



**INRH**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE RECURSOS HÍDRICOS

## Guia Prático

Inspeção Expedita do Estado e Segurança de  
Barragens e Albufeiras

NOVEMBRO 2016

ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS



ambiente

ecosphere

SERVENG



## NOTA PRÉVIA

No âmbito da componente Barragens, a Assistência Técnica ao Instituto Nacional de Recursos Hídricos (ATINRH) apresentou em Setembro de 2015 um documento de reflexão e detalhe de actividades a desenvolver para o período 2015 a 2017. Entre outras propostas inovadoras, o documento preconiza uma abordagem integrada da organização das actividades a realizar sob o tema da Segurança de Barragens, consubstanciando também a segurança de albufeiras, a ser orientada por um instrumento transversal e agregador, o Plano Nacional de Segurança de Barragens e Albufeiras (PNSBA).

A elaboração do PNSBA integra a proposta de investimentos que será financiada pelo Banco Mundial no âmbito do programa Projecto de Desenvolvimento Institucional para o Sector da Água II – 2016-2022 (PDISA II).

O presente guia prático tem por objectivo definir os procedimentos básicos para a realização das inspecções expeditas de barragens e albufeiras com vista à sua identificação e caracterização e ao levantamento do seu estado de conservação e de segurança.

Este guia prático está articulado com as Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras, apresentadas em anexo, elaboradas para o registo das características, do estado de conservação e do estado de segurança de barragens e albufeiras.

Da conjugação destes dois documentos (guia prático e fichas de identificação e caracterização) resulta numa proposta que servirá de base às especificações técnicas para a elaboração do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras a ser promovido pelo pelo Ministério da Energia e Águas (MINEA), através do INRH, no âmbito da elaboração do PNSBA.

O guia prático e as fichas de identificação e caracterização referidos destinam-se a dois tipos de barragens, de alvenaria ou betão e de enrocamento ou de terra. Ficaram fora do âmbito destes dois documentos as barragens de rejeitados.

A produção destes documentos insere-se no âmbito das actividades da componente Barragens da ATINRH. Compreenderá um teste em dois casos práticos, tendo em vista o seu aprimoramento, acção que, simultaneamente, constituirá o arranque do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras.



## ÍNDICE

NOTA PRÉVIA.....	1
ÍNDICE .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
ÍNDICE DE QUADROS.....	5
GLOSSÁRIO.....	7
ACRÓNIMOS.....	9
PARTE 0 – INFORMAÇÃO PRÉVIA E COMPLEMENTAR.....	11
0.1. Barragens e Órgãos.....	11
0.1.1. Introdução .....	11
0.1.2. Tipologias gerais de barragens .....	12
0.1.3. Tipos de barragens de alvenaria e de betão .....	14
0.1.4. Tipos de barragens de aterro .....	18
0.1.5. Tipos de Descarregadores de Cheia .....	20
0.1.6. Tipos de Descargas de Fundo.....	24
0.1.7. Equipamentos Hidromecânicos.....	25
0.1.8. Glossário de Deteriorações em Barragens .....	30
0.2. Fichas de Identificação e Caracterização.....	34
0.2.1. Objectivo das Fichas de Identificação e Caracterização.....	34
0.2.2. Componentes das Fichas de Identificação e Caracterização .....	35
0.3. Base de Dados .....	38
PARTE 1 – INFORMAÇÃO GERAL SOBRE O GUIA PRÁTICO.....	39
1.1. Objectivo e Estrutura do Guia Prático .....	39
1.1.1. Objectivo do Guia Prático .....	39
1.1.2. Estrutura do Guia Prático .....	39
1.2. Destinatários do Guia Prático .....	40
1.3. Modo de Utilização .....	40
PARTE 2 – INSTRUÇÕES DE PREPARAÇÃO .....	41
2.1. Contexto .....	41
2.2. Recolha Preliminar de Dados e Informação.....	41
2.3. Preparação da deslocação e inspecção.....	42
PARTE 3 – INSTRUÇÕES DE INSPECÇÃO .....	45
3.1. Preâmbulo .....	45
3.2. Reunião com Entidade Titular da Barragem .....	45

3.3. Inspeção Expedita à Estrutura da Barragem .....	47
3.3.1. Coroamento .....	48
3.3.2. Paramento ou Talude de Montante .....	49
3.3.3. Paramento ou Talude de Jusante.....	50
3.3.4. Zona ou Pé de Talude de Jusante.....	51
3.4. Inspeção Expedita aos Órgãos de Exploração e de Segurança .....	51
3.5. Inspeção Expedita ao Sistema de Observação .....	54
3.6. Inspeção Expedita da Albufeira e Espaços Envolventes Adjacentes.....	55
PARTE 4 – INSTRUÇÕES PÓS INSPECÇÃO .....	59
4.1. Análise da Informação .....	59
4.2. Registo da Informação.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	63
ANEXO .....	65
Anexo 1 – Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras .....	67
Anexo 2 – Fluxograma do Processo .....	87
Anexo 3 – <i>Checklist</i> de tarefas a realizar .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de uma barragem (Alto Lindoso, Portugal) .....	11
Figura 2. Barragem mista betão/aterro (Calueque, Cunene, Angola).....	13
Figura 3. Barragem móvel (Crestuma-Lever, Portugal) .....	15
Figura 4. Barragem de alvenaria (Vale do Rossim, Portugal).....	15
Figura 5. Barragem de contrafortes (Caia, Portugal) .....	16
Figura 6. Barragem de arco gravidade (Kariba, Zâmbia/Zimbabué).....	16
Figura 7. Barragem de abóbodas múltiplas (Aguieira, Portugal) .....	17
Figura 8. Barragem de arco / abóboda simples (Alto Lindoso, Portugal) .....	17
Figura 9. Barragem de enrocamento com cortina a montante (Paradela, Portugal) .....	18
Figura 10. Barragem de terra (Quiminha, Bengo, Angola).....	19
Figura 11 Barragem perfil homogéneo (Burga, Portugal) .....	19
Figura 12. Barragem perfil zonado (Beliche, Portugal) .....	19
Figura13. Dispositivos de controlo de percolação.....	20
Figura 14. Descarregador sobre a barragem com descarga e queda livre (Cambambe, Cuanza Norte, Angola) .....	22
Figura 15. Descarregador sobre a barragem com descarga livre, queda guiada, trampolim e dissipação de energia no leito (Alto Cávado, Portugal) .....	22

Figura 16. Descarregador sobre a barragem com comporta, queda guiada e obra de dissipação (Torrão, Portugal) .....	23
Figura 17. Descarregador sobre a barragem (barragem móvel), com comporta de controlo e bacia de dissipação (Coimbra, Portugal) .....	23
Figura 18. Descarregador de orifício com comporta, queda guiada, trampolim e dissipação de energia no leito (Capanda, Malange, Angola) .....	23
Figura 19. Descarregador em canal de encosta, dissipação de energia por degraus (Robert-Bourassa, Canadá) .....	24
Figura 20. Descarregador de poço (Monte da Rocha, Portugal) .....	24
Figura 21. Comporta de vagão duplo de descarregador de cheia (Belver, Portugal) .....	25
Figura 22. Comporta de vagão – Corte vertical e pormenor da ranhura .....	26
Figura 23. Comporta de corredeira numa descarga de fundo Esquema vertical e pormenor da ranhura .....	26
Figura 24. Comportas de corredeira de descarga de fundo subterrânea – a jusante fechada .....	27
Figura 25. Comporta de segmento de superfície em descarregador de cheia e, a montante, ensecadeira de elementos .....	27
Figura 26. Comporta de segmento em saída de galeria de descarga de fundo e, a jusante, ensecadeira de elementos .....	28
Figura 27. Comporta de charneira (basculante) sobre comporta de segmento de superfície em descarregador de cheia .....	28
Figura 28. Válvula de cunha e válvula de borboleta .....	29
Figura 29. Válvula de borboleta .....	29
Figura 30. Válvula cónica ou de jacto oco. À direita, esquema e imagem com válvula aberta .....	29
Figura 31. Sulcos .....	30
Figura 32. Fendas .....	31
Figura 33. Depressão .....	31
Figura 34. Meteorização do <i>rip-rap</i> (esquerda) e ravinamento (direita) .....	32
Figura 35. Vazios .....	32
Figura 36. Ressurgência e arrastamento de finos .....	33
Figura 37. Vegetação excessiva .....	33
Figura 38. Perfurações animais .....	34

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Classificação de descarregadores de cheia (adaptado de QUINTELA, 1990) .....	21
Quadro 2. Campos ou conjuntos de campos de informação associados a cada componente .....	36
Quadro 3. Critério de qualificação do estado geral de conservação dos órgãos de exploração e segurança .....	53
Quadro 4. Riscos de segurança associados a deteriorações e deficiências .....	60





## GLOSSÁRIO

**Barragem** – Estrutura artificial de retenção situada no leito do curso de água que, limitando em todo ou em parte o contorno de um espaço encaixado no terreno, seja destinada ao armazenamento de água dentro do mesmo.

**Bacia de Dissipação** – Componente complementar da barragem, localizado no pé da barragem, destinado à dissipação da energia em descargas com queda livre, com o fim de assegurar a integridade do leito ao longo da vida da obra, bem como, em certos casos, a protecção das vertentes junto à barragem (INSTITUTO DA ÁGUA, 2001).

**Comporta** – Obstáculo móvel da barragem, composto por um ou vários equipamentos hidromecânicos, instalado em descarregador de cheia, descarga de fundo e tomada de água, com vista a promover a obturação e controlo do escoamento através da barragem.

**Coroamento** – Parte ou superfície superior de uma barragem que pode ser constituída, em parte ou na totalidade, por descarregador de superfície, via ou caminho de acesso reservado à operação da barragem ou para circulação pública.

**Descarga de fundo** – Componente da barragem que permite o esvaziamento da albufeira, controlar a subida de nível na albufeira durante o primeiro enchimento, possibilitando a observação do comportamento estrutural da barragem e controlar a acumulação de detritos, a montante, no leito da albufeira, se o esvaziamento da mesma ocorrer no período de ocorrência de valores mais elevados de caudais.

**Descarregador de cheia** – Componente de segurança da barragem que permite a condução dos caudais de cheia para jusante barragem, proporcionando a sua restituição da forma mais semelhante possível ao escoamento natural.

**Estação elevatória** – Órgão complementar de uma barragem que permite o bombeamento de água de jusante de uma barragem para a albufeira da mesma ou de uma albufeira vizinha.

**Escala limnimétrica** – Equipamento de observação, constituído por uma régua instalada na vertical, destinado à leitura directa do nível de água de um curso de água ou de uma albufeira.

**Extensómetro** ou **firos extensométricos** – Equipamento de observação destinado à medição de deslocamentos internos do corpo da barragem.

**Fio de prumo** – Equipamento de observação destinado à medição dos deslocamentos horizontais de barragens de betão e alvenaria. *Materializam uma vertical que passa pelo ponto de suspensão do fio, no caso de firos de prumo directos, ou pelo ponto de amarração da ancoragem, no caso de firos de prumo invertidos* (INSTITUTO DA ÁGUA, 2001).

**Galeria** – Túnel associado à barragem destinado ao acesso a órgãos enterrados, à drenagem dos caudais percolados pelo corpo da barragem e à observação do comportamento da mesma.

**Inclinómetro** – Equipamento de observação destinado à *medição de deslocamentos internos de barragens de aterro e no interior de outros maciços que possam afectar a segurança da barragem* (INSTITUTO DA ÁGUA, 2001).

**Paramento** – Superfície frontal ou superfície posterior, em contacto com a água retida na albufeira, do corpo da barragem.

**Percolação** – Escoamento de água no subsolo, maciço rochoso fracturado ou aterro.

**Piezómetro** – Equipamento de observação destinado à medição de níveis hidráulicos ou pressão na água intersticial.

**Restituição** – Circuito hidráulico de transporte de água entre as turbinas e o curso de água ou local onde a água não consumida captada na albufeira é devolvida ao curso de água natural.

