

**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.**

**Portaria n.º 246/98**

de 21 de Abril

O Regulamento de Segurança de Barragens, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro, determina, com vista à sua boa execução, a elaboração de normas relativas ao projecto, à construção, à exploração e à observação e inspecção de barragens.

As Normas de Construção de Barragens dão cumprimento, na parte que lhes cabe, àquela disposição legal, estabelecendo os princípios gerais que devem orientar as actividades de construção de barragens que permitam realizar as obras, com base no projecto aprovado, de forma a garantir a sua qualidade e ainda as actividades de construção relativas a reforço, demolição e abandono de barragens.

Na elaboração destas Normas foram tidas em conta a experiência portuguesa e as orientações recentes definidas pelos organismos internacionais competentes.

Manda o Governo, pelos Ministros 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, ao abrigo do disposto no artigo 46.º do Regulamento de Segurança de Barragens, que integra o Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro, aprovar as Normas de Construção de Barragens, que se publicam em anexo à presente portaria e que dela fazem parte integrante.

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.

Assinada em 30 de Março de 1998.

O Ministro da Defesa Nacional, *José Veiga Simão*. — O Ministro da Administração Interna, *Jorge Paulo Sacadura Almeida Coelho*. — O Ministro do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, *João Cardona Gomes Cravinho*. — O Ministro da Economia, *Joaquim Augusto Nunes de Pina Moura*. — O Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, *Fernando Manuel Van-Zeller Gomes da Silva*. — A Ministra do Ambiente, *Elisa Maria da Costa Guimarães Ferreira*.

**ANEXO**

**NORMAS DE CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS**

**CAPÍTULO I**

**Introdução**

**Artigo 1.º**

**Objecto das Normas**

1 — As presentes Normas de Construção de Barragens (NCB) destinam-se a dar execução ao Regulamento

de Segurança de Barragens (RSB), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro, ao abrigo do disposto no seu artigo 46.º, e tem por objecto os princípios e critérios gerais que devem presidir à sua construção, por forma a garantir a segurança das obras.

2 — Por construção entende-se o conjunto de actividades que permitem realizar as obras, com base nos projectos aprovados, de tal forma que seja garantida a sua qualidade.

3 — Consideram-se também actividades de construção as relativas a reforço, demolição e abandono de barragens.

**Artigo 2.º**

**Âmbito de aplicação**

As presentes Normas aplicam-se às barragens abrangidas pelo artigo 2.º do RSB.

**CAPÍTULO II**

**Normas gerais**

**SECÇÃO I**

**Organização e controlo das actividades de construção**

**Artigo 3.º**

**Director técnico da obra**

1 — O director técnico da obra é o responsável pelas actividades de construção e pela coordenação, no local da obra, destas actividades com as de controlo de segurança.

2 — A sua designação é efectuada pelo dono da obra, que a submete a aprovação da Autoridade, nos termos do artigo 9.º do RSB.

3 — De acordo com o RSB, constituem obrigações do director técnico:

- a) Assegurar a execução da obra em conformidade com o projecto e caderno de encargos;
- b) Manter actualizado o livro técnico e, com base nos lançamentos nele efectuados, elaborar trimestralmente um boletim informativo resumindo as principais ocorrências, que enviará à Autoridade e ao dono da obra.

4 — Constituem ainda obrigações do director técnico:

- a) Promover que o autor do projecto seja informado de alterações que se tenham revelado necessárias na construção e acompanhá-lo nas suas visitas à obra;
- b) Participar nas visitas de inspecção efectuadas pela Autoridade e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), assinar as actas respectivas e lançá-las no livro técnico da obra;
- c) Organizar e manter actualizado o arquivo técnico da obra;
- d) Enviar mensalmente aos responsáveis pelo controlo de segurança um relato sucinto referindo as ocorrências significativas verificadas desde a elaboração do último relato;
- e) Tomar conhecimento de todos os documentos relativos ao controlo de segurança entrados e saídos do estaleiro.

**Artigo 4.º****Livro técnico da obra**

1 — O livro técnico da obra é paginado e selado pela Autoridade e nele são registadas as ocorrências com interesse do ponto de vista da segurança e é mantido actualizado pelo director técnico da obra.

2 — As entidades competentes para efectuar lançamentos no livro técnico da obra são a Autoridade, o LNEC, o autor do projecto, os consultores e o director técnico da obra.

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

- a) Actas das inspecções regulamentares;
- b) Informações sobre as deteriorações detectadas pelas inspecções visuais de rotina;
- c) Relatos sucintos de eventuais comportamentos anómalos;
- d) Informações sobre ocorrências não previstas no projecto que se revistam de interesse para o comportamento da obra, tais como as consequências de eventuais galgamentos, de avarias de equipamento, de alterações ao programa de trabalhos e de substituições de materiais referidos no caderno de encargos.

**Artigo 5.º****Arquivo técnico da obra**

1 — O arquivo técnico da obra é organizado de acordo com o estabelecido no artigo 25.º do RSB.

2 — Durante a fase de construção, o arquivo técnico deve estar localizado em instalações do estaleiro adequadas à sua utilização e boa conservação, sendo da responsabilidade do director técnico da obra mantê-lo permanentemente actualizado.

