



A PROBLEMÁTICA DA SEGURANÇA EM PEQUENAS BARRAGENS DE TERRA

Francisco J. Freire Lucas *

1. Introdução

A construção de pequenas barragens de terra tem tido recentemente grande incremento no nosso País. Muitas dessas obras são realizadas ao abrigo de sub-programas específicos do Programa Específico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa (PEDAP).

Os objectivos daquele Sub-programa de âmbito nacional são fundamentalmente a criação de regadios individuais e colectivos em zonas tradicionais de sequeiro, a beneficiação de regadios já existentes e o fornecimento de águas às explorações agrícolas, permitindo uma maior produção, além de possibilitar o aumento de

efectivos pecuários. Trata-se de um vultoso programa de irrigação, não só estrutural como também financeiro, se considerarmos, por exemplo, que os compromissos assumidos pelo Estado Português junto da Comissão das Comunidades Europeias (CEE) em termos de planeamento e programação ultrapassam, até 1989, os 38 milhões de contos [1].

2. Contexto do Problema

Tal como acontece com qualquer estrutura de solo ou rocha, fundada em solo ou rocha, também as barragens de terra dão origem a complexos problemas de estabilidade, compressibilidade

e impermeabilidade.

A estatística dos colapsos de barragens de terra é alarmante, particularmente no leque das barragens de média altura (40 a 60 m), talvez em resultado de se desprezar a sua importância em relação a outras de maior altura (superior a 100 m) que obrigam a tecnologia especial. [2]

Em geral os colapsos observados resultam em grande parte de erros ou omissões de projecto, tais como: insuficiência dos órgãos de descarga, estudo inadequado das fundações, conhecimento deficiente do comportamento dos materiais do aterro e/ou da fundação, etc.

No quadro seguinte, extraído dum relatório preparado em 1973

pelo ICOLD (International Commission on Large Dams), verifica-se que quase 70 % dos acidentes registados correspondem a acidentes em barragens de terra e que 40 % destes são devidos a erros de concepção e projecto.

| | NÚMERO DE ACIDENTES | | | | Total |
|--------------|---------------------|------------|-------------|----------|------------|
| | Betão | Terra | Enrocamento | Mistas | |
| Concepção | 5 | 17 | 3 | - | 25 |
| Projecto | 23 | 48 | 3 | 2 | 76 |
| Material | 3 | 8 | - | - | 11 |
| Construção | 4 | 32 | 5 | - | 41 |
| Operação | - | 5 | 1 | - | 6 |
| Fiscalização | 2 | 3 | - | - | 5 |
| Exploração | 20 | 49 | 2 | 1 | 72 |
| TOTAL | 57 | 162 | 14 | 3 | 236 |

Em barragens pequenas há no entanto, uma tendência para simplificar ainda mais os estudos de projecto e os cuidados de construção [3]. Este fenómeno deve-se, por um lado, às reduzidas dimensões do empreendimento, à sua localização geográfica e ao seu carácter muitas vezes individual e, por outro, à ideia, difícil de aceitar pelo cliente, que uma percentagem do seu custo é necessária para os estudos. Desta forma procura-se erradamente economizar nos estudos sem se perceber que um mau projecto origina em geral encargos desnecessários para a obra ou, pior ainda, riscos de acidente.

É vulgar que em obras de terra de pequena dimensão os problemas já citados assumam aspectos mais delicados do que nas grandes barragens. No entanto, relativamente aos vários intervenientes naqueles empreendimentos, pode referir-se que:

⇒ **Projectista:** Os projectos de pequenas barragens apresentam geralmente graves lacunas devido às limitações, de tempo e económicas, com que são elaborados. É vulgar a ausência de qualquer estudo da fundação da barragem ou da caracterização dos materiais a empregar no aterro, assim como da apresentação de elementos hidrológicos fiáveis, justifi-

cativos das soluções adoptadas;

⇒ **Construtor:** Os processos e técnicas geralmente empregues são deficientes. É vulgar os empreiteiros, muitas vezes meros possuidores e alugadores de máquinas de terraplenagens, não disporem de pessoal técnico e equipamentos adequados. A localização particular das obras, aliada aos pequenos orçamentos envolvi-

dos, provocam uma desmotivação dos empreiteiros mais competentes técnica e mais bem apetrechados em termos de equipamento;

⇒ **Fiscalização:** Os serviços responsáveis pelo licenciamento e acompanhamento técnico das obras estão muitas vezes, por razões meramente conjunturais, completamente inoperacionais para cumprirem cabalmente tais funções. É vulgar encontrarem-se organismos responsáveis que não executam qualquer controlo de construção ou, no caso de o fazerem, o mesmo ser defeituoso, não cumprindo muitas das disposições regulamentares em vigor.