**Tomada de água** – Componente da barragem que permite a captação de água para uso, podendo ser feita à superfície ou em profundidade

## ACRÓNIMOS

<b>ASBA</b>	Autoridade de Segurança de Barragens e Albufeiras
<b>ATINRH</b>	Assistência Técnica ao Instituto Nacional de Recursos Hídricos
<b>GAMEK</b>	Gabinete de Administração do Médio Kwanza
<b>INRH</b>	Instituto Nacional de Recursos Hídricos
<b>PDISAI</b>	Projecto de Desenvolvimento Institucional para o Sector da Água II (2016-2022)
<b>PNSBA</b>	Plano Nacional de Segurança de Barragens e Albufeiras
<b>SGSBA</b>	Sistema de Gestão de Segurança de Barragens e Albufeiras

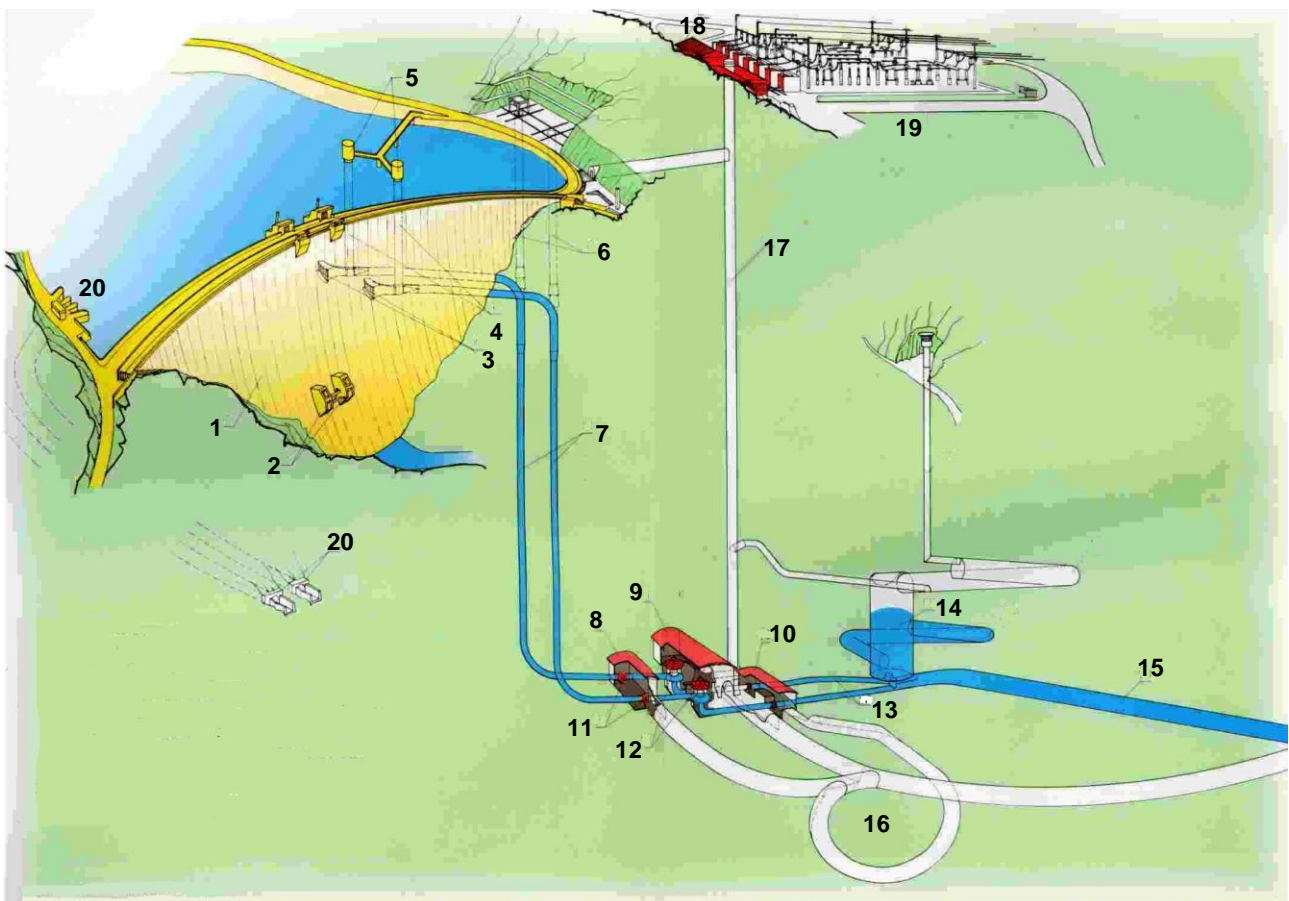


## PARTE 0 – INFORMAÇÃO PRÉVIA E COMPLEMENTAR

### 0.1. Barragens e Órgãos

#### 0.1.1. Introdução

Nesta parte inicial do guia, pretende-se fazer uma introdução básica aos conceitos relacionados com as barragens, com o objectivo de auxiliar o preenchimento das Fichas de Identificação e Caracterização, elucidando sobre as tipologias de barragens, dos seus órgãos e dispositivos de exploração e segurança mais comuns, não só de um modo descritivo, mas sobretudo figurativo.



**Figura 1.** Esquema de uma barragem (Alto Lindoso, Portugal)

[Fonte: Adaptado <http://alfarrabio.di.uminho.pt/>]

Tendo por mote a imagem anterior, referente ao esquema da Barragem do Lindoso, em Portugal, é reproduzida, em seguida, a legenda que lhe é associada referente aos seus órgãos

que também são frequentes encontrar em outras barragens:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Barragem (betão);                     | 11. Válvulas;                                  |
| 2. Descarga de fundo;                    | 12. Grupos geradores;                          |
| 3. Boca de tomada de água;               | 13. Ramais de restituição;                     |
| 4. Torres das tomadas de água;           | 14. Chaminé de equilíbrio;                     |
| 5. Casa de manobras das tomadas de água; | 15. Galeria de restituição;                    |
| 6. Poços auxiliares;                     | 16. Galeria de acesso à central hidroeléctrica |
| 7. Poços de carga;                       | 17. Poço de barramentos e cabos;               |
| 8. Câmaras das válvulas;                 | 18. Edifício de comando;                       |
| 9. Central hidroeléctrica;               | 19. Subestação eléctrica;                      |
| 10. Câmara de válvulas;                  | 20. Descarregadores de cheia.                  |

Nos pontos seguintes, pretende-se aludir, caracterizar e ilustrar aqueles que são os mais relevantes tipos de barragens e tipos de órgãos de barragens, em consonância com as fichas de identificação e caracterização.

### 0.1.2. Tipologias gerais de barragens

Quanto ao material de constituição geral do corpo da barragem, as barragens podem ser dos seguintes tipos:

- Alvenaria;
- Betão;
- Enrocamento;
- Terra;
- Mista;
- Gabiões;
- Insufláveis;
- Rejeitados.

As barragens de alvenaria, que são geralmente obras de gravidade ou em contrafortes, são constituídas por pedra aparelhada nos paramentos e a granel no interior. As barragens de betão, pelas suas características construtivas, ou seja, por ser moldável e garantir a continuidade estrutural, são barragens das mais diferentes formas estruturais e geométricas.

As barragens de enrocamento e as barragens de terra, ambas geralmente classificadas como barragens de aterro, são constituídas genericamente por pedra solta, quando de enrocamento, e por terra. As barragens deste tipo são barragens de gravidade.

Existem casos em que estes dois tipos de barragens se complementam, ou seja, uma parte da barragem é em betão e outra parte de aterro, sendo designadas por barragens mistas, como é o caso da barragem de Calueque, na Província do Cunene (ver figura 2).



**Figura 2.** Barragem mista betão/aterro (Calueque, Cunene, Angola)

[Fonte: <http://www.progenie-engineering.com>]

Faz-se agora referência a dois tipos de barragens não convencionais e pouco frequentes, motivo pelo qual serão objecto apenas de uma breve descrição. As barragens de gabiões são também barragens gravidade, que, como o nome indica, são construídas em gabiões. As barragens insufláveis são constituídas por uma manga tubular de material elástico, usualmente borracha ou equivalente, que se enche e esvazia em função dos caudais e níveis que se pretendem controlar. São normalmente barragens que não superam as duas dezenas de metros de altura.

Por fim, refiram-se a existência de barragens de rejeitados, com características específicas em função do fim a que se destina, que não são objecto de tratamento no presente documento.

### 0.1.3. Tipos de barragens de alvenaria e de betão

Como discriminado nas fichas de identificação e caracterização (ver ponto 0.2 e anexo), as barragens de alvenaria e de betão podem ser classificadas quanto ao modo como se realiza a retenção – tipo de barragem – e quanto aos materiais constituintes e configuração estrutural – tipo estrutural (TAVEIRA PINTO, *et al*, 2012):

- i. Tipo de barragem;
  - Fixa;
  - Móvel;
  - Mista.
- ii. Tipo estrutural;
  - Betão;
  - Alvenaria;
  - Gravidade maciça;
  - Contrafortes;
  - Arco gravidade;
  - Abóbodas múltiplas;
  - Arco / abóboda simples

Quanto ao modo como se realiza a retenção de água, as barragens fixas, o tipo mais comum, promovem uma retenção permanente no curso de água, enquanto as barragens móveis, sendo a retenção produzida por comportas ou deformação do corpo da barragem, caso das insufláveis, que podem ser deslocadas ou retiradas, a retenção do curso de água pode ser suprimida ou revertida, por exemplo em períodos de cheia. Um exemplo de uma barragem móvel é a Barragem de Crestuma-Lever, no Rio Douro, Portugal (ver figura 3).

Do ponto de vista estrutural, em concreto, no que respeita ao material usado na sua construção, este tipo de barragens pode ser construída em betão ou em alvenaria de pedra ou serem mistas. A figura 4 ilustra um exemplo de uma barragem em alvenaria de pedra, a Barragem de Vale do Rossim, na Serra da Estrela, em Portugal.

Quanto à sua geometria e comportamento estrutural, os dois exemplos referidos anteriormente, ilustrados na página seguinte, são exemplos de barragens de gravidade maciças. Nas figuras 5 a 8, exemplificam-se os restantes tipos de barragens acima elencadas.





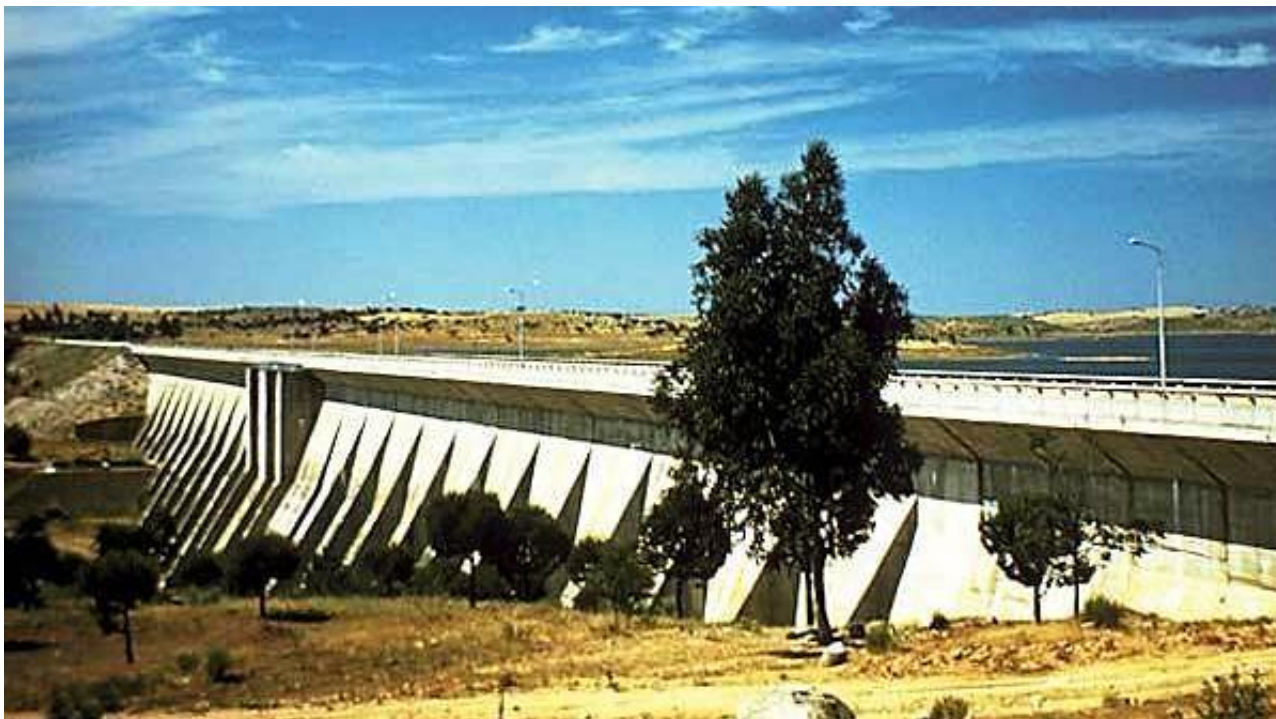
**Figura 3.** Barragem móvel (Crestuma-Lever, Portugal)

[Fonte: A Terceira Dimensão]



**Figura 4.** Barragem de alvenaria (Vale do Rossim, Portugal)

[Fonte: Bombeiros Voluntário de Gouveia]



**Figura 5.** Barragem de contrafortes (Caia, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]



**Figura 6.** Barragem de arco gravidade (Kariba, Zâmbia/Zimbabué)

[Fonte: <http://almighty-nanj.lblog.jp/archives/44302030.html>]



**Figura 7.** Barragem de abóbodas múltiplas (Aguieira, Portugal)

[Fonte: A Terceira Dimensão]



**Figura 8.** Barragem de arco / abóboda simples (Alto Lindoso, Portugal)

[Fonte: Geocaching]

#### 0.1.4. Tipos de barragens de aterro

Em concordância com as fichas de identificação e caracterização (ver ponto 0.2 e anexo 1), as barragens de aterro, como barragens fixas, são classificadas quanto ao tipo estrutural, ou seja, quanto aos materiais constituintes e configuração estrutural:

- Terra;
- Enrocamento;
- Mista;
- Perfil homogéneo;
- Perfil zonado.