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

**Artigo 6.º****Fiscalização**

1 — A fiscalização da construção está a cargo da Autoridade e do dono da obra, que deve dispor de um corpo técnico responsável pela execução em conformidade com o projecto e caderno de encargos.

2 — O corpo técnico, a constituir de acordo com a importância da obra, actua sob orientação do director técnico.

3 — Constituem obrigações do corpo técnico responsável pela fiscalização:

- a) Acompanhar a construção para que seja garantida a sua qualidade;
- b) Assegurar a coordenação dos trabalhos de construção com os de observação do comportamento;
- c) Suspender qualquer trabalho que esteja a ser executado sem observância das prescrições legais e regulamentares do projecto e caderno de encargos.

4 — A fiscalização deve estar apta a possuir os meios para averiguar se os empreiteiros têm capacidade para

viabilizar alterações que proponham à programação contratual.

**Artigo 7.º****Controlo de segurança estrutural**

1 — O controlo de segurança estrutural tem por objectivo evitar situações que possam originar incidentes ou acidentes e minimizar os seus efeitos.

2 — O controlo de segurança estrutural é exercido:

- a) Pela Autoridade, através da fiscalização permanente da construção e da realização das inspecções regulamentares;
- b) Pelo LNEC, através do acompanhamento da execução do plano de observação;
- c) Pelo corpo técnico do dono da obra encarregado da fiscalização do cumprimento do projecto, caderno de encargos, plano de observação e Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB).

3 — Por forma que o controlo de segurança estrutural não prejudique o ritmo de construção, o dono da obra deve assegurar que:

- a) O programa de trabalhos contemple a colocação da aparelhagem de observação;
- b) O empreiteiro da obra colabore na instalação e manutenção do sistema de observação, facilite a sua exploração e seja responsabilizado pelos atrasos que cause no cumprimento do programa de trabalhos e pelas avarias dos equipamentos de observação;
- c) A aquisição dos equipamentos e dispositivos de observação seja efectuada com a antecedência suficiente.

4 — O dono da obra, para garantir as verificações e a colocação e exploração do sistema de observação, deve dispor de:

- a) Instalações apropriadas para a realização de ensaios, manutenção e armazenagem dos equipamentos de observação a colocar;
- b) Acessos que permitam a circulação em condições de segurança em todos os locais em que haja instalação ou leitura de aparelhagem durante o período de construção;
- c) Iluminação que possibilite a realização das leituras da aparelhagem de observação e a inspecção visual das superfícies expostas da obra;
- d) Meios humanos e técnicos necessários à recolha, tratamento, transmissão e arquivo da informação.

**Artigo 8.º****Segurança no trabalho**

1 — A segurança no trabalho tem por objectivo reduzir o número e a gravidade dos acidentes decorrentes das actividades envolvidas na construção, fiscalizar e, eventualmente, corrigir as condições de higiene do estaleiro e controlar o estado de saúde do pessoal.

2 — O dono da obra deve promover a constituição de uma equipa de segurança no trabalho, destinada a acompanhar, coordenar e dinamizar as acções necessárias à satisfação dos objectivos referidos no número anterior.

3 — A equipa de segurança no trabalho deve dispor de assessores nas várias áreas, designadamente médicos do trabalho e técnicos de segurança.

## SECÇÃO II

### Desenvolvimento das actividades de construção

#### Artigo 9.º

##### Plano de construção

1 — O plano de construção é constituído pelo projecto de execução, caderno de encargos e programa de trabalhos.

2 — Os elementos que integram o projecto de execução são os referidos no artigo 15.º das Normas de Projecto de Barragens (NPB).

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

4 — O programa de trabalhos, que se destina a assegurar uma coordenação eficaz da execução da obra, deve:

- a) Apresentar a sequência de todas as actividades desenvolvidas, especificando o tempo previsto para cada uma delas, as respectivas 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 ou túnel, seja realizado em estiagem;
- d) Prever a instalação dos empreiteiros, dos laboratórios para recepção e controlo dos materiais, outras instalações necessárias à obra e 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.

#### Artigo 10.º

##### Materiais a empregar e suas fontes de fornecimento

1 — Os materiais utilizados na construção devem satisfazer as exigências do projecto, respeitando as propriedades e os ensaios laboratoriais de caracterização estipulados pelo caderno de encargos e pelos regulamentos, normas e especificações oficiais portuguesas.

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

3 — Os restantes ensaios devem ser efectuados por um laboratório oficial ou outro reconhecido pela Autoridade.

#### Artigo 11.º

##### Implantação da obra

1 — A implantação da obra é da responsabilidade do empreiteiro, que, partindo do sistema de apoio cartográfico definido no projecto, estabelecerá os apoios complementares necessários à boa execução das obras, devendo comunicar as respectivas coordenadas e cotas à fiscalização.

2 — A fiscalização deve ser informada com antecedência suficiente do início da execução de cada trabalho.

3 — Compete ao empreiteiro a conservação dos marcos e outros elementos de apoio às implantações, bem como a substituição dos 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, de medições e respectivos pagamentos devem ser discriminados no caderno de encargos.

#### Artigo 13.º

##### Acessos e comunicações

1 — A instalação do estaleiro e a execução das obras não devem prejudicar a circulação na rede viária existente.

