspeções visuais

1 – As inspeções visuais durante a fase de exploração devem respeitar as disposições gerais indicadas no artigo 11.º, bem como as disposições específicas relativas a cada um dos tipos que se indicam nos números seguintes.

2 – As inspeções visuais de rotina devem:

- a) Ser efetuadas pelos agentes encarregados da exploração do sistema de observação, com a frequência indicada nos quadros IV e V, e ser conduzidas, pelo menos uma vez por ano, pelo técnico responsável pela exploração;
- b) Ter por base uma lista, referindo as zonas da obra e os aspetos a ter em especial consideração, nomeadamente no coroamento, nos encontros, na parte emersa do paramento de montante, no paramento de jusante, nas galerias, nos órgãos de segurança e exploração, nos maciços de fundação e nas encostas, a montante e a jusante da barragem, bem como o estado de conservação e manutenção dos dispositivos de observação e dos respetivos aparelhos de leitura;
- c) Os seus resultados ser transmitidos imediatamente ao técnico responsável pela exploração, o qual, caso tenham sido detetadas deteriorações ou verificada evolução de anomalias anteriormente observadas, julgará da sua importância e agirá em conformidade;
- d) Dar origem a um relato sintético, elaborado pelo técnico responsável pela exploração, referindo as deteriorações e anomalias referidas na alínea anterior ou a não alteração da situação anteriormente reportada, que será registado no livro técnico da obra juntamente com a lista referida na alínea b).

3 – As inspeções visuais de especialidade devem:

- a) Ser conduzidas pela Autoridade ou asseguradas pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança, com a frequência indicada nos quadros IV e V, e contar com a participação do técnico responsável pela exploração e dos agentes encarregados da exploração do sistema de observação;
- b) Ter por base uma lista semelhante à referida na alínea b) do n.º 2, que tenha em conta a especialização envolvida neste tipo de inspeções;
- c) Ser comunicadas imediatamente à Autoridade, e também ao LNEC nas obras em que tem intervenção, novas deteriorações ou a evolução de anomalias anteriormente observadas, bem como elaborado relatório relativo a essas deteriorações ou anomalias, pelos responsáveis pela inspeção, a enviar às entidades acima referidas no caso de inspeções em que não tenham participado;

- d) Ser registadas no livro técnico da obra, no final de cada inspeção, assim como uma síntese do relatório mencionado na alínea anterior;
- e) Ser integradas, com referência aos seus principais resultados, nos relatórios de análise de comportamento e avaliação de segurança.

4 – As inspeções visuais de carácter excecional devem:

- a) Ser realizadas na sequência de ocorrências excecionais ou de circunstâncias anómalas, tais como sismos, cheias, rotura de barragens a montante, queda de taludes para o interior da albufeira envolvendo grandes massas, subsidência de terrenos ou sempre que os valores das grandezas em observação excedam significativamente os previstos;
- b) Ser precedidas por inspeções de carácter expedito, realizadas pelo técnico responsável pela exploração, em colaboração com os agentes responsáveis pela exploração do sistema de observação, às quais se devem seguir, no mais curto prazo possível, inspeções conduzidas pela Autoridade, com a colaboração dos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança;
- c) Ter em consideração o disposto no artigo 41.º do RSB, bem como nos artigos deste Documento Técnico relativos a ocorrências excecionais e circunstâncias anómalas, nomeadamente associadas a cheias, sismos ou erosões provocadas por descargas.

Artigo 41.º

Comunicação de informações

O dono de obra deve comunicar:

- a) À Autoridade, e ao LNEC nas obras em que tem intervenção, bem como, para as barragens de classe I, aos serviços de proteção civil mencionados no plano de emergência interno, eventuais ocorrências excecionais ou circunstâncias anómalas, nomeadamente no caso de cheias, sismos ou erosões provocadas por descargas;
- b) Ao LNEC nas obras em que tem intervenção, em tempo útil, a evolução dos níveis da albufeira, assim como proceder ao envio dos dados da exploração do sistema de observação imediatamente após a sua obtenção, em suporte informático.

Artigo 42.º

Inspeções regulamentares

As inspeções regulamentares devem ser efetuadas:

- a) Periodicamente ou quando for considerado oportuno, tal como previsto no artigo 40.º do RSB, de acordo com as disposições do n.º 3 do artigo 40.º.
- b) Na sequência de ocorrências excecionais ou de circunstâncias anómalas, tal como indicado no n.º 2 do artigo 41.º do RSB, de acordo com as disposições do n.º 4 do artigo 40.º.

