

A regulamentação da segurança das pequenas barragens. Situação actual

Emanuel Maranha das Neves

A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas: actualidade e desafios futuros.

LNEC, 13 15 de Outubro de 2011

Sumário

RPB (actual e antigo)

Considerações sobre o projecto do novo RPB

Novo RPB e documento de aplicação

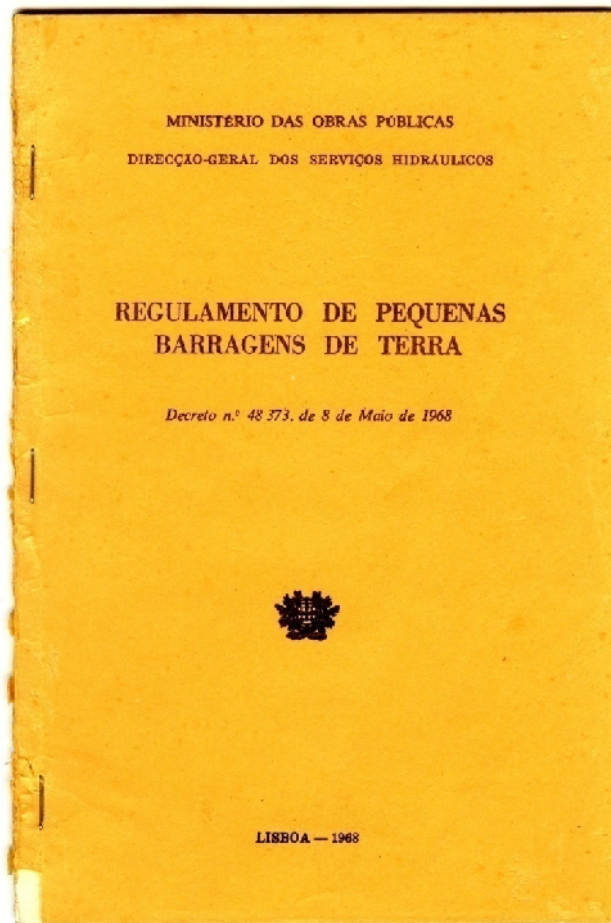
**A revisão do RSB e a definição de pequena
barragem**

Um projecto tipo para pequenas barragens

Considerações finais

Primeiro Regulamento (1968)

21



ANEXO II

Taludes a adoptar, nos termos do artigo 11.º, de acordo com o tipo de terra utilizado na construção

Condições da barragem	Grupo de solo	Paramento	
		Montante	Jusante
Não sujeita a esvaziamento brusco da albufeira	<i>GW, GP, SW, SP (*)</i>	—	—
	<i>GC, GM, SC, SM</i>	2,5 : 1	2 : 1
	<i>CL, ML</i>	3 : 1	2,5 : 1
	<i>CH, MH</i>	3,5 : 1	2,5 : 1
Sujeita a esvaziamento brusco da albufeira	<i>GW, GP, SW, SP (*)</i>	—	—
	<i>GC, GM, SC, SM</i>	3 : 1	2 : 1
	<i>CL, ML</i>	3,5 : 1	2,5 : 1
	<i>CH, MH</i>	4 : 1	2,5 : 1

(*) Solos não adequados para barragens de perfil homogéneo, por terem elevada permeabilidade.

Regulamento de Pequenas Barragens

Decreto-Lei nº 409/93

Aplicável ao projecto, construção, exploração e observação de barragens com **altura ≤ 15 m**, medida desde a parte mais baixa da superfície geral da fundação até ao coroamento e capacidade de **armazenamento $< 100\ 000$ m³**, com excepção das abrangidas pelo nº 2 do Artº 2º do RSB.

Dispensada a aplicação para **H < 8 m** “quando especiais condições técnicas assim o exigirem” (permitirem?).

Revisão **5 anos** após entrada em vigor.

Regulamento de Pequenas Barragens

Decreto-Lei nº 409/93

Artº 14º Dimensionamento da estrutura de barragens de aterro

...

c) Justificar como é assegurada a estanquidade no caso de barragens de enrocamento;

(terra-enrocamento? Enrocamento com geomembrana a montante?)

d) Quantificar a segurança em relação ao colapso...usando métodos de equilíbrios limite;

(colapso?)

e) Considerar as situações de pleno armazenamento ($F=1,5$) e esvaziamento rápido ($F=1,3$)

(Eurocódigo 7, aplicável a pequenas barragens de aterro)

...