2 — As vias de circulação no estaleiro e os acessos às frentes de trabalho, realizados pelo dono da obra ou pelos empreiteiros, são utilizáveis por todos os intervenientes na construção.

3 — Constituem obrigações do dono da obra em matéria de acessos e comunicações:

- a) Promover que os acessos e vias de circulação 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 que seja assegurada iluminação adequada nos acessos e vias de circulação referidos no número anterior;
- d) Dotar o estaleiro de comunicações com o exterior, nomeadamente por via telefónica e rádio.

#### Artigo 14.º

##### Estaleiro

1 — A localização do estaleiro e a definição das áreas a ocupar pelo dono da obra, empreiteiros e fornecedores devem atender à dimensão e complexidade da obra e ainda aos aspectos 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, energia eléctrica e ar comprimido.

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 efectuados de acordo com as normas de segurança oficiais.

3 — As instalações destinadas a armazenagem, montagem e reparação de equipamentos, ao laboratório de obra, a escritórios, a postos de primeiros socorros e as de carácter social, especialmente dormitórios e habi-

tações, devem ser adequadas às suas finalidades e obedecer à regulamentação aplicável.

4 — Constituem obrigações do dono da obra:

- a) Dotar o estaleiro com redes de abastecimento de água, energia eléctrica e ar comprimido;
- b) Estabelecer e fazer cumprir a regulamentação para funcionamento do estaleiro;
- c) Assegurar que as instalações provisórias e estruturas auxiliares sejam removidas até ao final dos trabalhos;
- d) Promover, antes da conclusão das obras, a regularização dos taludes e plataformas e, dentro do possível, que seja restituído o aspecto natural aos locais afectados pela construção.

#### Artigo 15.º

##### **Pedreiras e outras zonas de empréstimo**

1 — No início da construção devem ser efectuados trabalhos de reconhecimento das pedreiras, depósitos aluvionares e outros solos destinados ao fornecimento de materiais utilizados como agregados no fabrico de betões, argamassas, enrocamentos e aterros, para confirmação das suas condições de exploração e das propriedades dos materiais.

2 — Após a sua exploração, as pedreiras e outras zonas de empréstimo devem ser objecto de tratamento que minimize os aspectos de impacte ambiental.

#### Artigo 16.º

##### **Escavações e depósitos**

1 — As escavações devem ser executadas até às cotas definidas no projecto, preservando a qualidade do maciço, para o que:

- a) Em maciços rochosos, numa primeira fase, que não deve atingir a superfície final, pode recorrer-se a explosivos, desde que a sua utilização seja devidamente controlada;
- b) Para prevenir a meteorização do maciço deve fazer-se a remoção da rocha sobrança 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 acções 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, enchimentos das descontinuidades, zonas de heterogeneidade e ressurgências, e sua comparação com as previsões do projecto;
- b) Detecção e controlo de problemas de estabilidade decorrentes das escavações ou que as dificultem e estudo das medidas a tomar para a sua resolução;
- 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) Preparação de um relatório descrevendo os trabalhos efectuados e os aspectos que se revistam de importância para a segurança da obra.

4 — Os locais para depósito de materiais sobrança devem ser escolhidos de modo que:

- a) Não prejudiquem o curso natural do rio;
- b) Não prejudiquem o funcionamento das tomadas de água e dos órgãos de descarga e de restituição;
- c) Não agravem o efeito das cheias;
- d) Não originem instabilidade de taludes;
- e) Não dificultem a observação;
- f) Minimizem os aspectos negativos do impacte ambiental.

#### Artigo 17.º

##### **Estratégia de construção com desvio provisório**

1 — A derivação provisória tem por objectivo desviar o rio do seu curso natural, de modo a possibilitar a realização da obra em condições de segurança, devendo a solução a adoptar ter em atenção os aspectos seguintes:

- a) Área e regime hidrológico da bacia hidrográfica;
- b) Condições morfológicas e geológicas do local;
- c) Tipo de barragem a construir;
- d) Consequências da ruptura de qualquer parte da obra.

2 — Nos casos em que a derivação provisória implique a necessidade de túneis ou canais, deve respeitar-se a seguinte sequência de operações:

- a) Construção das ensecadeiras de protecção das bocas de entrada e de saída dos órgãos de desvio e abertura destes;
- b) Construção da estrutura da boca de entrada;
- c) Demolição das ensecadeiras referidas na alínea a);
- d) Construção de uma pré-ensecadeira a montante do local da barragem e, seguidamente, da ensecadeira de jusante;
- e) Esgoto da água contida no local dos trabalhos;
- f) Construção da ensecadeira de montante;
- g) Construção da barragem e órgãos de segurança e exploração.

3 — Nos casos em que a solução adoptada para o desvio do rio é constituída por recintos ensecados construídos sucessivamente, deve respeitar-se a seguinte sequência de operações:

- a) Criação de uma zona ensecada junto a uma das margens, durante a primeira estiagem, eventualmente complementada com a abertura de um canal lateral;
- b) Esgoto da água contida na área ensecada, 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 ensecadeira e criação de uma zona ensecada 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.