Artigo 43.º

Análise do comportamento e avaliação da segurança

1 – A análise do comportamento e avaliação da segurança da barragem, a que se refere o n.º 3 do artigo 36.º do RSB, deve ser efetuada mediante:

- a) A análise dos dados e resultados da observação, tendo em consideração os valores limites dos parâmetros definidores do comportamento da obra, que não devem ser ultrapassados em condições normais de exploração;
- b) O confronto dos resultados com os obtidos em épocas anteriores, bem como com os valores previstos pelos modelos de comportamento;
- c) A correlação dos resultados das observações relativas às ações, às propriedades estruturais e aos efeitos, por intermédio dos modelos, e a avaliação das condições de segurança, nomeadamente após cada inspeção visual de especialidade.

2 – As análises dos dados e dos resultados referidas nas alíneas a) e b) do número anterior devem ser efetuadas de preferência no local da obra, de modo tanto quanto possível automatizado para as barragens das classes I e II, utilizando rotinas de validação.

3 – No caso das atividades referidas na alínea c) do n.º 1 evidenciarem desadequação dos modelos, quer no final do primeiro período de exploração normal quer no período posterior, após cinco inspeções visuais de especialidade, deve proceder-se à reformulação dos modelos e à consequente reavaliação das condições de segurança da obra, bem como à definição dos novos parâmetros definidores do seu comportamento normal.

4 – A Autoridade deve ser informada da ocorrência de qualquer anomalia de comportamento.

5 – Devem ser elaborados relatórios sobre o comportamento da barragem com a frequência prevista no plano de observação, recomendando-se o esquema geral seguinte:

- a) Um relatório após as inspeções visuais de especialidade em que tenham sido detetadas deteriorações ou anomalias significativas, a elaborar pelos responsáveis pela inspeção, tal como disposto na alínea c) do n.º 2 do artigo 40.º;
- b) Um relatório que integre as observações efetuadas durante o primeiro período de exploração, cuja elaboração compete aos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança;
- c) Um relatório que integre as observações efetuadas após cada conjunto de cinco inspeções visuais de especialidade realizadas no período posterior da fase de exploração, a elaborar pelos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança e a submeter a apreciação do LNEC nas obras em que este organismo tem intervenção e não elaborou o relatório.

6 – Os relatórios referidos nas alíneas b) e c) do número anterior devem incluir a eventual reformulação dos modelos e a determinação dos parâmetros definidores do comportamento da obra, assim como as eventuais propostas de adaptação do plano de observação.

Artigo 44.º

Manutenção do sistema de observação

- 1 – A manutenção do sistema de observação, a realizar de forma sistemática para assegurar o bom funcionamento deste sistema, compete aos agentes encarregados da sua exploração, de acordo com as instruções e sob a orientação do técnico responsável pela exploração.
- 2 – As instruções referidas no número anterior devem incluir, sempre que se justifique, operações de manutenção especiais a realizar por pessoal com qualificação adequada.
- 3 – A manutenção deve ser mantida independentemente da frequência das leituras.
- 4 – A manutenção do sistema de observação deve também ser avaliada nas inspeções de especialidade e constar do respetivo relatório.

Artigo 45.º

Arquivo informático dos dados de observação

- 1 – O dono de obra deve manter atualizado o arquivo de dados da observação, tal como previsto na alínea c) do n.º 4 do artigo 10.º do RSB, e disponibilizar ao LNEC os elementos relativos às obras em que tem intervenção, para a constituição neste organismo de um arquivo informático de dados, de acordo com a alínea c) do artigo 7.º do RSB.
- 2 – Nas obras em que o LNEC tem intervenção e em que o dono de obra tenha constituído um arquivo informático próprio, a transmissão dos dados da observação para o LNEC e o respetivo processamento e validação devem ser realizadas de modo a otimizar procedimentos e custos.
- 3 – O acesso, por entidades exteriores, ao arquivo informático dos dados de observação de barragens é reservado à Autoridade, ao dono de obra e aos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação da segurança.