Estrutura do projecto de RPB

Objecto e âmbito;

Indica quem aprova o projecto, autoriza a construção e superintende toda a actividade relacionada com este tipo de obras;

Indica quem pode projectar, dirigir a construção e ser responsável pela exploração;

Do ponto de vista técnico, para o projecto e construção, indica apenas certos **requisitos imperativos**;

Penalidades por incumprimento;

Faz referência às Normas em vigor.

Projecto do novo RPB

Artº 1º - **Objecto e âmbito**

Artº 2º - Definições

Artº 3º - Projecto

Artº 4ª - Construção

Artº 5º - Primeiro enchimento

Artº 6º - Exploração

Artº 7º - **Disposições técnicas aplicáveis aos projectos**

Artº 8º - **Disposições técnicas para barragens da classe II**

Artº 9º - Aplicação às fases de construção e exploração

Artº 10º - Penalizações por incumprimento do Regulamento

Projecto do novo RPB

Objecto e âmbito

$H < 15 \text{ m}$; $V \leq 100\,000 \text{ m}^3$; Dano potencial das classes II e III de acordo com o RSB.

As barragens com $H < 5 \text{ m}$ (medida a jusante entre a cota do leito do rio e a do coroamento) podem ser dispensadas da aplicação dos artigos 4º, 5º, 7º e 8º.

Projecto do novo RPB

Artº 7º - Disposições técnicas aplicáveis aos projectos

1 – Para cálculo da cheia de projecto de obras de classe III deve ser adoptado um período de retorno mínimo de 100 anos.

2 – No caso de barragens de aterro:

- a) A folga (cota NMC – cota coroamento não considerando a guarda nem a sobre-elevação) deve ser ≥ 1 m;
- b) A largura do coroamento deve ser ≥ 3 m.

Projecto do novo RPB

Artº 7º - Disposições técnicas aplicáveis aos projectos (cont.)

- 3 - Os descarregadores , no caso de barragens de aterro, não devem ser munidos de comportas nem serem localizados no corpo do aterro. Os descarregadores em canal de encosta devem ter uma estrutura de entrada com vão livre ≥ 3 m. Devem estar permanentemente desobstruídos durante a exploração, não sendo mesmo permitida a sua parcial obstrução, nomeadamente com sacos de areia, redes ou quaisquer outros meios.
- 4 – As condutas das descargas de fundo não devem ter contacto directo com os aterros.

Projecto do novo RPB

Artº 8º - Disposições técnicas específicas para barragens da classe II

Para além das já referidas (quando aplicáveis), salientam-se:

Período de retorno da cheia de projecto ≥ 500 anos

Dotar a barragem de tomada de água e descarga de fundo munidas com comporta a montante (podendo aceitar-se que uma única conduta desempenhe as duas funções)

Regulamentos e Normas

A regulamentação em Portugal (Decreto-lei);

As “Normas” associadas ao RSB (Portarias);

As Normas Europeias (CEN), Eurocodes;

As Normas Portuguesas (IPQ), Eurocódigos.

RPB: Decreto-Lei + “Guia” (a publicar pelo INAG)

GUIA (“guidelines”)

Publicação a editar com a entrada em vigor do RPB

Realização de um curso, cuja documentação é fundamentalmente o documento a ser publicado, curso esse organizado pelo INAG, LNEC, IST e FUNDEC e que terá lugar no LNEC, nos dias 14 a 16 de Novembro de 2011.