4 — Nos casos em que a derivação provisória não assegure a passagem da totalidade dos caudais de cheia deve-se:

- a) Adoptar ensecadeiras galgáveis de fácil construção e demolição;
- b) Definir as cotas de coroamento das ensecadeiras tendo em atenção a cota da boca de entrada dos órgãos de desvio, os caudais máximos a desviar e os níveis naturais do rio;
- c) Prever, em barragens de betão, orifícios, eventualmente em concordância com as futuras descargas de fundo, e deixar blocos em atraso para descarregar os caudais mais elevados;
- d) Adoptar, em barragens de enrocamento, disposições que defendam o paramento de jusante de erosão ou de qualquer instabilidade resultante de galgamento devido a cheias excepcionais durante a construção;
- e) Dotar o estaleiro com equipamento de bombagem com capacidade para proceder rapidamente ao esgoto da água resultante de uma inundação da zona ensecada.

#### 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 efectuada para locais protegidos das cheias e situados fora dos limites da albufeira.

4 — A queima de produtos resultantes da desarborização e desmatagem deve ser efectuada em locais e recorrendo a meios que minimizem os riscos de incêndio e de poluição.

#### Artigo 19.º

##### Equipamentos

1 — 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 projecto do respectivo equipamento;
- b) A manutenção da forma e da posição das peças fixas durante as operações de betonagem, de envolvimento ou de selagem.

2 — O programa de trabalhos e o plano de betonagem devem considerar os condicionamentos relativos aos equipamentos estabelecidos nos respectivos desenhos de projecto e planos de montagem, devendo definir-se o tipo de betões, as fases de betonagem, as alturas das camadas de betonagem e os respectivos tempos limite

de espera, os processos de vibração e de compactação do betão e a pressão a utilizar nas injeções de ligação.

3 — Caso existam equipamentos susceptíveis de funcionar durante o período de construção, deve o dono da obra estabelecer um plano com instruções de manutenção e conservação, de ensaio e de manobra de emergência.

#### Artigo 20.º

##### Instalações eléctricas de estaleiro

1 — As instalações eléctricas a utilizar, quer sejam de força motriz, iluminação, usos gerais ou telecomunicações, devem ser realizadas em estrita concordância com os respectivos projectos e regulamentos oficiais.

2 — As instalações de iluminação geral devem garantir os níveis de iluminação recomendados por regulamentos específicos.

3 — O dono da 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.

4 — O dono da obra deve providenciar a permanência de técnicos responsáveis pela exploração das instalações eléctricas de estaleiro, de modo a garantir que se mantenham em bom estado de conservação e sejam conduzidas por pessoal devidamente habilitado.

### CAPÍTULO III

#### Normas para barragens de betão e alvenaria

##### SECÇÃO I

##### Materiais para barragens de betão

#### Artigo 21.º

##### Inertes e granulometrias

1 — Os inertes utilizados no fabrico de betões devem obedecer às disposições normativas e regulamentares aplicáveis e ao caderno de encargos e ser sujeitos, nomeadamente, a:

- a) Inspecção visual para verificação do seu estado geral, forma e limpeza;
- b) Lavagem, para retirar todas as sujidades e matéria orgânica;
- c) Selecção, de acordo com as classes granulométricas;
- d) Armazenagem em local de fácil acesso e protegido das acções atmosféricas;
- e) Ensaio de controlo sobre amostras colhidas na origem para cumprimento do estipulado nas disposições normativas e regulamentares aplicáveis e para determinação da granulometria, peso volumico e coeficiente de forma.

2 — A influência dos inertes na qualidade dos betões exige:

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

**Artigo 22.º****Cimentos, pozolanas e cinzas volantes**

1 — Os tipos de cimentos, pozolanas e cinzas volantes a utilizar no fabrico de betões devem constar do caderno de encargos e as características destes materiais, assim como os ensaios de controlo de qualidade, devem obedecer às normas, especificações e regulamentos oficiais em vigor.

2 — O transporte, descarga e armazenagem desses materiais devem obedecer às normas, especificações e regulamentos oficiais em vigor, respeitando ainda os aspectos seguintes:

- 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) Identificação, em cada silo, do tipo de material armazenado e da data do seu carregamento;
- d) Adequação dos meios de transporte para os silos e destes para a torre de fabrico do betão, em particular para evitar o seu aquecimento.

3 — A fiscalização deve incidir sobre os aspectos referidos nos números anteriores e ainda assegurar que o consumo dos materiais ensilados seja efectuado por ordem da sua chegada ao estaleiro e 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 efectuada 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 utilizados em 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 selecção e armazenagem dos adjuvantes a utilizar devem ser feitas com base nas disposições normativas e regulamentares aplicáveis.

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

4 — Do caderno de encargos devem constar disposições relativas aos recipientes, depósitos e doseadores

que permitam à fiscalização exercer o controlo de qualidade.

**Artigo 25.º****Aços**

1 — Os tipos de aço a utilizar em armaduras ordinárias ou de pré-esforço devem estar definidos no caderno de encargos e as suas características e utilização obedecer às normas, especificações e regulamentos oficiais em vigor.

2 — As estruturas metálicas, definitivas ou provisórias, devem satisfazer o especificado no caderno de encargos e obedecer, no que se refere aos aços e à execução e montagem, às normas, especificações e regulamentos oficiais em vigor.

**SECÇÃO II****Barragens de betão convencional****Artigo 26.º****Composição dos betões**

A composição dos betões deve figurar no caderno de encargos, respeitando as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, e ser estudada com o objectivo de satisfazer as exigências da qualidade na construção, nomeadamente quanto a resistências mecânica e química, deformabilidade, permeabilidade, trabalhabilidade, características térmicas, dimensão máxima dos inertes e processo de colocação.