Artigo 46.º

Atualizações do plano de observação

- 1 – As atualizações do plano de observação devem ser realizadas, de acordo com as disposições gerais referidas no artigo 8.º, quando a Autoridade o considere necessário, assim como na sequência das inspeções regulamentares que devem ser realizadas no caso de ocorrências excecionais ou circunstâncias anómalas, previstas no n.º 2 do artigo 41.º do RSB.
- 2 – As atualizações do plano de observação podem resultar das análises do comportamento e avaliação da segurança referidas no artigo 43.º, assim como de aspetos relativos ao controlo de segurança, nomeadamente:

- a) Avaria de dispositivos de observação considerados essenciais para o controlo de segurança e que possam ser substituídos;
- b) Modificação dos procedimentos relativos à recolha e processamento de dados, tais como os que resultam da automatização, parcial ou total, de um sistema até então explorado exclusivamente por meios humanos;
- c) Substituição, parcial ou total, dos procedimentos e esquemas de comunicação previstos na alínea c) do artigo 20.º do RSB;
- d) Alteração das qualificações técnicas dos agentes encarregados da exploração do sistema de observação no local da obra.

Artigo 47.º

Livro e arquivo técnicos da obra

1 – Os elementos relativos às atividades de observação e inspeção na fase de exploração a incluir no livro técnico da obra são, nomeadamente:

- a) As atas das inspeções regulamentares previstas nos artigos 40.º e 42.º, assim como no n.º 2 do artigo 41.º do RSB;
- b) Sínteses dos relatórios das inspeções visuais de especialidade e dos relatórios das inspeções de carácter excecional;
- c) Relatos sucintos sobre eventuais comportamentos anómalos detetados pelas inspeções visuais ou pela análise dos dados e resultados da observação;
- d) Aspectos essenciais das atualizações do plano de observação.

2 – Compete ao dono de obra organizar e manter atualizado o arquivo técnico, incluindo nomeadamente todos os documentos relativos às atividades de observação e inspeção elaborados na fase de exploração, bem como os dados da observação, devidamente classificados.

Artigo 48.º

Cheias e sismos

1 – As grandes cheias podem originar acidentes por galgamento das barragens, por vezes associados a obstruções ao escoamento provocadas por materiais transportados pela água, assim como a importantes erosões a jusante das barragens e deterioração dos órgãos de segurança e exploração, nomeadamente por subpressões, abrasão e cavitação, devendo o dono de obra, no caso de risco iminente de galgamento, avisar de imediato a Autoridade e os serviços de proteção civil definidos no planeamento de emergência e assegurar uma vigilância contínua da obra.

2 – Os grandes sismos, naturais ou induzidos pelo enchimento das albufeiras, podem também originar deteriorações nas barragens.

3 – Após a ocorrência de um galgamento, na sequência de uma cheia superior à cheia de projeto ou de um sismo superior ao sismo máximo de projeto, ou ainda no caso de cheias ou sismos que tenham provocado deteriorações, o técnico responsável pela exploração deve:

- a) Efetuar inspeções visuais expeditas, com a colaboração dos agentes encarregados da exploração do sistema de observação, de modo a recolher informações que contribuam para avaliar as condições de segurança e o prosseguimento da exploração, bem como a necessidade de medidas imediatas;
- b) Analisar os resultados da observação disponíveis;
- c) Aumentar a frequência das observações que podem ser realizadas em condições de segurança, o que será facilitado pela existência de um sistema de recolha automática, e que, no caso do sismo, se deve manter pelo menos nos 15 dias imediatos;
- d) Acionar os procedimentos e esquema de comunicação previstos no artigo 16.º;
- e) Comunicar à Autoridade os resultados da avaliação das condições de segurança da barragem.

4 – Compete ao dono de obra promover a elaboração de um relatório circunstanciado sobre o comportamento estrutural da barragem durante a ocorrência de grandes cheias e sismos, referindo os seus efeitos sobre a segurança da obra, as eventuais medidas corretivas empreendidas e, ainda, a eventual necessidade de atualização do plano de observação, tendo em consideração os resultados da inspeção regulamentar prevista no n.º 2 do artigo 41.º do RSB.

Artigo 49.º

Inspeções visuais após a ocorrência de cheias e sismos

1 – Do ponto de vista do controlo de segurança estrutural e hidráulico-operacional são zonas a inspecionar:

- a) O coroamento, o paramento de jusante, os encontros e a parte emersa do paramento de montante, verificando a ocorrência de erosões, fissuras, assentamentos, saídas de água e destruição ou deterioração de equipamentos existentes;
- b) Os maciços de fundação e as encostas na vizinhança da barragem, a montante e a jusante, verificando a ocorrência de erosões, fissuras, ressurgências, deslizamentos e quedas de blocos, assim como a destruição ou deterioração de equipamentos existentes;
- c) Os drenos e as zonas de saída de água de percolação, verificando variações de caudais ou de turvação;
- d) As galerias e as condutas, verificando a ocorrência de deteriorações e o aparecimento de materiais finos, areias ou fragmentos de betão ou rocha.