As barragens de terra são constituídas por solos ou mistura de solos e as barragens de enrocamento, como o nome indica, por enrocamentos, isto é, matérias que atingem dimensões com larga gama de variação. Neste último tipo, existe um órgão de estanquidade no paramento de montante ou no interior. Existem barragens construídas com terra e enrocamento, por isso classificadas de mistas.



**Figura 9.** Barragem de enrocamento com cortina a montante (Paradelas, Portugal)

[Fonte: SapoFotos]

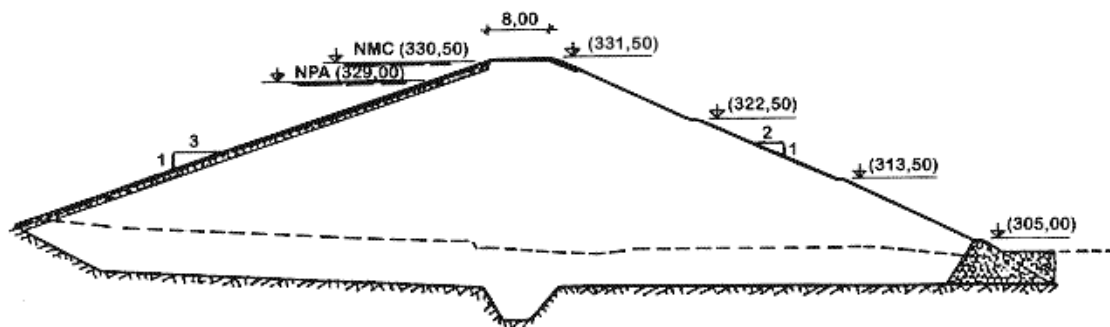
As barragens deste tipo apresentam um perfil geralmente trapezoidal, que pode ser homogéneo, quando constituída por apenas um tipo de solo, ou zonado, quando são empregues solos com características distintas, geralmente formado por um núcleo impermeável e maciços

estabilizadores a jusante e a montante permeáveis.



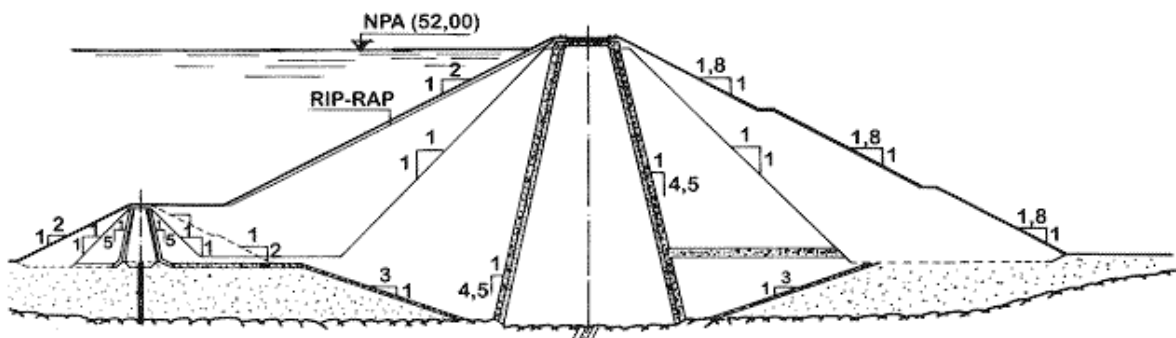
**Figura 10.** Barragem de terra (Quiminha, Bengo, Angola)

[Fonte: ATINRH]



**Figura 11** Barragem perfil homogéneo (Burga, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]



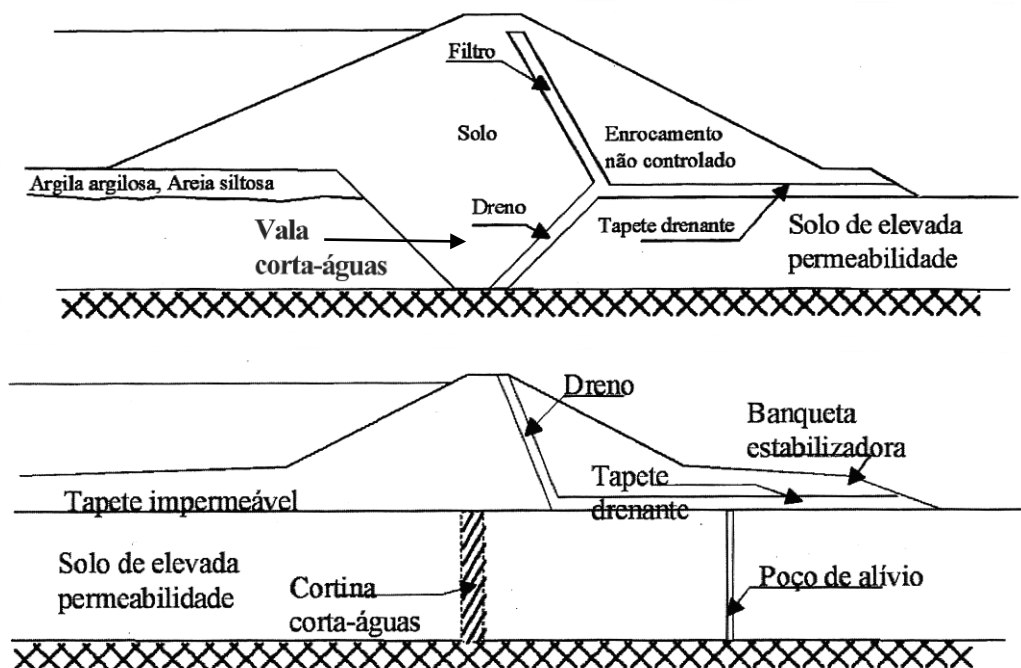
**Figura 12.** Barragem perfil zonado (Beliche, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]

Outro aspecto característico nas barragens de enrocamento e de aterro é o tipo de dispositivos de controlo de percolação, existente sobretudo nas barragens de perfil homogéneo e fundação em solos permeáveis. Assim, o perfil da barragem pode contemplar:

- Dreno de pé de barragem;
- Núcleo de controlo de percolação;
- Tapete drenante;
- Dreno ou filtro vertical ou inclinado;
- Corta-água (cortina ou vala);
- Poços de alívio;
- Impermeabilização do paramento de montante.

Na figura seguinte apresentam-se duas ilustrações com a representação esquemática dos principais dispositivos de controlo de percolação.



**Figura13.** Dispositivos de controlo de percolação

[Fonte: Instituto da Água]

### 0.1.5. Tipos de Descarregadores de Cheia

Os descarregadores de cheias são os órgãos de exploração e segurança das barragens destinados a escoar o caudal de cheia de projecto de uma barragem.

Estes órgãos podem ser classificados quanto à localização e controlo do caudal e quanto ao guiamento da lâmina líquida e modo de dissipação de energia (QUINTELA, 1990), de acordo com o quadro seguinte.

**Quadro 1.** Classificação de descarregadores de cheia (adaptado de QUINTELA, 1990)

<b>Classificação</b>	<b>Aplicabilidade</b>	<b>Controlo de escoamento</b>
<b>A. Localização e controlo do escoamento</b>		
A.1. Sobre a barragem	Barragens de Betão	Descarga livre, por sifão ou controlada por comporta
	Barragens de aterro (descarregadores não convencionais)	Descarga livre
A.2. Orifícios através da barragem	Barragens de betão	Descarga controlada por comportas
A.3. Canal de encosta	Qualquer tipo de barragem	Descarga livre ou controlada por comportas
A.4. Poço (vertical ou inclinado)	Barragem de terra ou de enrocamento (poço, seguido de galeria sob a barragem)	Descarga livre ou controlada por comportas
	Barragem de qualquer tipo (galeria escavada)	
A.5. Fusível	Qualquer barragem (de emergência, lateral à barragem)	Descarga livre
<b>B. Guiamento da lâmina líquida e dissipação</b>		
B.1. Queda livre e dissipação de energia no leito	Com e sem protecção do leito, com ou sem sobrelevação do nível natural do rio	Localização e controlo segundo A.1 ou A.2
B.2. Queda guiada e trampolim de saída com dissipação no leito	Com e sem protecção do leito, com ou sem sobrelevação do nível natural do rio	Localização e controlo segundo A.1, A.2, A.3 e A.4.
B.3. Queda guiada e obra de dissipação de energia	Localização e controlo segundo A.1, A.2, A.3 e A.4.	

Não obstante esta classificação, existem tipologias diferentes das inumerados. Um caso distinto muito usual é o dos descarregadores de cheia por galeria escavada no maciço natural,

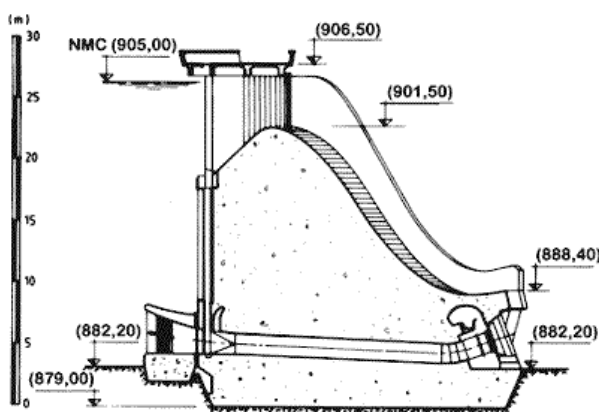
como se verifica na Barragem do Alto Lindoso, documentado pelo esquema da figura 1. Quanto à dissipação de energia, ressalta-se a alternativa das soleiras em degraus em canais de encosta.

Nas figuras seguinte, pretende-se exemplificar os principais tipos de descarregadores de cheia.



**Figura 14.** Descarregador sobre a barragem com descarga e queda livre (Cambambe, Cuanza Norte, Angola)

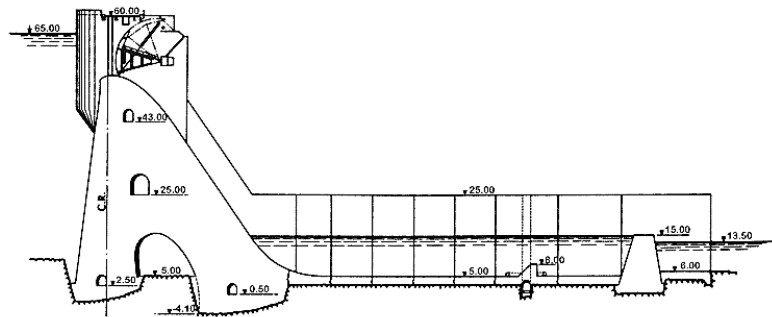
[Fonte: INRH]



**Figura 15.** Descarregador sobre a barragem com descarga livre, queda guiada, trampolim e dissipação de energia no leito (Alto Cávado, Portugal)

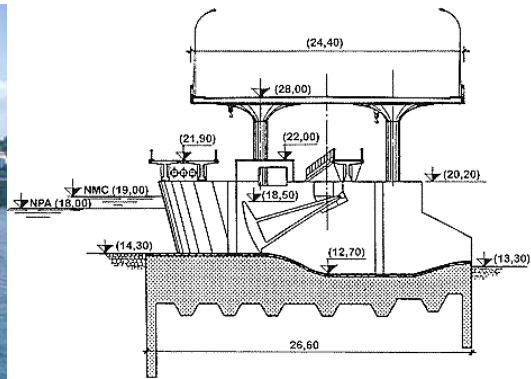
[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]





**Figura 16.** Descarregador sobre a barragem com comporta, queda guiada e obra de dissipação (Torrão, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]



**Figura 17.** Descarregador sobre a barragem (barragem móvel), com comporta de controlo e bacia de dissipação (Coimbra, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]



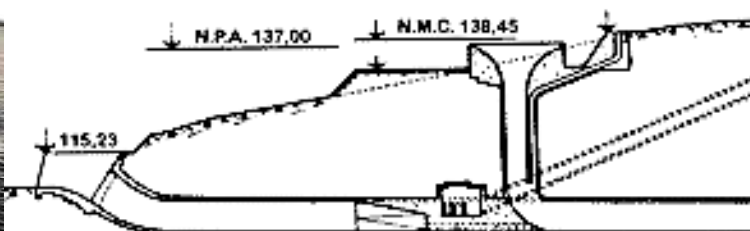
**Figura 18.** Descarregador de orifício com comporta, queda guiada, trampolim e dissipação de energia no leito (Capanda, Malange, Angola)

[Fonte: GAMEK]



**Figura 19.** Descarregador em canal de encosta, dissipação de energia por degraus (Robert-Bourassa, Canadá)

[Fonte: <http://whenonearth.net>]



**Figura 20.** Descarregador de poço (Monte da Rocha, Portugal)

[Fonte: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens]

### 0.1.6. Tipos de Descargas de Fundo

As descargas de fundo são os órgãos de exploração e segurança das barragens reservadas a esvaziar a albufeira e controlo do enchimento da albufeira. As descargas de fundo podem ser dos seguintes três tipos quanto à concepção (INSTITUTO DA ÁGUA, 2001):

- Através de túneis (galeria) escavados na rocha;
- Através de barragens de betão (figuras 1, 15 e 17);
- Em condutas sob aterro (figura 20).