**Artigo 27.º****Fabrico do betão**

1 — O fabrico do betão deve respeitar às disposições normativas e regulamentares aplicáveis e ainda:

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

2 — Para garantia da qualidade dos betões fabricados deve respeitar-se o estipulado nas disposições normativas e regulamentares aplicáveis, nomeadamente:

- a) Registrar as instruções dadas à mesa de comando da instalação e 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 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 disposições normativas e regulamen-

tares aplicáveis e as especificações do caderno de encargos.

2 — A colocação do betão deve ser precedida de auto-  
rização da fiscalização, à qual compete verificar o cum-  
primento das condições necessárias para garantia da  
qualidade na construção, nomeadamente:

- a) O posicionamento correcto das cofragens, arma-  
duras, peças fixas, lâminas de estanquidade, dis-  
positivos de injeção de juntas de contracção,  
serpentinas de refrigeração e aparelhos de  
observação embebidos no betão;
- b) As prescrições adequadas às condições meteo-  
rológicas, como sejam a utilização na amassa-  
dura de gelo ou água aquecida;
- c) A identificação do tipo e classe do betão;
- d) Os ensaios de controlo previstos no artigo 27.º

3 — O controlo de qualidade do betão colocado em  
obra é assegurado pela realização de ensaios de deter-  
minação da resistência mecânica, módulo de elastici-  
dade, extensão de rotura e quantidade de ar contido  
em amostras recolhidas durante a colocação, segundo  
critérios definidos no caderno de encargos.

#### Artigo 29.º

##### Superfície da fundação e juntas de betonagem

1 — Entre a preparação da superfície de fundação  
e a colocação do betão deve mediar o menor tempo  
possível, observando-se as disposições normativas e  
regulamentares aplicáveis e do caderno de encargos,  
nomeadamente que:

- a) As superfícies correspondentes a diaclases ou  
planos de xistosidade se apresentem com rugo-  
sidade que garanta uma boa aderência;
- b) A zona perturbada tenha sido retirada sem dani-  
ficar a rocha subjacente;
- c) As cavidades eventualmente existentes tenham  
sido limpas, picadas e preenchidas com betão.

2 — Imediatamente antes da colocação do betão a  
fiscalização deve verificar se a superfície da fundação  
está apta a recebê-lo.

3 — As juntas de betonagem são superfícies de des-  
continuidade entre betões de diferentes idades, habi-  
tualmente horizontais ou com pequena inclinação, que  
devem ser executadas e tratadas de acordo com as dis-  
posições normativas e regulamentares aplicáveis e do  
caderno de encargos, por forma a assegurar o mono-  
litismo e estanquidade da estrutura.

#### Artigo 30.º

##### Cofragens

1 — As cofragens e as respectivas estruturas de mon-  
tagem destinam-se a realizar com perfeição as formas  
requeridas no projecto, para o que devem:

- a) Ser concebidas e executadas em conformidade  
com as disposições normativas e regulamentares  
aplicáveis e as condições do caderno de encar-  
gos;
- b) Ser convenientemente posicionadas.

2 — As cofragens para as superfícies de betão em  
contacto com a água que se escoia 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 contracção e injeções

1 — As juntas de contracção são superfícies de des-  
continuidade, com geometria e localização definidas no  
projecto, que dividem o corpo da barragem em blocos  
e destinadas a:

- a) Reduzir os efeitos da retracção dos betões  
durante a fase de libertação do calor de hidra-  
tação;
- b) Limitar as dimensões dos blocos de betonagem;
- c) Conferir à estrutura capacidade para suportar  
deslocamentos sem deteriorações, nomeada-  
mente as que resultam da mudança brusca do  
perfil de escavação.

2 — A estanquidade das juntas é garantida por dis-  
positivos definidos no projecto, devendo a sua colocação  
obedecer ao caderno de encargos.

3 — O monolitismo da estrutura, se necessário, pode  
ser assegurado pela adopção de juntas de contracção  
endentadas ou pela injeção das juntas ou por ambos  
os procedimentos.

4 — O projecto e o caderno de encargos devem incluir  
disposições que visem acautelar a segurança da estrutura  
durante a injeção das juntas, 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 inje-  
ção 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, movimen-  
tos de juntas e deslocamentos da estrutura.

#### Artigo 32.º

##### Cura do betão e desmoldagem

1 — A cura do betão tem por objectivo principal evitar  
a perda da água necessária à hidratação do cimento  
e, enquanto os betões não alcançarem endurecimento  
suficiente, exige cuidados especiais referidos nas dis-  
posições normativas e regulamentares aplicáveis e  
outros a incluir no caderno de encargos, de que se des-  
tacam os seguintes:

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

2 — O caderno de encargos deve pormenorizar os meios e técnicas a utilizar e a fiscalização deve ser exigente na verificação do seu cumprimento, a fim de evitar que os rendimentos elevados de colocação impeçam uma cura correcta do betão.

3 — As operações de desmoldagem e de descimbramento devem efectuar-se de acordo com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis e as especificações do caderno de encargos, que devem contemplar com especial pormenor as situações das superfícies sujeitas à acção do escoamento da água a alta velocidade.