Outro aspecto que geralmente tem sido negligenciado nas pequenas barragens de terra, é a apreciação do seu potencial de destruição ou seja, a análise criteriosa dos riscos, em termos de vidas e bens, decorrentes de um possível acidente na obra. A prática comum tem, uma vez mais, sido: se a obra é vultuosa e exige grandes investimentos são feitas grandes exigências técnicas, mesmo que os riscos de destruição de vidas e bens sejam pequenos; se a obra é pequena, mas envolvendo riscos de vidas e/ou bens, então a

preocupação resume-se em economiar nos estudos.

Para projectar e construir pequenas barragens de terra há então que conjugar todos aqueles factores, sem deixar de fazer incidir um mínimo de conhecimentos actuais sobre Hidráulica, Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Este mínimo implica que se recorra a métodos simples e seguros na concepção, construção e fiscalização dos vários elementos geotécnicos e hidráulicos que constituem a obra [4].

Acontece ser corrente o conceito de que qualquer engenheiro dispõe dos conhecimentos necessários para projectar e dirigir a construção ou fiscalização de uma barragem de terra. É também corrente ouvir "responsáveis", já em fase de execução das obras, afirmarem que a sua "experiência", (muitas vezes obtidas em obras totalmente distintas das geotécnicas) é quanto basta para dispensar a presença de geólogos, engenheiros geotécnicos e engenheiros hidráulicos. A propósito passa-se a citar Henri Lossier, que adverte:

"A Geotecnia é uma das ciências mais atraentes e importantes na arte da engenharia e é pela sua própria natureza muito complexa, de uma aplicação demasiado delicada para ser utilizada sem riscos graves por técnicos sem experiência ou de uma cultura simplesmente livresca ..., em todo o caso a Geotecnia não é por si só responsável pela falta de confiança que por vezes inspirou; tem sido sómente vítima dos seus "aprendizes de feitiçeiros".

3. REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA PORTUGUESA

a) Regulamento de Pequenas barragens de Terra - RPTB.

Visando contrariar uma tendência para a simplificação em demasia dos estudos de projecto e cuidados de construção das pequenas barragens de terra foi

publicado em Maio de 1968 o RPBT [5], que se encontra ainda em vigor e que estabelece as normas sobre o reconhecimento do terreno de fundação e da albufeira, o estudo das terras, para a construção, o projecto e a construção de pequenas barragens de terra.

O RPBT é aplicável a obras de altura inferior a 15 m e capacidade de armazenamento menor do que 1.000.000 m³. Em princípio a elaboração do projecto e a direcção técnica das obras deverá ser da responsabilidade de engenheiros civis, devidamente inscritos na Direcção Geral dos Recursos Naturais.

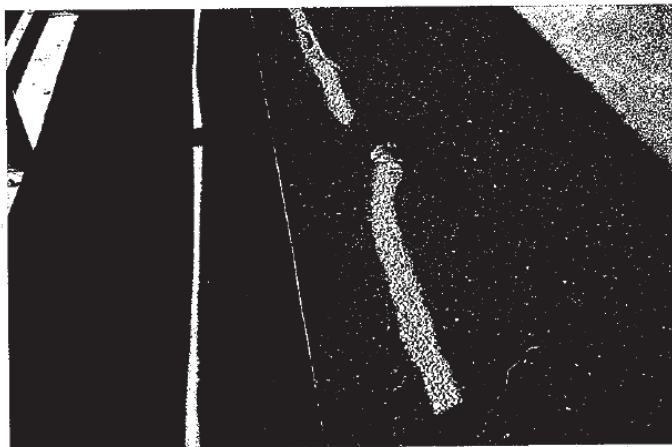
No entanto, para obras de altura inferior a 8 m ou capacidade de armazenamento menor do que 200.000 m³, aquela Direcção pode dispensar, toda ou parcialmente, o cumprimento das disposições estipuladas por aquele regulamento. Naquelas condições o projecto poderá ser elaborado, e a direcção técnica das mesmas poderá ser assegurada, por outros técnicos, nomeadamente: engenheiros de minas, engenheiros agrónomos, engenheiros silvicultores ou engenheiros técnicos civis, igualmente inscritos naquela Direcção.

b) Regulamento de Segurança de Barragens - RSB.