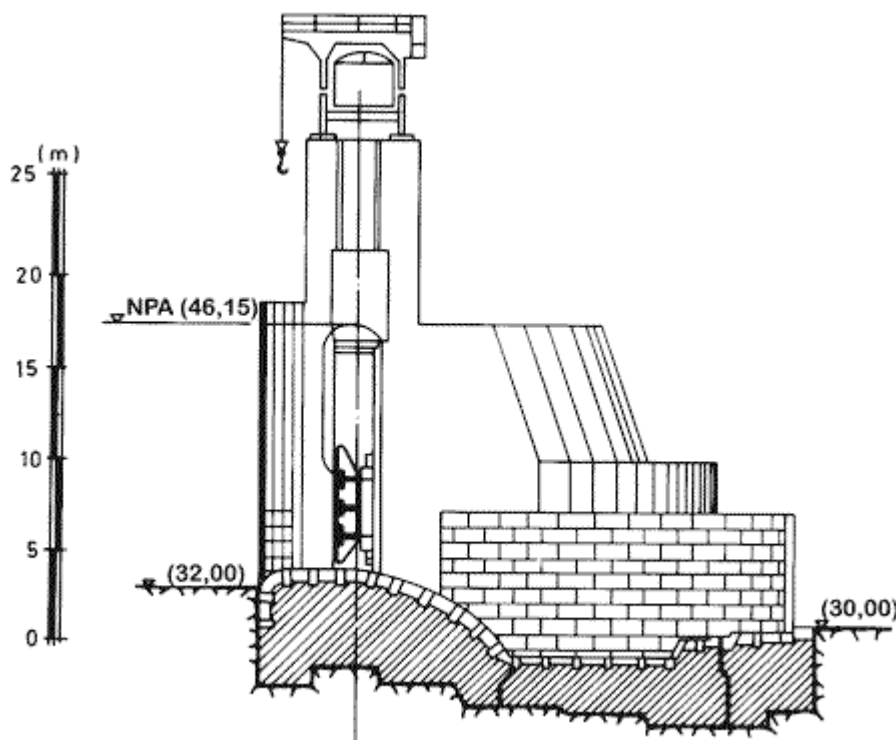
O primeiro tipo de descargas de fundo aplica-se em todos os tipos de barragens, enquanto o segundo e terceiro aplicam-se respectivamente a barragens de alvenaria ou betão e a barragens de aterro.

### 0.1.7. Equipamentos Hidromecânicos

Quer nos descarregadores de superfície, quer nas descargas de fundo, assim como nas tomadas de água, recorre-se a equipamentos hidromecânicos para obturação e controlo, que podem ser de três tipos:

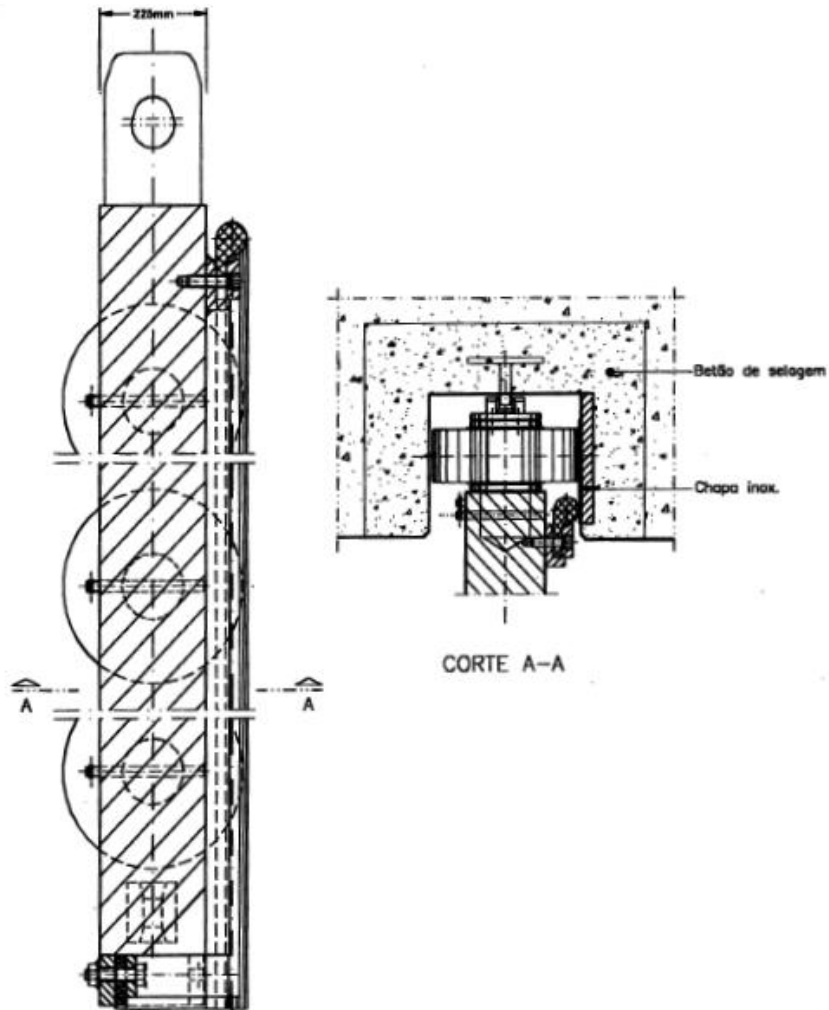
- Comportas;
- Escadeiras;
- Válvulas.

Nas figuras seguintes, apresentam-se alguns casos exemplificativos destes tipos de equipamentos (INSTITUTO DA ÁGUA, 2001).

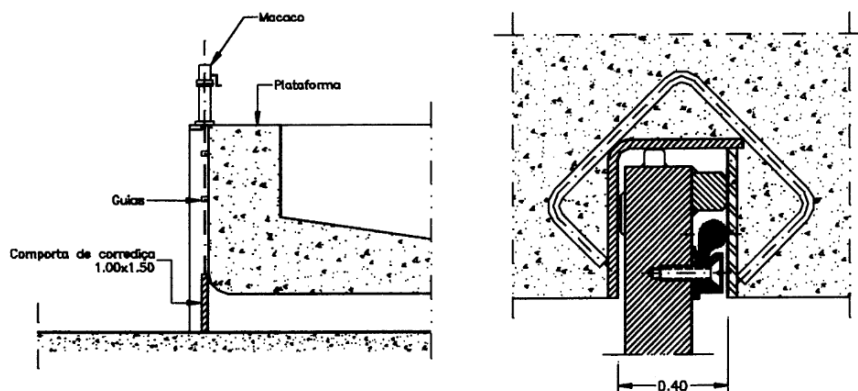


**Figura 21.** Comporta de vagão duplo de descarregador de cheia (Belver, Portugal)

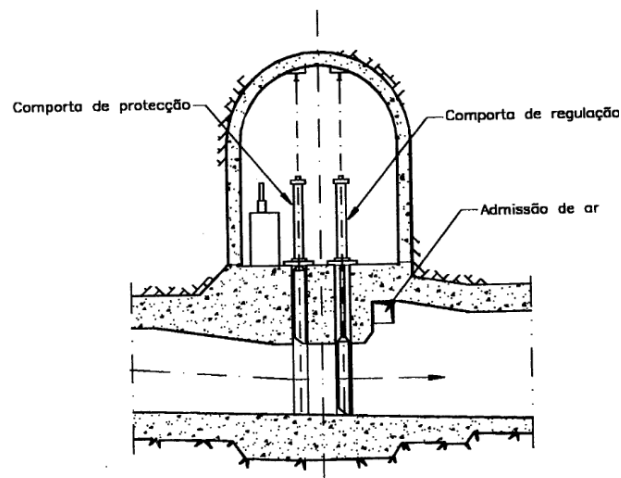
[Fonte: Instituto da Água, 2001]



**Figura 22.** Comporta de vagão – Corte vertical e pormenor da ranhura  
[Fonte: Instituto da Água, 2001]

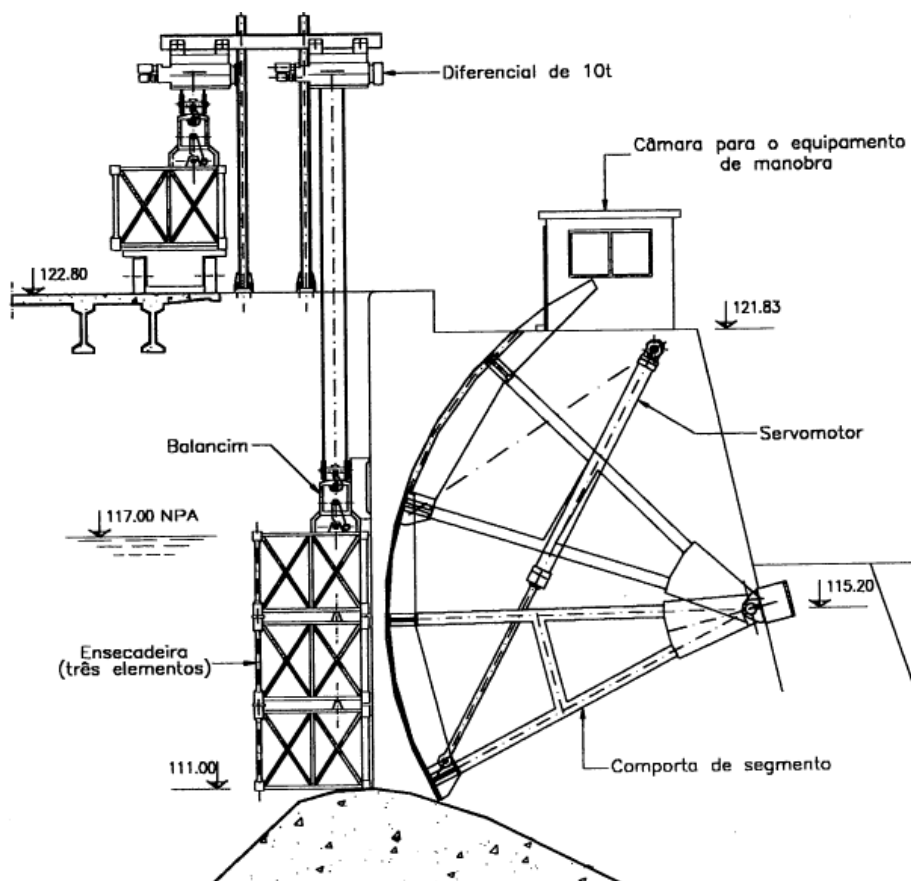


**Figura 23.** Comporta de correção numa descarga de fundo  
Esquema vertical e pormenor da ranhura  
[Fonte: Instituto da Água, 2001]