4 — A obturação dos orifícios resultantes da fixação dos moldes e a reparação de imperfeições das superfícies do betão devem ser efectuadas imediatamente após a desmoldagem, respeitando os prazos, processos e 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 efectuada de acordo com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis e com o caderno de encargos, devendo proteger-se a superfície da camada com material isolante imediatamente após a betonagem e que será mantido até à betonagem da camada seguinte ou, no mínimo, durante uma semana.

2 — Em período de chuva não deve ser efectuada qualquer colocação do betão, desde que haja risco de deslavamento do betão.

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 e as superfícies devem então ser tratadas como juntas de construção, segundo procedimento definido no caderno de encargos.

### Artigo 34.º

#### Dissipação do calor de hidratação

1 — Os procedimentos para reduzir a temperatura elevada atingida pelo betão, especialmente quando colocado em épocas quentes, a qual é causa de deteriorações importantes nas estruturas, bem como para diminuir o tempo necessário à estabilização da sua temperatura, devem ser adoptados em conformidade com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ainda constar do caderno de encargos:

- a) A composição adequada do betão, conforme se refere no artigo 26.º da presente portaria;
- b) A altura das camadas de betonagem, o intervalo de tempo mínimo entre colocações consecutivas e o aumento de tempo de espera entre colocações compatível com o plano de colocação do betão;
- c) A eventual utilização de um sistema de refrigeração artificial constituído por serpentinas embebidas no betão, nas quais se faz circular água fria.

2 — Os procedimentos a seguir na montagem, manobra e controlo do eventual sistema de refrigeração artificial, assim como a sua configuração, devem ser definidos no projecto e 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 para início e conclusão dos trabalhos assim como datas chaves e períodos previstos para a montagem dos equipamentos referidos no artigo 19.º da presente portaria.

2 — Na elaboração do plano de betonagem deve atender-se, designadamente, aos aspectos seguintes:

- a) Sequência de construção prevista no projecto;
- b) Capacidade do estaleiro para o fabrico, transporte e colocação de betão;
- c) Eventual necessidade de atrasar a construção de alguns blocos para a passagem de caudais de cheia;
- d) Época do ano em que se efectuam as betonagens;
- e) Compatibilização da realização do controlo de betões *in situ* e das actividades de observação com as tarefas de construção.

### SECÇÃO III

#### Barragens de betão compactado com cilindro

### Artigo 36.º

#### Aspectos 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 aspectos, o local da obra e os materiais e equipamentos disponíveis, de modo a satisfazer as exigências da qualidade na construção, nomeadamente quanto a:

- a) Resistências mecânica e química;
- b) Deformabilidade;
- c) Permeabilidade;
- d) Características térmicas.

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, dando especial atenção à dimensão máxima do inerte 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 executar-se um bloco experimental, não incorporado na barragem, em local a aprovar pela fiscalização, destinado à realização de ensaios para aferir os parâmetros de construção não susceptíveis de determinação em fase de projecto.

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

3 — Com base nos resultados obtidos nos ensaios referidos no n.º 1 devem ser elaboradas especificações técnicas que incluam:

- a) A origem e características dos inertes;
- b) A composição do ligante;
- c) As características de compactação (energia de compactação, espessura das camadas e número de passagens);
- d) As diferentes condições de ligação entre camadas;
- e) Os ensaios a realizar e a sua frequência.

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 a verificação da funcionalidade da central.

**Artigo 39.º****Armazenamento e transporte dos inertes**

1 — A localização, a dimensão e a forma dos depósitos de inertes 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 inertes que garanta a continuidade dos trabalhos sem quebra do ritmo de construção.

2 — O transporte dos inertes 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 e 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 serem 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

**Artigo 41.º****Transporte, colocação e compactação do betão**

1 — No transporte do betão desde a central até à obra devem ser seguidas 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 e segurança, devendo prestar-se particular 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 disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ainda observar-se as seguintes regras:

- 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 disposições normativas e regulamentares aplicáveis, devendo ainda observar-se as seguintes regras:

- a) A compactação do betão deve ser efectuada 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 inertes;
- 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.

4 — É indispensável a presença em obra de pessoal com capacidade para tomar decisões de carácter técnico, designadamente quanto à eventual adopção, a carecer de aprovação pela fiscalização, de processos construtivos diferentes dos que resultaram dos ensaios efectuados no bloco experimental.

**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 da camada;
- 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 efectuadas sondagens para obtenção de tarolos destinados a ensaios de resistência mecânica e química, deformabilidade e permeabilidade.

3 — Quando os ensaios referidos no n.º 1 indicarem a existência de material inadequado, deve proceder-se a remoção da respectiva camada.

#### Artigo 43.º

##### Superfície da fundação e juntas de betonagem

1 — A superfície da fundação deve ser preparada para a colocação do betão segundo o disposto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 29.º

2 — As juntas de betonagem são as superfícies de interrupção de colocação entre as diferentes camadas, devendo cada camada ser coberta com o betão da camada superior antes de ganhar presa para assegurar uma ligação perfeita entre as duas camadas.