2 – Devem também ser objeto de inspeção:

- a) Os órgãos de segurança e exploração, verificando a ocorrência de obstruções e de erosões a jusante, de deterioração provocada por subpressões, cavitação ou abrasão, e a operacionalidade de comportas e válvulas ou modificações do seu posicionamento;

- b) As centrais, quando situadas em locais afetados pelo galgamento, verificando a ocorrência de fissuras e a perturbação do funcionamento dos grupos geradores;
- c) Os transformadores e os equipamentos de proteção e saída de linhas, quando situados em locais afetados pelo galgamento;
- d) Os grupos e equipamentos de emergência, verificando o seu funcionamento.

3 – As inspeções referidas nos n.ºs 1 e 2 devem ser seguidas da elaboração de um relatório com a análise do comportamento e avaliação da segurança da barragem na sequência das ocorrências que as originaram.

Artigo 50.º

Outras ocorrências excepcionais ou circunstâncias anómalas

No caso de outras ocorrências excepcionais, tais como rotura de barragens na mesma região, escorregamento de taludes para o interior da albufeira envolvendo grandes massas, deslocamentos das encostas em secções vizinhas da barragem e subsidência de terrenos, bem como comportamentos anómalos, devem ser adotadas as disposições que constam do artigo 41.º do RSB e, nomeadamente, os procedimentos indicados nos artigos 48.º e 49.º, sem prejuízo de outros que se afigurem apropriados.

CAPÍTULO VII

FASE DE ABANDONO E DEMOLIÇÃO

Artigo 51.º

Aspetos gerais

No Capítulo II do RSB estão indicadas as disposições a adotar nos casos de abandono e demolição de barragens, designadamente nos artigos 43.º (Aspetos gerais) e 44.º (Projeto de abandono).

Artigo 52.º

Controlo de segurança das estruturas que permanecem

1 – O projeto de abandono deve incluir uma proposta para o controlo de segurança das estruturas que permanecem, de acordo com a alínea d) do n.º 2 do artigo 44.º do RSB, com indicações sobre as inspeções visuais a efetuar, as respetivas frequências e o tipo e forma de apresentação dos correspondentes relatórios.

2 – Quando se justifique, a proposta referida no número anterior deve também incluir indicações sobre os dispositivos de observação que se mantêm em função e a respetiva frequência das leituras.

3 – A análise dos resultados da observação das estruturas que permanecem deve ter em consideração os estudos de estabilidade apresentados no projeto de abandono e, caso indiquem situações de risco, deve de imediato ser informada a Autoridade

Quadro I – Factores de avaliação do risco

	Associados a factores exteriores ou ambientais (E)					Associados à barragem - vulnerabilidade (V)				Dano potencial (D) (Classe)
	Sismicidade	Condições geológicas e geotécnicas	Cheia de projecto	Gestão da albufeira	Acções agressivas (clima, água, etc.)	Projecto e construção	Fundações	Órgãos de descarga	Conservação e manutenção	
	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	
1	Mínima $\beta < 0,05g$)	Muito boas	Mínima ($\delta < 5\%$)	Plurianual, anual ou sazonal	Mínimas	Adequado	Muito boas	Fiáveis (descarregadores sem comportas ou sem possível afogamento)	Muito boa	Classe III
2	Baixa ($0,05g < \beta < 0,1g$)	Boas	Baixa ($5 < \delta < 15\%$) (barragens de betão)	Semanal	Fracas	—	Boas	Fiáveis (descarregadores com comportas ou com possível afogamento)	Boa	Classe II (sem residentes)
3	Média ($0,1g < \beta < 0,2g$)	Aceitáveis	Baixa ($5 < \delta < 10\%$) (barragens de aterro)	Diária e bombagem	Médias	Aceitável	Aceitáveis	—	Satisfatória	Classe II (com residentes)
4	Forte ($0,2g < \beta < 0,4g$)	—	Média ($15 < \delta < 25\%$) (barragens de betão)	—	Fortes	—	—	—	—	Classe I (com PEI)
5	Muito forte $\beta > 0,4g$	Medíocres	Média ($10 < \delta < 20\%$) (barragens de aterro)	—	Muito fortes	—	Medíocres	—	—	—
6 ^(a)	—	Medíocres a más	Elevada	—	—	Inadequado	Medíocres a más	Insuficientes ou não operacionais	Insatisfatória	Classe I (sem PEI)