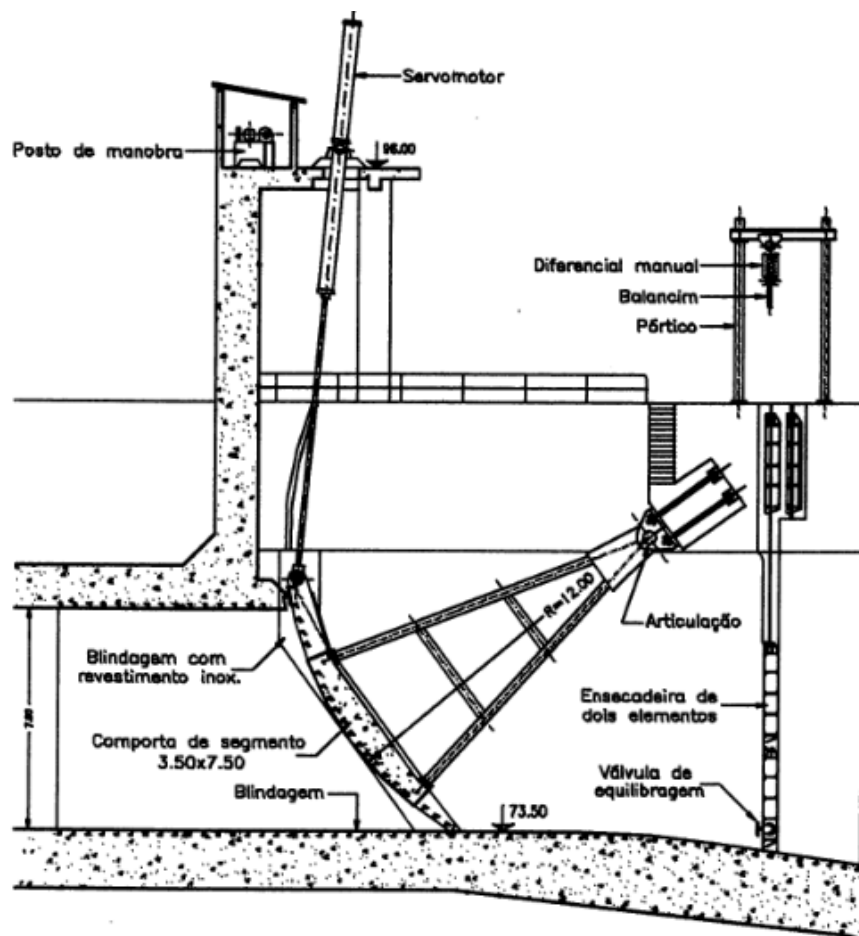
**Figura 24.** Comportas de correção de descarga de fundo subterrânea – a jusante fechada

[Fonte: Instituto da Água, 2001]



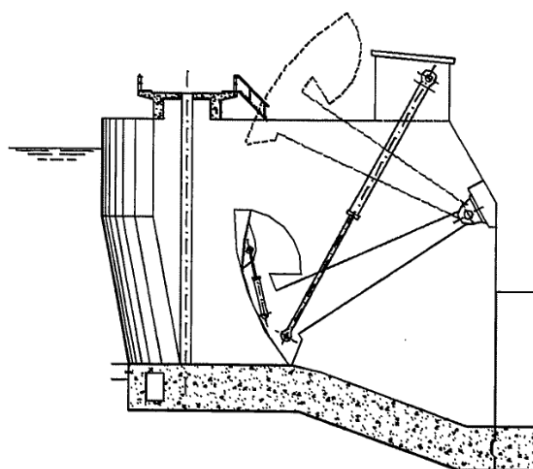
**Figura 25.** Comporta de segmento de superfície em descarregador de cheia e, a montante, ensecadeira de elementos

[Fonte: Instituto da Água, 2001]



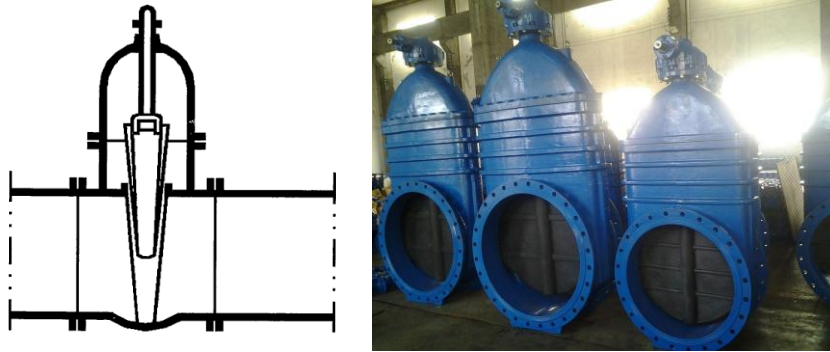
**Figura 26.** Comporta de segmento em saída de galeria de descarga de fundo e, a jusante, ensecadeira de elementos

[Fonte: Instituto da Água, 2001]



**Figura 27.** Comporta de charneira (basculante) sobre comporta de segmento de superfície em descarregador de cheia

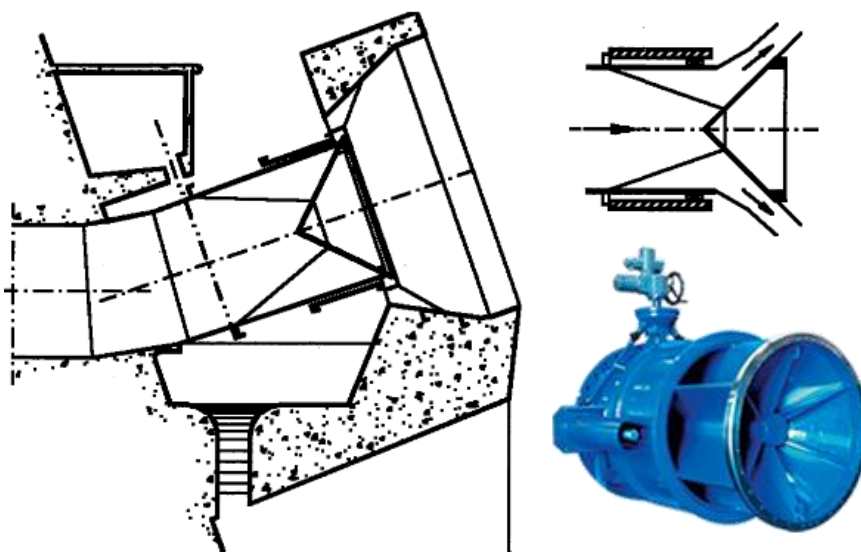
[Fonte: Instituto da Água, 2001]



**Figura 28.** Válvula de cunha e válvula de borboleta  
[Fonte: Instituto da Água, 2001]



**Figura 29.** Válvula de borboleta  
[Fonte: [www.insightenergy.com.br](http://www.insightenergy.com.br)]



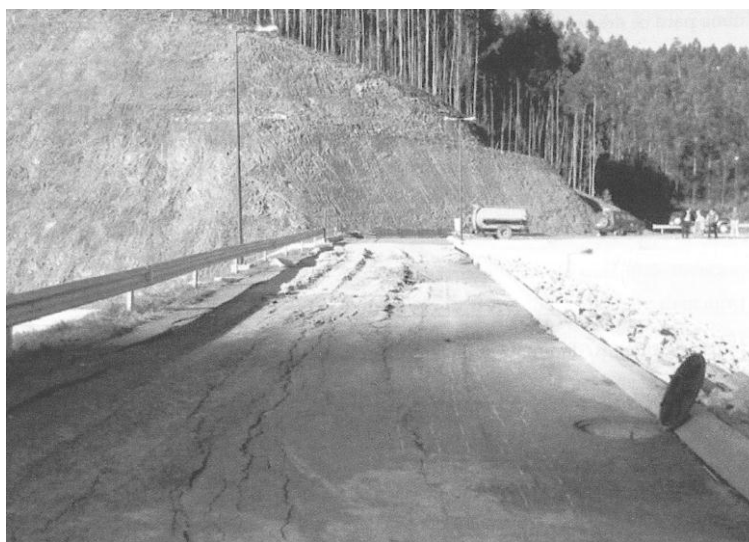
**Figura 30.** Válvula cônica ou de jacto oco. À direita, esquema e imagem com válvula aberta  
[Fonte: Adaptado de Instituto da Água, 2001; [www.fluidotech.com.br](http://www.fluidotech.com.br)]

### 0.1.8. Glossário de Deteriorações em Barragens

*As deteriorações e as roturas de barragens podem ter muitas causas. Do ponto de vista estrutural, as mais comuns são deficiência do projecto da barragem, da sua fundação e das estruturas dos órgãos hidráulicos, técnicas de construção deficientes e/ou materiais inadequados e órgãos com descarga com capacidade insuficiente. Os problemas podem ainda resultar de deficiências na manutenção, de inadequação das regras de operação e de outras condições fora do controlo do próprio dono de obra/operador (MARANHA DAS NEVES, et al, 2015).*

Em seguida, são elencadas, caracterizadas e ilustradas algumas das mais usuais deteriorações em barragens, com vista a clarificar denominações e servir de ajuda à inspecção expedita. Esta caracterização centrar-se essencialmente em deteriorações de barragens de aterro, por serem mais específicas e por se considerar que as deteriorações existentes em barragens de betão, sendo em grande medida deficiências comuns às estruturas de betão, são do senso comum.

**Sulcos** – geralmente provocados por drenagem insuficiente, são fendas mais largas com indícios de arrastamento de terras por acção do escoamento da água.



**Figura 31.** Sulcos

[Fonte: Maranha das Neves, et al, 2015]

**Fendas** – podem ser longitudinais ou transversais, estas últimas geralmente no coroamento (ver figura seguinte). Quando resultantes da retracção por secagem, geralmente no



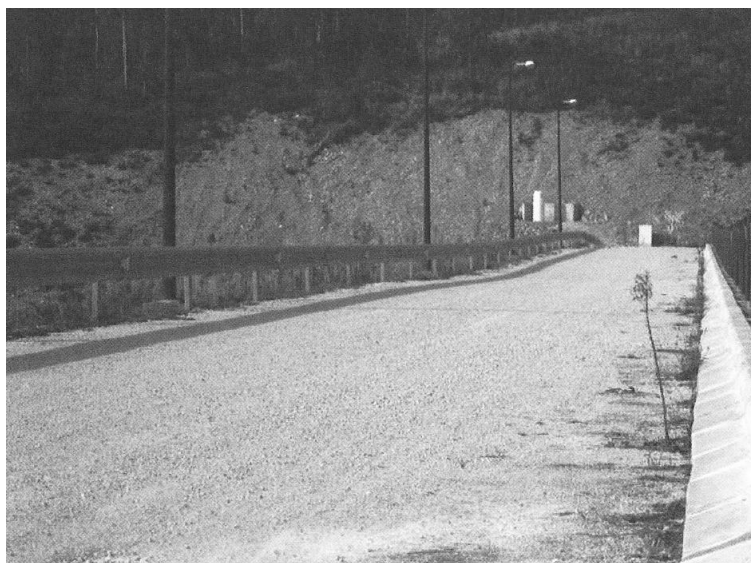
coroamento ou, quando a albufeira permanece vazia por algum tempo, no paramento de montante, têm uma configuração aleatória e alveolada.



**Figura 32.** Fendas

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Depressões** – abatimento generalizado com perda de cota e horizontalidade. Podem estar associados ou induzir **desalinhamentos** nos elementos do coroamento (passeios, lancis ou guardas).



**Figura 33.** Depressão

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Deslocamentos ou perdas de blocos** – perdas do material de protecção contra a erosão (*rip-rap*) promovida pela ondulação da água no paramento de montante.

**Erosão** – meteorização do material do *rip-rap* do paramento de montante ou ravinamento do paramento de jusante (figura 33).



**Figura 34.** Meteorização do *rip-rap* (esquerda) e ravinamento (direita)

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Vazios** – cavidades localizadas na superfície dos paramentos resultantes de abatimento.



**Figura 35.** Vazios

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Subsidências** – movimentos para baixo da superfície do paramento.

**Ressurgências** – saídas de água resultante de percolação de água no aterro. Pode resultar em **arrastamento de finos** do material de aterro.

Nas regiões e períodos do ano com maior pluviosidade, é necessário analisar de uma forma crítica se as eventuais ressurgências observadas nas barragens de aterro são resultantes

de percolação e não de acumulação de águas das chuvas, como pode acontecer no caso de ter ocorrido precipitação intensa ou prolongada no período antecedente à inspeção. Deve-se, assim, questionar o anfitrião da visita sobre as condições de pluviosidade verificadas nos dias anteriores.



**Figura 36.** Ressurgência e arrastamento de finos

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Vegetação excessiva** – excesso de capim, arbustos e/ou árvores.



**Figura 37.** Vegetação excessiva

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

**Perfurações de animais** – buracos, superficiais ou profundos, abertos por animais, geralmente roedores.



**Figura 38.** Perfurações animais

[Fonte: Maranha das Neves, *et al*, 2015]

Nos equipamentos e órgãos de uma barragem, a **deterioração hidráulica** está relacionada com o escoamento no órgão, podendo resultar da erosão provocadas por fenómenos de cavitação ou abrasão ou devido à sua longevidade em consequência da acção e exposição prolongada ao escoamento ou agentes atmosféricos. A **deterioração mecânica** resulta do accionamento dos equipamentos e da pressão hidráulica, por esforço nos apoios e faixas ou zonas de vedação.

## 0.2. Fichas de Identificação e Caracterização

### 0.2.1. Objectivo das Fichas de Identificação e Caracterização

As Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras são as ferramentas de registo suplementares do presente Guia Prático de Inspeção Expedita do Estado e Segurança de Barragens e Albufeiras, e, como tal, compartilham os mesmos objectivos. Nesta fase de ensaio de metodologia de realização do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras foram criadas Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras apenas para os dois grupos de Barragens mais frequentes em Angola: de Betão ou Alvenaria e de Enrocamento ou Terra.