3 — Quando não for possível respeitar o disposto no número anterior, a junta resultante, designada por junta fria, deve tratar-se de acordo com o especificado no caderno de encargos ou com o estabelecido durante a realização do bloco experimental para diferentes condições do processo construtivo, designadamente no que se refere ao intervalo de interrupção, à temperatura ambiente e à eventual aplicação de uma mistura de ligação especial.

#### Artigo 44.º

##### Betonagem em condições desfavoráveis

1 — A colocação do betão em tempo frio deve ser efectuada de acordo com as disposições normativas e regulamentares aplicáveis e com o caderno de encargos.

2 — Em tempo quente, as condições de colocação podem ser menos exigentes que as relativas ao betão convencional, uma vez que as elevações de temperatura do BCC são, em regra, mais reduzidas.

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

#### Artigo 45.º

##### Cofragens

1 — As cofragens utilizadas são em regra especiais, nomeadamente blocos ou painéis amovíveis, podendo no entanto recorrer-se a cofragens convencionais devidamente adaptadas.

2 — As cofragens e respectivas estruturas de suporte não devem impedir a fácil movimentação dos equipamentos de compactação nem restringir excessivamente o acesso às áreas de trabalho.

#### Artigo 46.º

##### Juntas de contracção e seu tratamento

1 — Nas barragens de BCC podem prever-se juntas de contracção do tipo convencional.

2 — Caso não tenham sido previstas juntas de contracção do tipo convencional, podem ainda materializar-se 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 contracção ou eventuais fendas espontâneas com desenvolvimento transversal será efectuado, quando necessário, por meio de furos executados a partir dos parâmetros ou de galerias.

#### Artigo 47.º

##### Galerias

As galerias eventualmente existentes no corpo da barragem são construídas por métodos especiais especificados no caderno de encargos.

#### 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 da camada superior deve ser feita de modo a evitar a formação de uma junta fria.

2 — O plano de betonagem deve fazer parte integrante do programa de trabalhos e 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 assim como datas chaves e períodos previstos para a montagem dos equipamentos referidos no artigo 19.º

3 — Na elaboração do plano de betonagem deve atender-se, designadamente, aos aspectos seguintes:

- a) Interferências de órgãos a incorporar no betão com a colocação deste;
- b) Capacidade do estaleiro para o fabrico, transporte e colocação do betão;
- c) Épocas do ano em que se efectuam as betonagens;
- d) Compatibilização das betonagens com as actividades de controlo de betões e de observação do comportamento da obra.

## SECÇÃO IV

### Barragens de alvenaria

#### Artigo 49.º

##### Materiais para alvenarias

1 — As pedras a utilizar em alvenarias devem satisfazer as especificações do caderno de encargos, nomeadamente:

- a) Ser compactas e resistentes aos agentes atmosféricos;
- 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 — A influência das características das argamassas no comportamento das alvenarias aconselha que aquelas sejam confeccionadas com os devidos cuidados, de que se destacam:

- 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 especificações do caderno de encargos, nomeadamente as seguintes:

- 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.

2 — A execução das alvenarias deve ser suspensa durante os períodos de frio intenso, protegendo-se convenientemente a estrutura recém-construída.

#### SECÇÃO V

##### Fundações e seu tratamento

#### Artigo 51.º

##### Consolidação, impermeabilização e drenagem da fundação

1 — A consolidação tem por objectivo proporcionar ao maciço de fundação características mecânicas adequadas ao bom comportamento estrutural do conjunto barragem-fundação.

2 — A impermeabilização é um tratamento destinado a controlar a percolação da água na fundação.

3 — A drenagem destina-se a recolher a água de percolação do maciço de modo a reduzir para valores convenientes a subpressão na base da barragem e nas superfícies de deslizamento potencial do maciço.

4 — Os procedimentos a adoptar durante a consolidação, impermeabilização e drenagem da fundação devem ser definidos no projecto e 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, seu diaclasamento, estratificação, xistosidade e as falhas, filões e cavernas eventualmente existentes.

#### Artigo 52.º

##### Controlo da consolidação e impermeabilização da fundação

1 — O controlo dos trabalhos de consolidação e impermeabilização da fundação deve ser definido no projecto e no caderno de encargos e tem por objectivos:

- 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 projecto 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 n.º 1 deve ser assegurado através de:

- a) Inspecção visual da superfície da rocha, das juntas da barragem e da intersecção dos paramentos com a fundação;
- b) Detecção de comunicações eventuais entre furos que não tenham sido previstas;
- c) Análise dos registos das pressões de injeção e das absorções em cada furo e sua comparação com os resultados de ensaios de permeabilidade;
- d) Interpretação dos resultados de observação com vista à detecção de eventuais movimentos anómalos na barragem e na fundação.

3 — A fiscalização deve mandar suspender os trabalhos e informar o projectista sempre que sejam detetadas situações anómalas.

4 — A avaliação da evolução das características do maciço deve ser feita comparando com valores iniciais os resultados de ensaios de permeabilidade e geofísicos, realizados em diferentes fases do tratamento, em locais característicos da fundação definidos com base no estudo da sua compartimentação.

#### CAPÍTULO IV

##### 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, sendo ainda de notar que:

- a) Em solos residuais é frequente que a acção dos equipamentos de escavação condicione a granulometria dos materiais;
- b) Em muitos casos é vantajoso proceder a uma rega dos materiais nos empréstimos acompanhando as operações de escavação.