Revisão do RSB quanto ao seu âmbito e reflexos na definição de pequena barragem

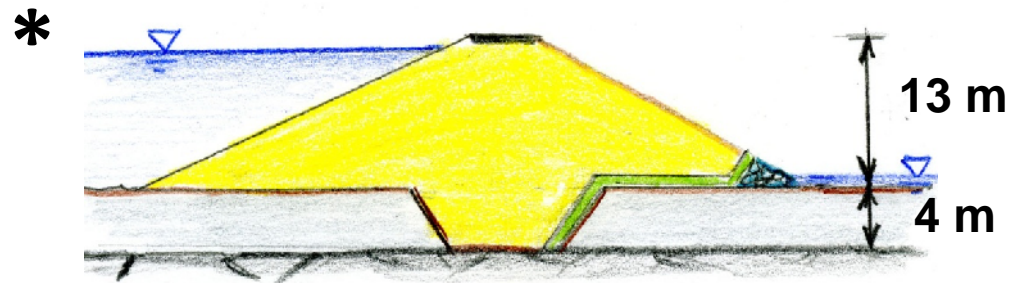
Projecto de Boletim da ICOLD “Small dams. *Design, surveillance and rehabilitation*”, 2010

Definição de pequena barragem:

$$A = H^2 \cdot \sqrt{V} < 200$$

H – altura da barragem em metros*

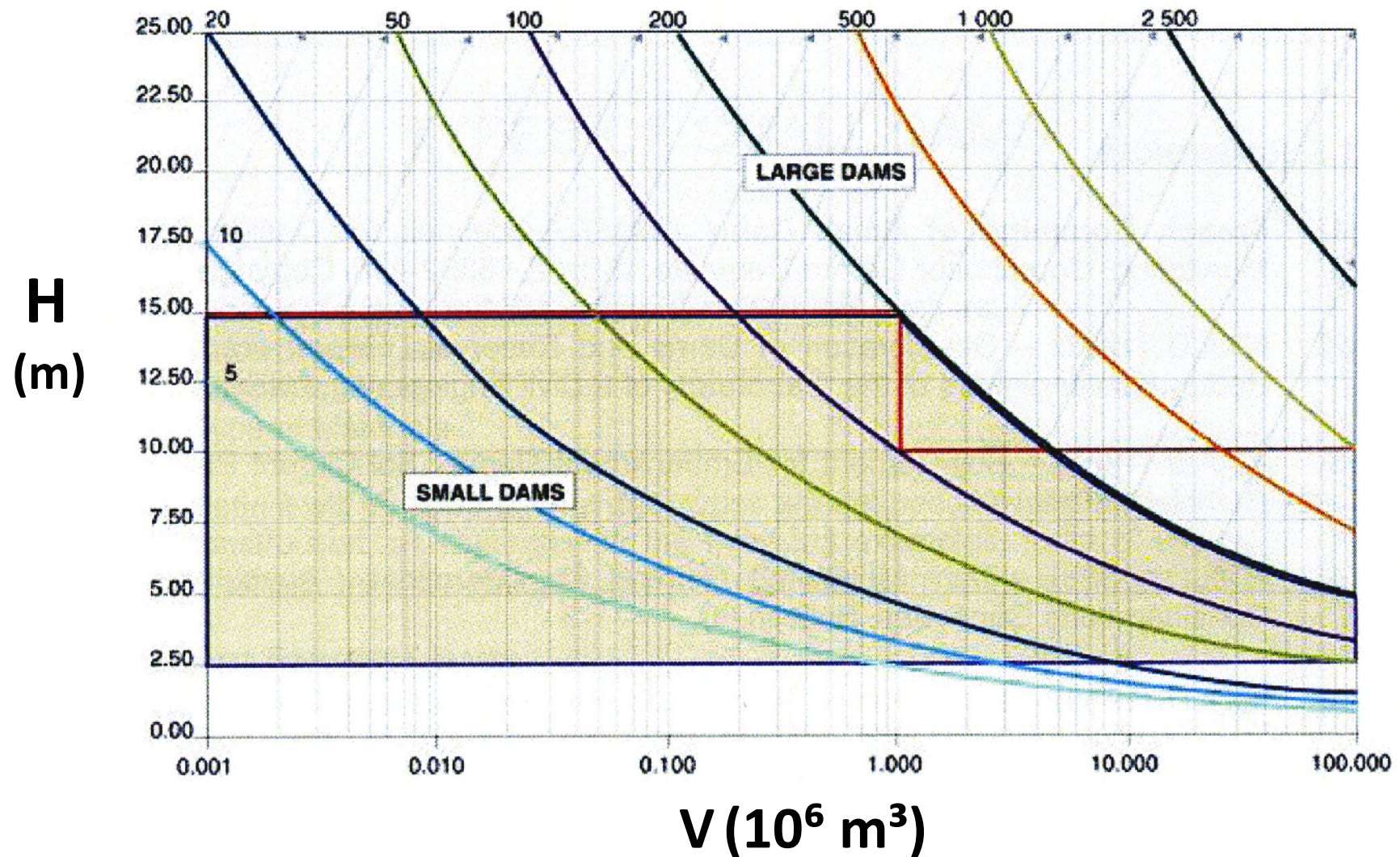
V – volume do reservatório em 10^6 m^3



Definição de pequena e grande barragem

Projecto de Boletim da ICOLD "Small dams. Design, surveillance and rehabilitation", 2010