Estas fichas são, do ponto de vista prático, um meio para o registo do trabalho de caracterização de barragens e albufeiras e do seu estado de conservação e de segurança. Concomitantemente, serão a base de registo do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras e da sua base de dados.

### 0.2.2. Componentes das Fichas de Identificação e Caracterização

As fichas de identificação e caracterização encontram-se divididas nas seguintes sete componentes principais de caracterização:

- A. Dados gerais;
- B. Características da bacia hidrográfica e hidrológicas;
- C. Barragem;
- D. Órgãos de exploração e de segurança;
- E. Albufeira;
- F. Equipamentos de observação;
- G. Informação geral de exploração e segurança.

As componentes C (barragem) e D (órgãos de exploração e de segurança) foram ainda divididas em três subcomponentes a seguir elencadas e descritas:

- 1. Características – campos de caracterização geral e detalhada;
- 2. Conservação – campos de informação de deteriorações identificadas e do estado de conservação dos elementos caracterizados em cada componente;
- 3. Segurança – campos de avaliação da segurança dos elementos caracterizados em cada componente.

A componente F (equipamentos de observação) encontra-se subdividido em campos de caracterização e campos sobre o estado de conservação.

Não obstante a grande quantidade de campos em comum, foram concebidos dois modelos de fichas, um para barragens de alvenaria ou betão e outro para barragens de enrocamento ou terra. No caso de barragens mistas, deverá proceder-se ao preenchimento de ambos os modelos.

**Quadro 2.** Campos ou conjuntos de campos de informação associados a cada componente

<b>Componente</b>	<b>Campos / conjuntos de campos</b>	<b>Observações</b>
A. Dados gerais	Dono de Obra Promotor Construtor Entidade Gestora Técnicos responsáveis pela inspeção: Data da reunião com Entidade Gestora: Data da inspeção: Estado Período de construção / reabilitação Usos Tipo de aproveitamento Localização Coordenadas	
B. Características hidrológicas e da bacia hidrográfica	<i>Campos específicos</i>	
C. Barragem	Tipo de barragem Tipo estrutural Dimensões e fundações Coroamento Paramento de montante Paramento de jusante Zona a jusante adjacente Núcleo Dispositivos de controlo de percolação Pé de talude de jusante	Apenas barragens alvenaria ou betão    CC&S <sup>1</sup> CC&S CC&S C&S; Apenas barragens alvenaria ou betão Apenas barragens de enrocamento ou terra Apenas barragens de enrocamento ou terra C&S <sup>2</sup> ; Apenas barragens de enrocamento ou terra

<sup>1</sup> Características, Conservação e Segurança

<sup>2</sup> Conservação e Segurança

**Quadro 2.** Campos ou conjuntos de campos de informação associados a cada componente (continuação)

<b>Componente</b>	<b>Campos / conjuntos de campos</b>	<b>Observações</b>
D. Órgãos de exploração e de segurança	Descarregador de cheias	CC&S
	Bacia de dissipação	CC&S
	Descarga de fundo	CC&S
	Tomada de água	CC&S
	Estação elevatória	CC&S
	Central hidroeléctrica	CC&S
	Galeria geral de drenagem	CC&S; Apenas barragens alvenaria ou betão
	Galeria longitudinal	CC&S; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Galeria transversal	CC&S; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Poço de bombagem	CC&S; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Galeria de acesso às válvulas de descarga de fundo	CC&S
	Galeria de acesso à central hidroeléctrica	CC&S
E. Albufeira	Características	
	Utilizações	
	Exploração e protecção	
F. Equipamentos de observação	Escala limnimétrica	C&C <sup>3</sup>
	Fios de prumo	C&C; Apenas barragens alvenaria ou betão
	Inclinómetros	C&C; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Extensómetro	C&C; Apenas barragens alvenaria ou betão
	Fios extensométricos	C&C; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Bases de alongamento	C&C
	Rede de drenagem	C&C
	Baterias de assentamento	C&C; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Piezómetros hidráulicos	C&C
	Piezómetros eléctricos	C&C
	Marcas superficiais	C&C; Apenas barragens de enroc. ou terra
	Nivelamento geométrico de precisão	C&C; Apenas barragens alvenaria ou betão
	Geodesia de posição	C&C
	Estação hidrométrica	C&C
	Outros	C&C
G. Informação geral de exploração e segurança	<i>Campos específicos</i>	

<sup>3</sup> Características e Conservação



No anexo 2 são patenteados os dois modelos de Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras preconizados para o Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras.

### 0.3. Base de Dados

Para além das Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras, o Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras integrará também uma Base de Dados de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras. Esta base de dados englobará todos os campos de informação e atributos/listas que compõem as fichas de identificação e caracterização e simetrizará a informação de todas as barragens e albufeiras a inventariar. Terá por objectivo aglomerar toda a informação do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras de uma forma sistematizada que permita alimentar o posterior desenvolvimento de um sistema de informação.



## PARTE 1 – INFORMAÇÃO GERAL SOBRE O GUIA PRÁTICO

### 1.1. Objectivo e Estrutura do Guia Prático

#### 1.1.1. Objectivo do Guia Prático

A elaboração do presente Guia Prático de Inspeção Expedita do Estado e Segurança de Barragens e Albufeiras tem duplo objectivo, um de enquadramento e outro de âmbito prático. Do ponto de vista do enquadramento, este guia prático pretende ser uma base a incluir nas Especificações Técnicas para a realização do Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras, que será parte integrante da elaboração do PNSBA, e que farão parte dos Termos de Referência do concurso para a contratação deste Plano Nacional. Do ponto de vista prático, o objectivo deste guia é servir de base para os procedimentos a adoptar na inventariação e na inspeção expedita do estado de conservação e de segurança das barragens e albufeiras, usando para o efeito as Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras enunciadas no ponto 0.2.

Este guia é um documento técnico e um manual de actuação, que aborda questões de cariz prático para a caracterização das barragens e albufeiras, quer na fase de preparação do trabalho de campo, quer na fase de realização das inspeções expeditas *in loco*, quer ainda na fase pós inspeção.

Este documento foi preparado e idealizado para o formato *notebook*.

#### 1.1.2. Estrutura do Guia Prático

Este Guia Prático de Inspeção Expedita do Estado e Segurança de Barragens e Albufeiras, para além desta parte 1, com informação geral, é antecedido por uma parte mais técnica, a parte 0, onde são caracterizados os principais tipos de barragens e órgão de exploração e segurança de barragens e apresentado adicionalmente um glossário das principais deteriorações em barragens, para clarificação de denominações e servir de ajuda à inspeção expedita, e seguido por mais 3 partes, uma por cada fase do processo inspectivo.

Na parte 2 é proposta a metodologia para os desenvolvimentos dos trabalhos preliminares de obtenção de informação e dos trabalhos de preparação da inspeção da barragem, albufeira e espaços adjacentes.

Na parte 3, encontram-se definidos os procedimentos a desenvolver na inspecção expedida da barragem, albufeira e áreas adjacentes.

Na parte 4 é abordado o tratamento final a dar à informação, designadamente para avaliação da segurança da barragem e dos seus órgãos e da albufeira.

No final, encontra-se elencada a bibliografia consultada na produção deste guia.

Em anexo, são apresentadas as Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras, um fluxograma de todo o processo preconizado neste guia prático e uma *checklist* para verificação da realização de todos os passos do processo desde a pré-inspecção à inspecção.

## 1.2. Destinatários do Guia Prático

Este guia prático destina-se a técnicos e equipas envolvidos nos actos inspectivos de barragens e albufeiras. Como supramencionado, o mote para o seu desenvolvimento foi o Inventário Nacional de Barragens e Albufeiras e consequentemente destinado às equipas que o concretizarão. Não obstante, atendendo ao seu cariz prático e abrangente, poderá ser utilizado pelos técnicos do INRH, nas vistorias complementares e de verificação da elaboração do inventário ou em acções no âmbito da concretização das competências de Autoridade de Segurança de Barragens e Albufeiras, bem como pelos técnicos das administrações de bacias hidrográficas e pelos técnicos responsáveis pela observação de barragens de entidades gestoras.

## 1.3. Modo de Utilização

Este documento deve ser tido como um manual de instruções de natureza prática, em que o utilizador pode encontrar orientações de como proceder nos actos inspectivos de barragens e albufeiras. Para o efeito, preconizou-se uma parte 0, destacada do corpo do guia composto pelas instruções práticas (partes 2 a 4), com informações gerais de natureza técnica que poderão ser ignorados ou mesmo removidas do guia, quando vocacionado para utilizadores técnicos experimentados na matéria.

Para cada uma das fases do processo inspectivo – pré-inspecção, inspecção e pós inspecção –, o guia técnico tem uma parte dedicada com as respectivas instruções, que podem ser consultadas de modo independente mediante as necessidades do utilizador.

O processo e os blocos de instruções preconizadas encontram-se sistematizados no fluxograma apresentado no anexo 2.

## PARTE 2 – INSTRUÇÕES DE PREPARAÇÃO

### 2.1. Contexto

O trabalho a realizar para a caracterização das barragens e albufeiras e do seu estado de conservação e de segurança concentrar-se-á na obtenção de informação geral e na realização da inspecção expedita à barragem, à albufeira e aos espaços envolventes adjacentes.

O processo passa, por um trabalho de preparação em gabinete e por um trabalho de campo. Na primeira fase, em gabinete, o trabalho a realizar não se cingirá apenas à recolha preliminar de dados, mas também a preparar institucional e logisticamente a deslocação até ao local da barragem e albufeira e a observação da barragem, da albufeira e espaços envolventes adjacentes.

No processo para a concretização das inspecções expeditas do estado e segurança de barragens e albufeiras, objecto do presente guia prático, a informação necessária a recolher *in loco* já se encontra estabelecida e sistematizada nas Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras.

### 2.2. Recolha Preliminar de Dados e Informação

Existe um conjunto de informação de caracterização das barragens que pode e deve ser obtida e trabalhada em gabinete. Grande parte dos campos dos Dados Gerais (A) e das Características Hidrológicas e da Bacia Hidrográfica (B) podem ser obtidas por consulta do Cadastro de Barragem de Angola, elaborado pela ATINRH no âmbito do Inventário de Recursos Hídricos, e recorrendo ao Sistema de Informação Geográfico do INRH, onde pode ser obtida a delimitação de bacias hidrográficas e a rede hidrográfica nacional, a partir de um modelo digital do terreno.

Por outro lado, para a concretização deste processo, devem ser envolvidas as entidades com responsabilidade de tutela e/ou exploração das barragens a inventariar, quer para a obtenção da informação necessária, quer para a realização das inspecções expeditas. Nesta perspectiva, uma vez identificada, à entidade responsável pela exploração da barragem deve ser-lhe endereçada, previamente, pelas vias formais e práticas, a Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras. Esta acção deve ser desenvolvida com a devida antecedência, relativamente à data previsível ou conveniente para a realização da deslocação à barragem e respectiva inspecção expedita, necessidade que se prende com o facto de ser desejável que,

aquando da realização da observação e correspondente reunião com a entidade exploradora, a ficha de identificação e caracterização já tenha sido preenchida e devolvida pela entidade exploradora a tempo de ser previamente analisada. São também relevantes outros elementos que a entidade exploradora possa disponibilizar, como relatórios de inspecções e fotografias da barragem e dos seus órgãos, da albufeira e dos espaços envolventes adjacentes. Para não protelar a o desenvolvimento do processo, deverá ser dado um prazo, por exemplo entre duas a quatro semanas, para a entidade gestora responder e fornecer as fichas preenchidas.

Não obstante, no caso de não ser recepcionada uma resposta no prazo indicado, deve avançar-se para a programação da deslocação à barragem e albufeira, inspecção expedita e reunião com a entidade exploradora, para que, de forma presencial, seja recolhida a ficha preenchida ou recolhida a informação interessada.

Para a correcta preparação da deslocação e inspecção em apreço importa recolher informação de natureza logística que asseguram um acréscimo significativo de certeza sobre o sucesso da inventariação das barragens e albufeiras, sobretudo quando o território seja pouco conhecido dos inventariadores e a deslocação engloba zonas afastadas dos maiores centros urbanos e vários locais a inspeccionar.

Entre estas informações estão os itinerários alternativos, os acessos às barragens e albufeiras, os meios de deslocação em terra e na água, quando haja que fazer vistoria às margens das albufeiras, e perigos e ameaças à integridade física das pessoas e dos bens que transportam, incluindo as adversidades climatéricas, meios de subsistência e de socorro, autonomia energética dos diversos meios, designadamente baterias e combustíveis, etc.