Com as crescentes preocupações e tomadas de posição de determinados sectores da sociedade portuguesa, reconheceu-se a necessidade de organizar e publicar regulamentação específica

em matéria de segurança de barragens que complementasse a legislação vigente. Foi então publicado, em Janeiro de 1990 e com entrada em vigor em Junho de 1990, o RSB [6] que estabelece de forma bastante completa as formas de controlo de segurança das barragens, contemplando em especial a matéria da observação das barragens e medidas de protecção com elas relacionadas.

Este regulamento -RSB- aplica-se a todas as barragens de altura superior a 15 m, ou às barragens de altura inferior mas cuja albufeira tenha uma capacidade superior a 100.000 m³, assim como aquelas em que a entidade competente verifique a existência de risco potencial elevado ou significativo. O RSB é aplicável a partir da sua entrada em vigor, às barragens que se encontrem nas fases de construção ou primeiro enchimento da albufeira. É ainda estabelecido o prazo de 5 anos para a aplicação do RSB às barragens já



em exploração ou em estado de abandono.

c) RPBT versus RSB.

Uma leitura mais atenta do RSB revela que o RPBT, que como já foi referido ainda se encontra em vigor, apresenta importantes insuficiências de conteúdo. Assim sobressaem os seguintes pontos:

□ **Altura da barragem:** Conforme consta no ponto 2) da Circular nº 6/1969 - DSF, emitida pela então Direcção de Serviços Fluviais, entende-se por "altura da barragem", definida no RPBT, como sendo a altura da obra acima do terreno natural sobre o qual a barragem é fundada. Por seu lado o RSB, no seu art 2º-1a), considera que «altura da barragem» é medida desde a parte mais baixa da superfície geral das fundações até ao coroamento.

□ **Elementos de projecto:** A diferença existente entre o tipo e quantidade de elementos que devem instruir os projectos das barragens, exigidos por aqueles dois regulamentos, é em geral enorme, tornando-se absurda em determinadas situações muito usuais como seja

o caso das barragens que possuam albufeiras com capacidade compreendida entre 100.000 m³ e 200.000 m³.

Assim a Circular nº 16/SL de 12/11/87, emitida pela então Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, ex-

plicativa do conteúdo do RPBT, refere que os projectos daquelas obras devem conter os seguintes elementos:

- ⇒ Planta de localização, à escala 1:25.000, com a delimitação da bacia hidrográfica.
- ⇒ Avaliação do caudal de máxima cheia para probabilidade de ocorrência de 1 vez em 100 anos.

⇒ Dimensionamento e esquema do descarregador de superfície.

⇒ Folga de 1 metro.

⇒ Descarregador de fundo (diâmetro mínimo de 0.30m).

⇒ Inclinação máxima dos taludes H:V (2,5:1 a montante e 2:1 a jusante).

⇒ Perfil transversal - tipo.

No entanto, de acordo com os artigos 11º e 12º do RSB, o projecto para aquelas obras deve ser precedido de estudos nos quais os problemas de segurança tenham sido devidamente considerados e deve ser constituído pelos seguintes documentos:

⇒ Memória e descrição geral das obras e equipamentos, com justificação da solução técnica adoptada, nas perspectivas de segurança e economia.

⇒ Estudo climático e hidrológico.

⇒ Estudos geológicos, geomorfológicos e geotécnicos da região da albufeira e do local de implantação das obras.

⇒ Estudos da origem, tipos e características dos materiais de construção a utilizar.

⇒ Estudos dos riscos potenciais induzidos pelo aproveitamento, que deverá ser elaborado tendo em vista a definição dos critérios de dimensionamento e servir de base ao planeamento de medidas de protecção civil, nos casos aplicáveis.

⇒ Estudo de impacto ambiental.

⇒ Dimensionamento da barragem e sua fundação, in-

cluindo o projecto de tratamento desta última (art.13º).

⇒ Dimensionamento dos descarregadores e outros órgãos de segurança e exploração (art.14º).

⇒ Estudo da albufeira (art.15º).

⇒...

⇒ Plano de execução das obras.

⇒ Cláusulas técnicas, a incluir nos cadernos de encargos, da construção e do equipamento.

⇒ Normas gerais de exploração da albufeira e de utilização dos órgãos de segurança.