(a) Condições anormais – intervenção técnica indispensável

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i \quad V = \frac{1}{4} \sum_{i=6}^9 \alpha_i \quad D = \alpha_{10} \quad \text{Índice global de risco } \alpha_g = E V D$$

δ – Redução percentual da folga decorrente do amortecimento da cheia de projecto revista (folga: diferença entre a cota do coroamento e o nível de máxima cheia)
 β – Aceleração máxima correspondente ao sismo máximo de projecto

Quadro II – Grandezas a observar em barragens de betão

Altura da barragem (m)	Deslocamentos	Movimentos de juntas e fissuras	Temperatura no betão	Tensões ou deformações	Caudais infiltrados	Subpressões	Nível da água na albufera	Precipitação e temperatura	Sismologia
<15	(X) ^(a) ($\alpha_g > 20$ ou $D \geq 3$)	X ($\alpha_g > 30$ ou $D \geq 3$)	—	—	X Caudal total ($\alpha_g > 10$ ou $D \geq 3$)	(X) ($\alpha_g > 15$)	X	—	—
15 a 30	X ($\alpha_g > 20$ ou $D \geq 3$)	X ($\alpha_g > 20$)	—	—	X Caudal total	X	X	X	X ($\alpha_1 = 5$)
30 a 50	X	X	(X)	(X)	X Caudais parciais	X	X	X	X ($\alpha_1 \geq 4$)
50 a 100	X	X	X	X	X Caudais parciais	X	X	X	X ($\alpha_1 \geq 3$)
> 100	X	X	X	X	X Caudais parciais	X	X	X	X

X – Dispositivo recomendável

(X) – Dispositivo opcional

(a) – Nivelamento

Quadro III – Grandezas a observar em barragens de aterro

Altura da barragem (m)	Deslocamentos		Tensões totais	Caudais infiltrados	Tensões neutras		Nível da água na albufeira	Precipitação atmosférica	Sismologia
	Superficiais	Internos			Piezómetros	Piezómetros sem fluxo			
<15	X ^(a) ($\alpha_g > 15$ ou $D > 3$)	—	—	X Caudal total ($\alpha_g > 10$ ou $D \geq 3$)	X ($\alpha_g > 25$ ou $D \geq 3$)	—	X	—	—
15 a 30	X ($\alpha_g > 10$ ou $D \geq 3$)	X ($\alpha_g > 25$)	—	X Caudal total	X	X ($\alpha_1 \geq 5$)	X	(X)	X ($\alpha_1 = 5$)
30 a 50	X	X ($D > 3$)	(X)	X Caudais parciais ($D \geq 3$)	X	X ($\alpha_1 \geq 4$)	X	X ($D \geq 3$)	X ($\alpha_1 \geq 4$)
50 a 100	X	X	X	X Caudais parciais	X	X	X	X	X ($\alpha_1 \geq 3$)
> 100	X	X	X	X Caudais parciais	X	X	X	X	X