### 2.3. Preparação da deslocação e inspecção

Entende-se por preparação o conjunto de tarefas a realizar que habilitam os executantes da inspecção com todos os dados e informações que podem ser obtidas fora do local da barragem e da albufeira, ficando com a noção das características fundamentais e do trabalho ainda por efectuar no locais de inspecção, isto é, ficará com a noção se os trabalhos de inspecção serão apenas de confirmação ou de levantamento total.

A vistoria à barragem e albufeira, em todas as suas componentes, reunião com a entidade exploradora e inspecção expedita, deve ser previamente preparada e planeada. A fase de preparação contribui, em grande medida, para que a vistoria decorra de forma proveitosa e eficiente. Do ponto de vista técnico, o grau de preparação depende do tipo de barragem e

albufeira e da complexidade das mesmas e, por esta razão, estará muito condicionada pela recepção antecipada, ou não, da ficha de identificação e caracterização preenchida pela entidade exploradora. A informação técnica disponibilizada na parte 0 deste guia prático auxiliará na análise e verificação dos elementos recepcionados, mas sobretudo para que, em caso de ausência de resposta, com um trabalho de pesquisa de informação e imagens na *web*, seja acautelada uma caracterização prévia mínima da barragem e albufeira e a preparação técnica da vistoria.

Do ponto de vista institucional, a vistoria carece de um agendamento com a entidade exploradora que garanta a reunião com o responsável técnico pela exploração da barragem ou da entidade exploradora e, no seguimento, a inspeção expedita conjunta. É imperioso que a inspeção expedita seja realizada depois da obtenção dos dados de caracterização da barragem e da reunião com a entidade exploradora. No caso da reunião e da inspeção ocorrerem em áreas geográficas distintas, primeiro dever-se-á promover a reunião e só posteriormente agendar a inspeção.

Tão importante como a preparação técnica é a preparação da logística da visita, uma vez que o trabalho a desenvolver realizar-se-á nas mais diversas província de Angola, sendo que existem cuidados a ter e recursos a preparar que dependem dos executantes da inspeção. Por exemplo, é imperioso acautelar a devida autonomia, quer da viatura, quer de comunicações, que pode exigir a disponibilização de meios de comunicação via satélite.

Outros aspectos a ter em consideração na preparação da deslocação são as condições meteorológicas, o tipo de vestuário e o uso de repelente.

Um dos equipamentos imprescindíveis a providenciar será uma máquina fotográfica, ou equipamento similar, com a adequada capacidade de memória e autonomia. Binóculos, fita métrica, canivete e lanterna são outros dos equipamentos que podem vir a ser úteis na inspeção. Por vezes, é necessário uma aproximação a alguns locais com risco de estabilidade pelo que é aconselhável providenciar equipamentos de segurança, designadamente cordas e ou arneses que devem fazer parte do equipamento base.

Quando não houver recurso ou não for possível providenciar equipamentos informáticos para trabalho de campo sem limitações de luminosidade nem de fontes de energia, que permitam a inserção e ou leitura com segurança dos dados e informações a recolher, será necessário criar para cada deslocação um *dossier* em papel, robusto e completo.

Para acautelar que alguma tarefa fique por realizar ou algum documento fique esquecido no momento prévio à deslocação à barragem, sugere-se a utilização da *checklist* disponibilizada no anexo 3, que permitirá uma verificação de última hora (ver item 14).



## PARTE 3 – INSTRUÇÕES DE INSPECÇÃO

### 3.1. Preâmbulo

A vistoria à barragem e albufeira tem um carácter fundamental para a averiguação do estado de conservação e segurança da barragem e albufeira a inventariar.

A inspecção à barragem e albufeira contempla as seguintes etapas:

- ✓ Reunião com a entidade gestora da barragem;
- ✓ Inspeção expedita à estrutura da barragem;
  - Coroamento;
  - Paramento ou talude de montante;
  - Paramento ou talude jusante;
  - Zona ou pé de talude de jusante;
- ✓ Inspeção expedita aos órgãos de exploração e segurança;
  - Descarregador de cheias;
  - Bacia de dissipação de energia;
  - Descarga de fundo;
  - Tomada de água;
  - Estação elevatória;
  - Central hidroeléctrica;
  - Galerias;
- ✓ Inspeção expedita do sistema de observação;
- ✓ Inspeção expedita da albufeira e espaços envolventes adjacentes.

Nos pontos seguintes apresentam-se orientações que pretendem guiar a condução e execução das vistorias para os principais aspectos a que se deve estar atento e que devem ser merecedores de registo no *dossier* da inspecção e nas fichas.

### 3.2. Reunião com Entidade Titular da Barragem

Metodologicamente, como já referido anteriormente neste guia prático, a inspecção à barragem e albufeira comportará uma reunião com a entidade exploradora e concretizará a inspeção expedita do estado e segurança da barragem e albufeira.

Fará sempre parte do processo, mesmo quando a ficha de identificação e caracterização de barragens e albufeiras tenha sido preenchida e devolvida antecipadamente, promover uma reunião com a entidade exploradora, para envolvimento mais directo desta no processo, esclarecimento de dúvidas e validação dos dados recebidos e recolha de informação complementar. Quando essa informação não tenha sido recepcionada anteriormente, esta reunião será a oportunidade e o momento para recolher a informação necessária.

Este encontro será também uma oportunidade para informar a entidade exploradora da importância do Inventário de Barragens e Albufeiras e da inspecção expedita da barragem, como ferramenta imprescindível do Sistema de Gestão de Segurança de Barragens e Albufeiras (SGSBA).

A recolha de alguma informação, como de caracterização geométrica da barragem, requererá a consulta de elementos do projecto da barragem. A entidade exploradora pode não estar sensibilizada nem ter tido esse cuidado na preparação dos elementos antecipadamente fornecidos, motivo pelo qual a consulta rápida e recolha de elementos do projecto poderão vir a ser da maior pertinência.

Os dois parâmetros que estão na base da classificação das barragens, no âmbito do SGSBA, são a altura de barragem e a capacidade da albufeira. Segundo o SGSBA, a altura de uma barragem tem a seguinte definição:

*“Diferença de cota entre o ponto mais baixo da fundação, sem ter em conta as cortinas de impermeabilização, preenchimento de falhas ou outros elementos semelhantes, e o ponto mais alto da estrutura resistente”.*

Estes dois parâmetros deverão ser determinados da forma ainda mais criteriosa possível, requerendo maior ponderação quando se aproximem dos valores fronteira para a classificação das barragens, que são:

- i. Altura de barragem;
  - 10 m;
  - 15 m;
- ii. Capacidade da albufeira;
  - 100 000 m<sup>3</sup>;
  - 1 milhão m<sup>3</sup>.



Uma das componentes mais complexas, entre a informação requerida no inventário e contemplada nas fichas de identificação e caracterização, é a caracterização dos órgãos de exploração e segurança. Também, neste ponto, a consulta do projecto poderá ser uma mais-valia, por poder ser uma forma expedita de obter informação detalhada dos equipamentos instalados na barragem. Nesta diligência deverá ser averiguada a existência de manuais e especificações técnicas sobre estes equipamentos e registar no *dossier* da inspecção a sua identificação e conteúdo.

A reunião prévia com o responsável técnico, ou responsáveis, da entidade exploradora ou pela exploração da barragem deve ser aproveitada para preparar a inspecção expedita da barragem subsequente. Antes de avançar para o terreno, será útil obter informação sobre deteriorações na barragem do conhecimento dos responsáveis da entidade exploradora, risco de segurança já identificados e estado de conservação geral dos órgãos de exploração e segurança e dos seus equipamentos, que dêem suporte e permitam agilizar a inspecção expedita. Informações sobre os episódios de acidentes, incidentes e avarias dos quais possa haver notícia ou registos também devem ser recolhidos e registados no *dossier* da inspecção.

Para a realização da inspecção expedita, terá que se aceder a todas os componentes e órgão da barragem. Assim, ainda durante a reunião com a entidade exploradora, deve-se alertar os seus responsáveis para este facto, para que não se verifiquem imprevistos aquando da vista da barragem, como a impossibilidade de aceder a galerias e órgãos interiores. Nessa ocasião deverão ser recolhidos os contactos do pessoal responsável e ou residente no local da barragem e albufeira que facilitarão os acessos aos locais a vistoriar.

### **3.3. Inspeção Expedita à Estrutura da Barragem**

Não obstante toda a informação previamente recolhida ou fornecida pela entidade exploradora quanto à conservação e riscos existentes, tal informação terá de ser validada e confirmada por observação directa aquando da inspecção expedita da barragem e albufeira. Por outro lado, é desejável que o técnico responsável pela exploração da barragem, ou técnico com conhecimento do seu estado de segurança, possa acompanhar esta acção.

O objectivo da inspecção expedita é avaliar o estado de conservação geral da estrutura da barragem, em consequência, avaliar o estado de segurança. Os aspectos a observar são subordinados ao tipo de barragem.

A inspecção deverá incluir a observação, de preferência a curta distância e a pé, de todos os componentes da barragem – coroamento, paramento ou taludes, incluindo de montante na área visível, encontros e zona de jusante da barragem, designadamente a bacia de dissipação caso exista – e todos os órgãos de exploração e segurança e seus equipamentos. No caso de barragens de aterro, será possível e conveniente percorrer banquetas, caso existam, e toda a extensão do pé da barragem. A observação deve ser documentada com fotografias, que servirá para criar um acervo de imagem e permitirá tirar dúvidas na fase posterior de tratamento da informação e diagnóstico.

### 3.3.1. Coroamento

O coroamento deve ser percorrido em toda a sua extensão, tendo particular atenção à inserção nos encontros. Pretende-se na inspecção expedita analisar a existência de deteriorações, mas também aspectos de manutenção, por exemplo sobre o sistema de drenagem e iluminação. Devem ser averiguados os vestígios de galgamentos. As deteriorações a verificar no caso de barragens de betão ou alvenaria serão distintas das deteriorações a verificar nas barragens de aterro, pretendendo-se averiguar, nas primeiras, a existência de fissuras no betão e desalinhamento de blocos na zona das juntas e, nas segundas, sulcos e abatimentos, sobretudo nas zonas adjacentes a elementos rígidos, por exemplo órgãos, e depressões e/ou desalinhamentos nos diversos elementos do coroamento, como passeios e guardas. Assim, são discriminadas, no seguimento, as instruções de inspecção para um e outro caso.

#### **Barragens de alvenaria e ou betão**

- Observar a uniformidade e alinhamento das juntas de dilatação no sentido transversal e longitudinal e o alinhamento dos blocos;
- Inspeccionar as dimensões e direcção da fissuração do betão;
- Verificar o estado de funcionamento do sistema de drenagem e de tampas de caixas e poços;
- Testar o funcionamento do sistema de iluminação.

#### **Barragens de aterro:**

- Verificar o nivelamento geral;
- Verificar assentamentos localizados e diferenciais nos contactos com elementos estruturais de natureza diferentes, ex. betão/rocha; terra/betão, etc.;

- Observar os alinhamentos dos elementos lineares, como por ex. as guarda e lancis;
- Observar a verticalidade de elementos rígidos e fixos, ex. pilares, postes de iluminação, etc.;
- Inspeccionar fendas no pavimento, passeios e guardas e vegetação associada;
- Verificar o estado dos sumidouros e sistemas de drenagem;
- Testar o funcionamento do sistema de iluminação.

### 3.3.2. Paramento ou Talude de Montante

A observação do paramento de montante está condicionada pelo seu nível de água na albufeira que cobre o paramento. Ainda assim, deverá recolher-se a informação possível, quer visualmente, quer junto do responsável da entidade exploradora.

Se houver meios de navegação na albufeira o paramento deve ser observado de perto a partir de uma embarcação que dele se aproxime para detectar eventuais anomalias das superfícies que à distância seriam imperceptíveis.

Nas barragens de betão pretende-se obter informação sobre a existência de fendilhação e o estado das juntas de trabalho e de contracção (dilatação). Quanto às barragens de aterro, os aspectos a analisar são o estado da protecção do paramento (*rip-rap*), como deslocamentos e perdas de blocos e verificar a existência escorregamentos, subsidências, erosão, fendas, vazios e depressões.

Em seguida são discriminadas as instruções de inspecção no caso de barragens de betão e ou alvenaria e no caso de barragens de aterro.

#### **Barragens de betão e ou alvenaria:**

- Detectar fissurações do betão e ou juntas entre blocos de pedra;
- Inspeccionar a deterioração superficial do betão ou pedra devido à acção química da água, de microorganismos ou física de elementos flutuantes;
- Verificar a uniformidade das juntas de trabalho e dos materiais de estanqueidade.

#### **Barragens de aterro:**

- Verificar o estado de deterioração dos materiais de protecção (*rip-rap*) e estado de arrumação;

- Observar a existência de vegetação desproporcionada;
- Verificar o estado da cortina de impermeabilização, se houver à vista;
- Inspeccionar as fendas, depressões, deslizamentos ou subsidências;
- Observar as zonas de contacto com os encontros e com estruturas e elementos rígidos, por exemplo, pilares, muros de suporte e de ala, etc..