⇒ Antepiano de observação,



no qual deverão ser indicados, com a respectiva justificação, as grandezas a observar de acordo com a importância das obras, para verificação dos critérios do projecto e para controlo da segurança estrutural, para

cenários correntes e de ruptura.

⇒ Antepiano de primeiro enchimento.

□ **Plano de observação:** O RPBT estabelece, de acordo com o seu art.22º, que a observação da obra, quer durante a fase inicial de exploração quer durante o regime de exploração normal, será da responsabilidade, respectivamente, do técnico responsável pela construção e pelo da observação de comportamento da obra. Aquele(s) técnico(s) deverá apresentar relatórios circunstanciados à Direcção Geral dos Recursos Naturais a qual definirá se necessário e para cada caso, as medidas mais adequadas. Excepcionalmente o RPBT estabelece que, em obras que levantem problemas especiais, deverão ser colocados dispositivos de observação.

Por sua vez o RSB estabelece no seu art.17º que, após a aprovação do projecto, o dono da obra promova a elaboração do plano de observação. Este estudo visará essencialmente o controlo da segurança estrutural das obras principais, a realizar durante as fases de construção, primeiro enchimento, primeiro período de exploração e período de exploração subsequente. No seu art.20º, o RSB impõe que o plano de observação seja convenientemente adaptado sempre que a vida da obra, ocorrências excepcionais e os resultados da observação o justifiquem e, obrigatoriamente, decorridos 20 anos sobre a sua observação.

4 - Conclusões

Encontrando-se actualmente em curso um ambicioso projecto de reestruturação da economia nacional, em particular do seu sector agrícola, considera-se importante alertar para alguns problemas de (falta de) segurança decorrentes da implementação apresada de vários empreendimentos de infra-estruturas a ele ligados. Desta forma analisando somente os que estão integrados no âmbito das pequenas barragens de terra, e de acordo com a experiência obtida desde o início da implementação de tais medidas, convém realçar as seguintes conclusões:

- 1 - Apesar de no seu conjunto aqueles empreendimentos implicarem um movimento significativo de verbas só raramente lhes é dispensada a devida atenção e apreciação técnica.
- 2 - A situação é tão mais grave, em termos de segurança, por se tratarem de obras com pequena dimensão e baixas estimativas orçamentais, pelo que há a tendência generalizada de simplificar em demasia o seu planeamento, projecto e construção.
- 3 - Para se projectar e construir correctamente pequenas barragens de terra é necessário que os seus res-

ponsáveis possuam os conhecimentos básicos de Hidráulica e de Geotecnia que tais obras exigem, não se podendo deixar camuflar esta necessidade pela apreciação precipitada da obra apenas em termos da sua dimensão e do seu valor orçamental.



4 - Os vários intervenientes na realização daqueles empreendimentos, nomeadamente, projectistas, empreiteiros e elementos da fiscalização, encontram-se de uma forma geral mal preparados tecnicamente e sem possuírem os meios humanos e materiais necessários. Avultam assim situações com elevada probabilidade de ocorrência de acidentes, com os consequentes riscos de perdas de vidas e bens, raramente apreciados na fase de projecto.

5 - A legislação técnica portuguesa actualmente em vigor, no âmbito das pequenas barragens, apesar de existente é muitas vezes omissa e contraditória, pelo que há necessidade urgente

de a reapreciar no seu todo, para bem da Economia e da Segurança do País.

Bibliografia:

- [1] - Despacho conjunto A-165/87-X. D.L. nº 202 de 3/9/87 (2ª série). Lisboa.
- [2] - Mineiro, A.J. Correia (1987) - "Acidentes em Obras de Engenharia Civil e a Responsabilidade dos Engenheiros - O caso da Barragem de Teton." Técnica nº 448. AE IST. Lisboa.
- [3] - Lucas, F.J. Freire (1990) - "Introdução à Compactação de Solos" (aguarda publicação). AE ESACB. Castelo Branco.
- [4] - Neves, Maranha das (1981) - "Obras de Terra." FCT/UNL. Lisboa.
- [5] - MOP/DGSH (1968) - "Regulamento de Pequenas Barragens de Terra". Decreto nº 48373, de 8 de Maio de 1968. Lisboa.
- [6] - MOPTC (1990) - "Regulamento de Segurança de Barragens". Decreto Lei nº 11/90, de 6 de Janeiro de 1990. Lisboa.



* Engenheiro Civil. Assistente da E.S.A.C.B..