$$A = H^2 \cdot V < 200$$



Barragem de Fragusta

Ribeira de Tera, bacia hidrográfica do Tejo

H = 9 m; V= 130 000 m³; A = 3,25



Barragem de Fragusta

Rotura em 18 de Maio de 2011



Barragem de Fragusta

Rotura em 18 de Maio de 2011



Estrada EN 372-1

(Barragem de Fragusta)



Revisão do RSB quanto ao seu âmbito e reflexos na definição de pequena barragem

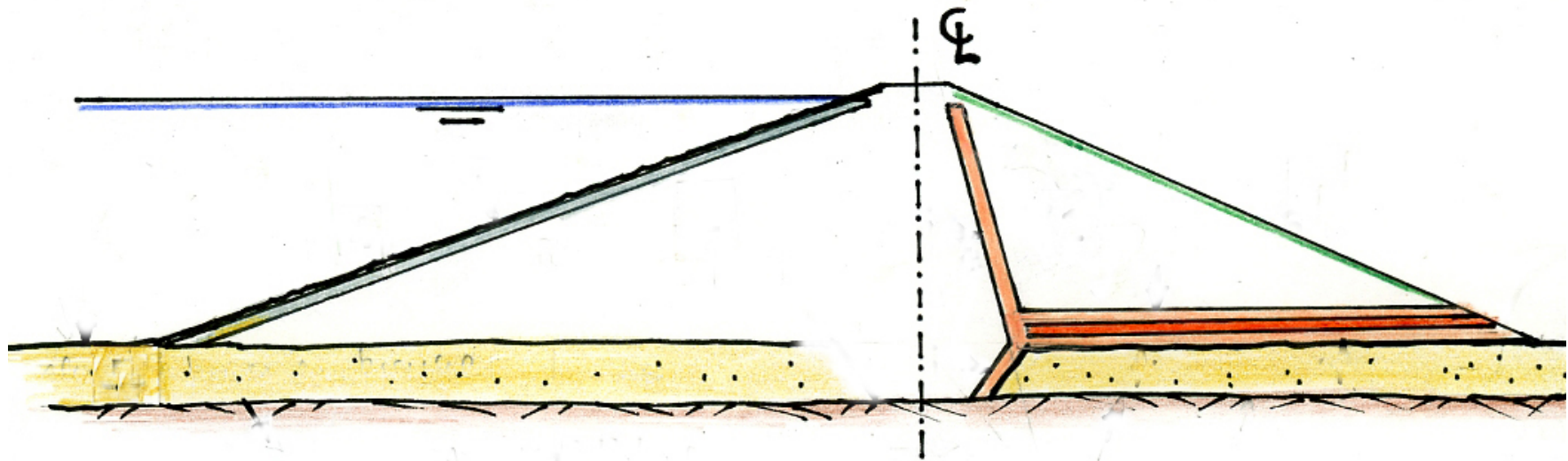
Classificação desenvolvida pelo Comité Francês de Grandes Barragens.
Introdução de classes de consequências (dano potencial, DP).