2 — Na fase inicial de exploração das pedreiras ou de escavação para os órgãos hidráulicos deve ajustar-se o programa das pegas 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, na pedreira, 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 projecto.

**Artigo 54.º****Aterros experimentais**

Antes da colocação dos materiais em obra devem ser executados aterros experimentais de acordo com o estipulado no projecto e caderno de encargos, em locais a aprovar pela fiscalização.

**Artigo 55.º****Filtros**

1 — Os materiais para filtros devem obedecer ao caderno de encargos, nomeadamente:

- a) Possuir composição mineralógica que confira conveniente resistência à alteração e ao esmagamento;
- b) Apresentar adequadas composições granulométricas.

2 — Durante a execução dos filtros devem adoptar-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, sobretudo quando o coeficiente de uniformidade é elevado.

3 — No caso de utilização de geotêxteis, estes devem possuir durabilidade e ainda as características adequadas aos materiais a filtrar, nomeadamente porosidade, admissividade (permeabilidade perpendicular à superfície do geotêxtil) e transmissividade (permeabilidade ao longo do plano do geotêxtil).

**Artigo 56.º****Protecção dos paramentos**

Os paramentos de barragens de aterro, em especial os de montante, são frequentemente protegidos com enrocamentos, sendo de atender a que:

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

**Artigo 57.º****Elementos de estanquidade no paramento de montante**

1 — Nas barragens em que a estanquidade é garantida por lajes de betão, cortinas de betão de cimento ou de betão betuminoso, devem estes elementos ser colocados com técnicas apropriadas sujeitas à apreciação da fiscalização.

2 — No caso de cortinas de betão betuminoso, é essencial verificar a sua impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade e resistência às acções térmicas e dinâmicas, pelo que deve ser apresentado o estudo da sua composição e proposto o método relacionado com o modo de aplicação.

3 — Deve ser dada especial atenção à sua ligação com os órgãos de impermeabilização da fundação.

**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, devem obedecer às disposições do caderno de encargos e às prescrições dos regulamentos em vigor.

**Artigo 59.º****Preparação das fundações**

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

2 — Em casos especiais devem ser tomados os seguintes cuidados:

- a) Durante a preparação das fundações, se forem detectadas ressurgências ou nascentes, deve proceder-se à sua captação, com filtros adequados e drenos com a capacidade necessária para que as subpressões sejam sempre inferiores às pressões totais dos aterros sobrejacentes;
- b) Em terrenos rochosos, se a superfície exposta nos níveis de fundação, após saneamento, apresenta cavidades e irregularidades, estas devem ser preenchidas com betão, de forma a criar uma superfície de fundação de razoável regularidade;
- 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 por uma camada pouco espessa de betão de limpeza, que, por sua vez, 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, assinalando os locais e aspectos 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 inspecção pormenorizada da superfície de fun-

dação, que, numa obra extensa, poderá realizar-se por zonas, daquela resultando autorização para iniciar a colocação ou, quando necessário, a indicação das medidas para corrigir situações anómalas.

2 — Durante a colocação 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 inspecção prévia;
- b) Os aterros adjacentes a encontros rochosos ou a estruturas hidráulicas, no caso da utilização de solos argilosos, sejam compactados com teor em água em excesso relativamente ao óptimo determinado de acordo com o caderno de encargos;
- c) Em solos argilosos é fundamental adoptar programas de trabalho que não impliquem contactos subverticais de aterros de idades diferentes;
- d) Os percursos dos equipamentos sobre o aterro sejam variados para não criar zonas diferenciadas.

3 — 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 e suas causas;
- b) Utilização de materiais não previstos no projecto 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.

#### Artigo 61.º

##### Controlo da construção

1 — Nos solos e nos enrocamentos devem ser efectuados ensaios de controlo de compactação, com a frequência especificada no projecto e 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 óptimo;
- 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 efectuados ensaios para controlo da resistência ao corte, da deformabilidade e da permeabilidade.

3 — A execução dos ensaios referidos no n.º 1 deve ser precedida de observação visual das camadas, de modo a verificar a sua homogeneidade, condição essencial para que os ensaios tenham significado.

#### Artigo 62.º

##### Consolidação e impermeabilização das fundações

1 — O tratamento das fundações de barragens pode sofrer alterações importantes relativamente ao previsto

no projecto, o que obriga a um cuidadoso acompanhamento por parte do autor do projecto e da fiscalização, devendo as alterações significativas ser registadas no livro técnico da obra.

2 — O tipo de tratamento mais comum consiste na execução de injeções de caldas de cimento, mas há outros tipos de tratamento com os quais, em certos terrenos, se obtêm melhores resultados, salientando-se, entre eles:

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

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

#### 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 respectivos 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-os aos furos correspondentes;
- e) A verificação das condições de funcionamento dos equipamentos durante as injeções.

2 — Para verificação da eficiência dos tratamentos citados na alínea a) do n.º 2 do artigo anterior, deve determinar-se, por meio de ensaios *in situ*, a compacidade final obtida, e efectuar 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.

3 — No caso de paredes moldadas é essencial verificar a sua estanquidade e ainda a das juntas entre painéis, pelo que, previamente, deve ser proposto o método preconizado para aquelas verificações.

4 — 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 projecto e dos outros responsáveis pela segurança da obra.