X — Dispositivo recomendável

(X) — Dispositivo opcional

(a) – Nivelamento

Quadro IV – Frequências de observação recomendadas para barragens de betão

Altura (m)	Fase da vida		Deslocamentos			Movimentos de juntas		Movim. de fissuras	Temp. no betão	Tensões ou deform.	Caudais		Subp.	Inspeções visuais			Nível	Temp. amb.	Precip.			
			Geodésicos	Fios de prumo	Ext. de fund.	À superf.	No interior				Totais	Parciais		Rotina	Espec.	Excep.						
<15	Construção		–	–	–	q	–	q	–	–	–	–	–	s	3	4	–	–	d			
15 a 30			–	–	–	s	–	s	–	–	–	–	–	–	s	3	4	–	r	d		
30 a 50			–	–	1	s	s.2	s	s.2	s.2	–	–	–	–	s	M	4	–	r	d		
50 a 100			–	1	1	s	s.2	s	s.2	s.2	–	–	–	–	s	M	4	–	r	d		
>100			T	1	1	s	s.2	s	s.2	s.2	–	–	–	–	s	M	4	–	r	d		
<15	Primeiro enchimento		5	–	–	5 ou T	–	5 ou T	–	–	5 ou T	–	5 ou T	5 ou T	5	4	d	–	d			
15 a 30			6 ou A	6ou M	6ou M	6ou M	–	6ou M	–	–	6ou M	6ou M	6ou M	6ou M	6 ou A	4	d	r	d			
30 a 50			6 ou A	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou q	6 ou A	4	d	r	d			
50 a 100			6 ou S	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou S	4	r	r	d			
>100			6 ou T	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou 7	6 ou T	4	r	r	d			
<15	Explor.		1.º período			B	–	–	S	–	S	–	–	S	–	S	T	A	4	M	–	s
15 a 30						A	T	T	T	–	T	–	–	T	T	T	T	A	4	d	r	d
30 a 50						A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	4	d	r	d
50 a 100						S	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	M	A	4	r	r	d
>100						S	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	M	A	4	r	r	d
<15			Período posterior			Q	–	–	S	–	S	–	–	S	S	B	4	M	–	s		
15 a 30						B	T	T	T	–	T	–	–	T	T	T	S	B	4	d	r	d
30 a 50						B	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	T	B	4	d	r	d
50 a 100						A	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	T	A	4	r	r	d
>100						A	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	T	A	4	r	r	d

1 – Quando viável

2 – Programa especial após a colocação

3 – Início e fim da construção

4 – Após ocorrência excepcional

5 – Início e fim do enchimento

6 – Início, patamares e fim do enchimento

7 – Semanal a várias vezes por semana

r – Registo

d – Diário

s – Semanal

q – Quinzenal

M – Mensal

T – Trimestral

S – Semestral

A – Anual

B – Bial

Q – Quinquenal

Quadro V – Frequências de observação recomendadas para barragens de aterro

Altura (m)	Fase da vida		Deslocamentos		Tensões totais	Caudais		Tensões neutras		Inspeções visuais			Nível	Precip.
			Superfície	Interior		Totais	Parciais	Piez.	Piez. sem fluxo	Rotina	Espec.	Excep.		
<15	Construção		–	–	–	–	–	s	–	s	3	4	–	d
15 a 30			–	q	–	–	–	s	s	s	3	4	–	d
30 a 50			–	s	s	–	–	s	s	s	3	4	–	d
50 a 100			–	s	s	–	–	s	s	s	M	4	–	d
>100			T	s	s	–	–	s	s	s	M	4	–	d
<15	Primeiro enchimento		5	–	–	5 ou T	–	5 ou T	–	5 ou T	5	4	d	d
15 a 30			6 ou A	6 ou T	–	6 ou M	6 ou M	6 ou M	6 ou T	6 ou M	6 ou A	4	d	d
30 a 50			6 ou A	6 ou T	6 ou T	6 ou M	6 ou M	6 ou M	6 ou T	6 ou M	6 ou A	4	d	d
50 a 100			6 ou S	6 ou M	6 ou M	6 ou q	6 ou q	6 ou M	6 ou M	6 ou q	6 ou S	4	r	d
>100			6 ou T	6 ou M	6 ou M	6 ou s	6 ou s	6 ou s	6 ou M	6 ou s	6 ou T	4	r	d
<15	Explor.	1.º período	B	–	–	S	–	S	–	T	B	4	d	d
15 a 30			A	S	–	T	T	T	S	T	A	4	d	d
30 a 50			A	S	S	M	M	M	S	M	A	4	d	d
50 a 100			A	T	T	M	M	M	T	M	A	4	r	d
>100			S	T	T	q	q	q	T	q	S	4	r	d
<15		Período posterior	Q	–	–	S	–	S	–	T	B	4	d	d
15 a 30			B	S	–	T	T	T	S	T	B	4	d	d
30 a 50			B	S	S	M	M	T	S	M	A	4	d	d
50 a 100			A	T	T	M	M	M	T	M	A	4	r	d
>100			A	T	T	q	q	q	T	M	A	4	r	d

3 – A meio e no fim da construção

4 – Após ocorrência excepcional

5 – Início e fim do enchimento ou logo após esvaziamento rápido

6 – Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido

r – Registo

d – Diário

s – Semanal

q – Quinzenal

M – Mensal

T – Trimestral

S – Semestral

A – Anual

B – Bienal

Q – Quinquenal