Componente	DP baixo (I)	DP médio (II)	DP elevado (III)
A	$A < 20$	$20 < A < 200$	$A \geq 200$
Perda de vidas	≈ 0	< 10	≥ 200
Risco económico	Baixo	Moderado	Elevado ou extremo
Risco Ambiental	Baixo a moderado	Elevado	Extremo
Perturbação social	Baixa (área rural)	Regional	Nacional

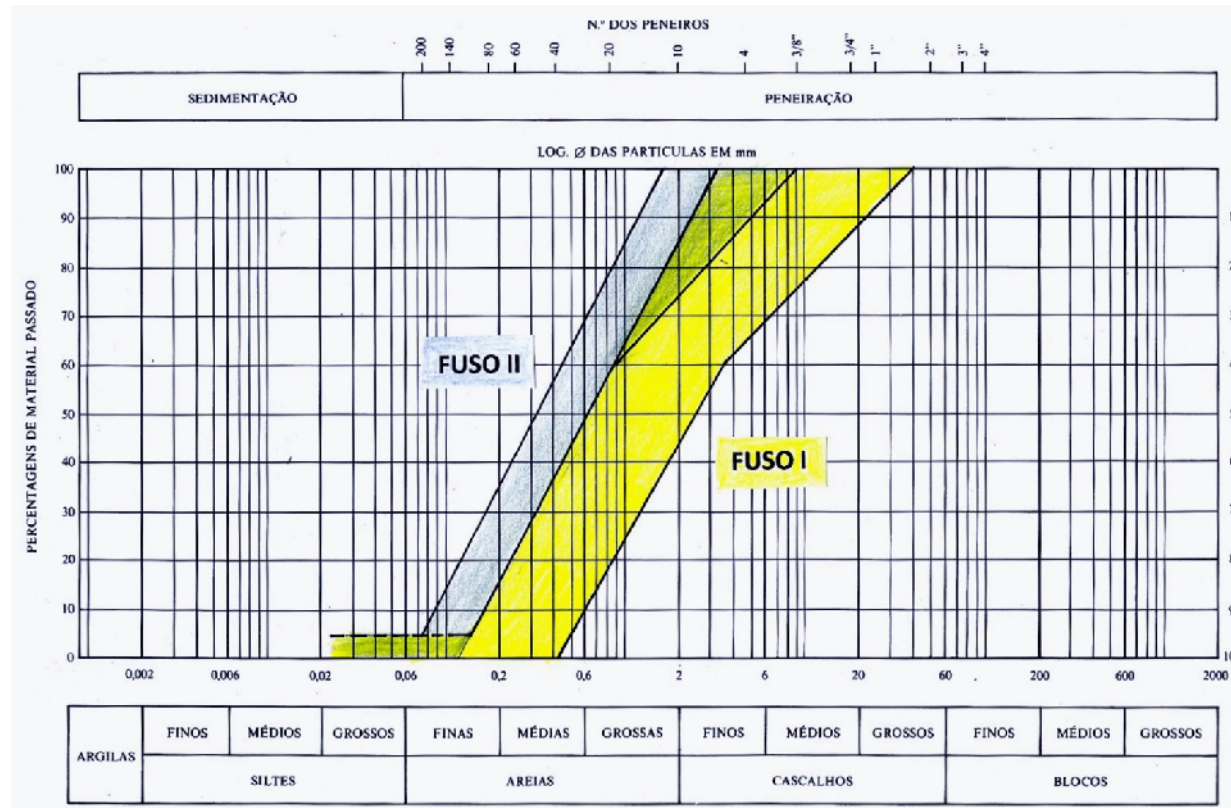
O DP relaciona-se com o critério mais elevado. Por ex., uma barragem com $A < 200$, mas com uma exposição de um nº de pessoas > 10 seria classificada com um PP da classe III.

Perfil tipo de uma pequena barragem de aterro

Exemplo do dimensionamento de filtros e drenos

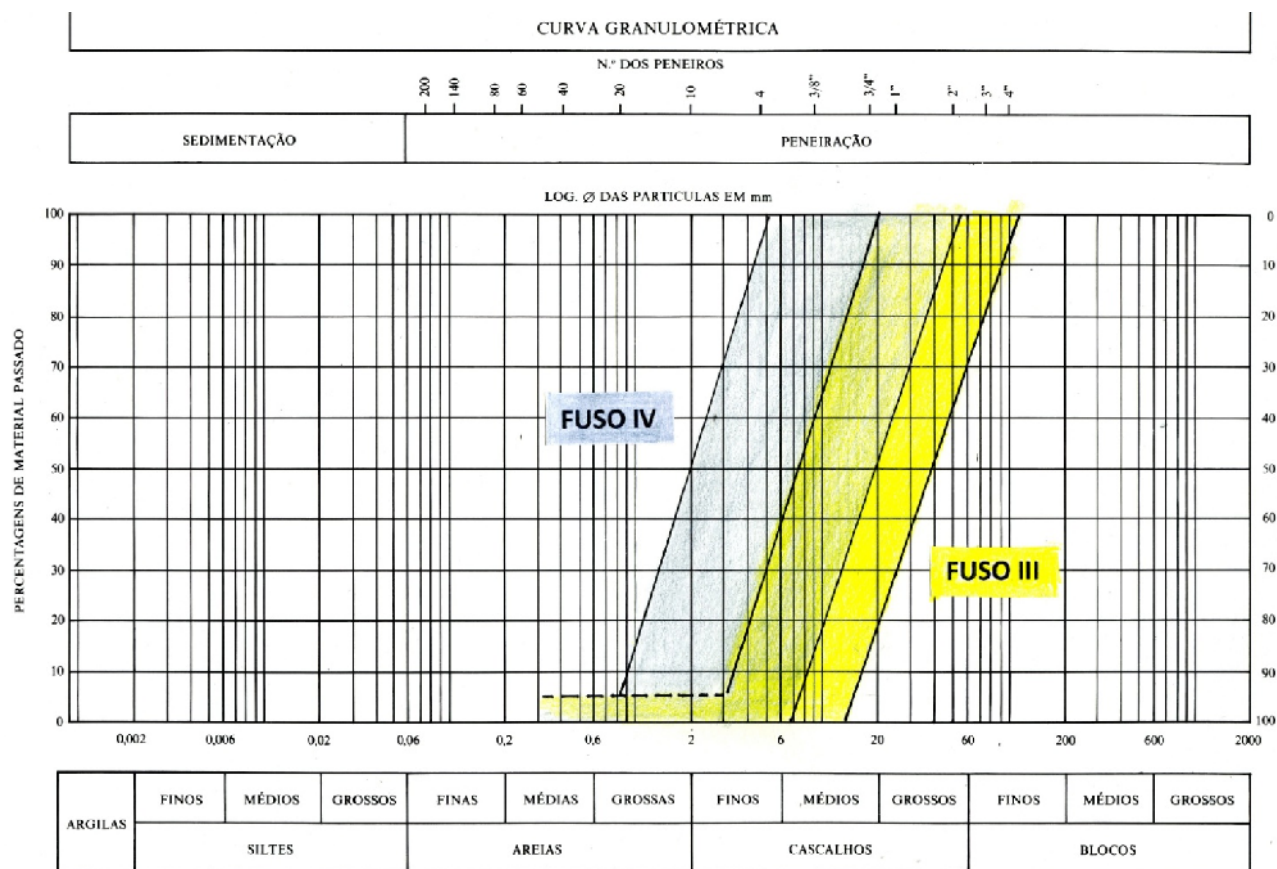


Projecto tipo de uma pequena barragem de aterro



Fusos granulométricos I e II para os materiais a usar nos filtros chaminé, de acordo com os solos usados no corpo da barragem

Projecto tipo de uma pequena barragem de aterro



Fusos granulométricos III e IV para os drenos, de acordo com o tipo de filtro a que estão associados

CONSIDERAÇÕES FINAIS(I)

Apresentaram-se as características gerais projecto de RPB:

O projecto do RPB tem uma estrutura simples : descreve o âmbito, indica a autoridade que aprova o projecto, autoriza a exploração e superintende toda actividade com este tipo de obras;

São referidas as competências requeridas para projectar, dirigir a construção responsabilizar-se pela exploração;

Do ponto de vista técnico apenas indica certos requisitos que são de cumprimento imperativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS(II)

Foi feita referência ao Guia (“Guidelines”) onde se apresentam todo o conjunto de informações detalhadas sobre o projecto, a construção e a exploração das pequenas barragens;

Analisaram-se possíveis definições de pequena barragem a introduzir na revisão do RSB;

CONSIDERAÇÕES FINAIS(III)

Proposta de, no Guia (“Guidelines”), se definir uma categoria de pequenas barragens a que são aplicáveis regras de dimensionamento muito simples e de natureza prescritiva, sendo igualmente apresentadas disposições construtivas e de exploração completas, eficientes e praticáveis.