### 3.3.3. Paramento ou Talude de Jusante

As deteriorações a apurar no paramento de jusante, são as mesmas mencionadas para o paramento de montante, com excepção das deteriorações relativas ao *rip-rap*, existente apenas no paramento de montante de barragens de aterro. Independentemente do tipo de barragem, um aspecto adicional a averiguar é o aparecimento de zonas húmidas e ressurgências e, no caso de barragens de aterro, de zonas de vegetação abundante que indique humidade do solo excessiva. Nas barragens de betão ou enrocamento, a existência de depósitos de materiais dissolvidos pela água de infiltração, como calcário (carbonato de cálcio) deve também ser alvo de atenção na inspecção.

Complementarmente, nas barragens de aterro, terá que se verificar indícios de arrastamentos de finos ao longo das linhas de escoamento da água proveniente da drenagem do coroamento e as condições de nivelamento e alinhamento das banquetas. A existência de perfurações efectuadas por animais é outro aspecto a registar.

Em seguida são discriminadas as instruções de inspecção para os dois tipos de barragens em apreço.

#### **Barragens de betão e ou alvenaria:**

- Detectar fissurações do betão e ou juntas entre blocos de pedra;
- Verificar a uniformidade das juntas de trabalho e dos materiais de estanqueidade;
- Inspeccionar as ressurgências e procurar associar à fendilhação ou deterioração química dos materiais;
- Verificar a existência de vegetação excepcionalmente abundante nas juntas
- Observar o alinhamento e nivelamento dos blocos;
- Inspeccionar as zonas de contacto com os encontros;
- Inspeccionar os depósitos de materiais dissolvidos pela água de infiltração, designadamente carbonato de cálcio.

### **Barragens de aterro:**

- Inspeccionar as zonas húmidas e ressurgências;
- Verificar e procurar as causa da existência de vegetação excepcionalmente abundante e ou de médio e grande porte;
- Inspeccionar o estado do revestimento de protecção, dando atenção aos ravinamentos, arrastamentos de finos, buracos feitos por animais, fendas, depressões, deslizamentos e ou subsidências;
- Observar o alinhamento e nivelamento das banquetas;
- Inspeccionar as zonas de contacto com estruturas rígidas e encontros;
- No caso de barragens mistas, inspeccionar as zonas de contacto e transição entre materiais;
- Observar o estado do sistema de drenagem, em particular as valetas junto aos encontros, das banquetas e pé de jusante;
- Inspeccionar as caixas e poços de drenagem e estado do dreno de pé de jusante, com especial atenção aos caudais, acumulação de água, turvação.

#### **3.3.4. Zona ou Pé de Talude de Jusante**

Na zona a jusante adjacente à barragem e o pé de talude de jusante das barragens de aterro, os aspectos a observar são deteriorações, como fendas, empolamentos, subsidências e depressões, ressurgências e vegetação excessiva carente de água.

### **3.4. Inspeção Expedita aos Órgãos de Exploração e de Segurança**

A inspeção expedita dos órgãos de exploração e de segurança da barragem tem por objectivo avaliar qualitativamente o seu estado geral de funcionalidade e conservação. Esta avaliação envolve a apreciação da componente estrutural e, quando aplicável, dos equipamentos e instalação eléctrica.

A inspeção expedita incide sobre todos os órgãos indicados nas Fichas de Identificação e Caracterização a preencher e elencadas no preâmbulo desta parte 3.

#### **Descarregador de cheias, descarga de fundo ou tomada de água**

Na inspeção de descarregador de cheias, descarga de fundo ou tomada de água devem ser privilegiadas as zonas de entrada e de transição, quando aplicável ou seja possível, e de

restituição, para as quais se devem examinar com atenção os feitos da deterioração de natureza hidráulica, mediante as seguintes instruções:

- Observar obstruções à zona de entrada devido a acumulação de detritos ou outros;
- Verificar o estado de conservação da soleira e respectiva crista, detectando eventuais erosões;
- Observar eventuais deslizamentos nos taludes ou deformação dos muros de ala que condicionem ou deflitem o escoamento;
- Inspeccionar os contactos dos betões com os terrenos confinantes para detectar eventuais passagens de água;
- Inspeccionar as juntas dos muros de ala e detectar vestígios de eventuais galgamentos;
- Verificar os estrangulamentos na zona de restituição, observado o estado de desenvolvimento da vegetação e do leito do curso de água;
- Observar as erosões na restituição que possam fazer perigar a estabilidade das estruturas de betão ou outras;
- Observar a funcionalidade dos dispositivos de arejamento e de drenagem.

### **Bacia de dissipação de energia**

A bacia de dissipação, quando exista, garante que a energia criada pela elevação da cota da água é eliminada na restituição. Quando isso possa não acontecer podem surgir fenómenos de erosão remontante, a ter em atenção, que podem originar o colapso barragem.

O estado geral de conservação deverá ser qualificado de:

- Bom;
- Razoável;
- Mau,

de acordo com os critérios da matriz seguinte.

**Quadro 3.** Critério de qualificação do estado geral de conservação dos órgãos de exploração e segurança

<b>Órgãos</b>	<b>Bom</b>	<b>Razoável</b>	<b>Mau</b>
<b>Descarregador de cheia, bacia de dissipação, descarga de fundo e tomada de água</b>	Em estado de plena resistência estrutural, sem deterioração hidráulica nem deterioração mecânica, ou pouco significativas, sem obstruções, totalmente estanque, quando composto por comportas ou válvulas, e em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Em estado de plena resistência estrutural, com deteriorações hidráulicas ou mecânicas limitadas, com indícios de fugas ou com fugas pouco significativas, quando composto por comportas ou válvulas, mas em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Evidência de fragilidade estrutural, com deteriorações hidráulicas ou mecânicas significativas ou graves, com problemas de estanquidade, quando composto por comportas ou válvulas, estando em causa a sua funcionalidade
<b>Galerias, estação elevatória e central hidroeléctrica</b>	Em estado de plena resistência estrutural, sem deformações, fissuração no betão ou infiltrações, ou muito pouco significativas, e juntas de trabalho e de contracção em bom estado de conservação	Em estado de plena resistência estrutural, sem deformações, com alguma fissuração no betão e infiltrações sem escorrências significativas, indiciada por depósitos de calcário, e juntas de trabalho e de contracção com alguma degradação mas sem problemas de estanquidade	Evidência de fragilidade estrutural com deformação, fissuração significativa do betão, infiltrações e depósitos de calcário generalizados e juntas de trabalho e de contracção com falhas no material de preenchimento e problemas de estanquidade
<b>Equipamentos</b>	Equipamentos totalmente operacionais, sem necessidade de manutenção, sem deterioração hidráulica ou mecânicas nem vestígios de corrosão, ou pouco significativos, circuitos eléctricos sem riscos de segurança e em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Equipamentos totalmente operacionais, mas com necessidade de manutenção, deterioração hidráulica e mecânicas limitadas, vestígios de corrosão sem afectar a sua resistência, circuitos eléctricos sem riscos de segurança, mas com alguma detioração, e em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Equipamentos parcialmente operacionais ou com elevado risco de inoperacionalidade, com problemas de corrosão, deteriorações hidráulicas ou mecânicas significativas ou graves e com necessidade de manutenção ou substituição, circuitos eléctricos em riscos de segurança e necessidade de substituição, estando em causa a sua funcionalidade

**Quadro 3.** Critério de qualificação do estado geral de conservação dos órgão de exploração e segurança (cont.)

Órgãos	Bom	Razoável	Mau
<b>Instalação Eléctrica</b>	Instalação totalmente operacional, modernizada e sem riscos de segurança, em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Instalação operacional, com equipamentos e circuitos antigos, mas sem riscos de segurança, em condição de garantir integralmente a sua funcionalidade	Instalação parcialmente operacional e em risco de inoperacionalidade, com equipamentos e circuitos obsoletos, quedas de circuitos e com riscos de segurança, estando em causa a sua funcionalidade

Um equipamento ou instalação será considerado inoperacional quando não se encontrar em funcionamento, seja pelo seu mau estado de conservação, seja resultando de avaria por ausência de peças de substituição.

### 3.5. Inspeção Expedita ao Sistema de Observação

A inspeção expedita dos equipamentos de observação da barragem tem por objectivo avaliar qualitativamente o seu estado geral de conservação que será qualificado, de acordo com os critérios a seguir definidos, de:

- Bom – pleno estado de conservação e funcionalidade, não se verificando anomalias nos aspectos específicos a analisar;
- Razoável – estado de conservação aceitável, não se verificando anomalias generalizadas nos aspectos específicos a analisar e não estando em causa a sua funcionalidade;
- Mau – equipamento com anomalias generalizadas, estando em causa a sua funcionalidade;
- Inoperacional – Equipamento que não se encontra em funcionamento.

Para além da sua aparência geral, do ponto de vista do estado de conservação, os aspectos específicos de cada equipamento a analisar são os seguintes:

- Escala limnimétrica – integridade (se se encontra completa), legibilidade, verticalidade e fixação;
- Fios de prumo – estado dos componentes, furo e fixação do fio, iluminação adequada e inexistência de correntes de ar que provoquem oscilações;



- iii. Inclínometro – estado da tampa, torpedo e cabo e condições de protecção e obstrução dos tubos;
- iv. Fios extensométricos – carga actuante nos fios e protecção à intrusão das centrais de leitura;
- v. Extensómetro – estado das peças e sistema de medição e atrito no movimento de varas e fios;
- vi. Bases de alongâmetros – estado dos pernos e alongâmetro e inexistência de fissuração atravessando os lados do triângulo formado pelos pernos;
- vii. Rede de drenagem – estado das partes visíveis dos drenos, inexistência de depósitos de materiais arrastados e obstruções e estado dos medidores de caudal;
- viii. Baterias de assentamento – protecção das bocas das baterias e inexistência de corpos estranhos introduzidos no tubo;
- ix. Piezómetros – protecção das bocas dos piezómetros e inexistência de corpos estranhos introduzidos no tubo, estado do equipamento e das partes visíveis dos tubos e inexistência de fugas;
- x. Marcas superficiais – integridade das marcas e pilares de suporte, solidarização das marcas e inexistência de indícios de alteração do posicionamento;
- xi. Nivelamento geodésico de precisão – condições de conservação, sujidade, visibilidade e solidarização das marcas;
- xii. Geodesia de posição – condições de conservação, sujidade, visibilidade e solidarização dos alvos e integridade dos pilares de suporte;
- xiii. Estação hidrométrica – estado dos elementos de construção civil e estabilidade do conjunto, estado dos equipamentos de protecção à intrusão das centrais de leitura e existência vedação.

### 3.6. Inspeção Expedita da Albufeira e Espaços Envolventes Adjacentes

A inspeção expedita da albufeira e espaços envolventes adjacentes visam determinar o grau de urgência na elaboração de um plano de ordenamento e de um plano de exploração da albufeira que proteja a qualidade do meio aquático e zonas ribeirinhas, na qual se incluem os ecossistemas, e permita manter em coabitação pacífica os diversos utilizadores dos espaços e reduzir as potencialidades de conflitos entre usos da água e a preservação do ambiente.

O aumento das actividades humanas induz o aumento da diversidade dos usos da água e da conflitualidade entre fins díspares decorrentes do incremento das oscilações dos níveis de água de albufeira. Essa intensificação ocorre não apenas em situações extremas de seca ou cheias mas também com a utilização e exploração corrente da barragem e da albufeira.

Para conciliar estas vertentes, que se apropriam paulatinamente com o aparecimento de água regularizada pela albufeira, é corrente criarem-se planos de exploração da barragem, planos de exploração da albufeira e planos de ordenamento da albufeira, bem como outras tantas comissões. Esta multiplicidade de instrumentos pode ser evitada com um único instrumento que pode ser criado se se dispuserem dos dados e informações apropriados. É para isso que os resultados da inspecção expedita da albufeira e espaços envolventes adjacentes devem contribuir.

Se existirem meios adequados de navegação na albufeira esta deverá ser percorrida longitudinalmente e transversalmente. Com estas observações da superfície da água e dos espaços envolventes adjacentes procurar-se-á identificar situações de degradação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos e suas origens através do registo e caracterização das actividades humanas susceptíveis de causarem esses efeitos.

Caso seja possível, deverá ser efectuada uma vistoria ao estado do curso de água em algumas centenas de metros a jusante e contornar a albufeira por terra.

Se o curso de água a jusante atravessar ou ladear alguma povoação deverá ser feita uma vistoria a esses locais no intuito de averiguar potenciais situações de riscos em relação às ondas de cheias provocadas pela eventual ruptura da barragem.

Em seguida, são elencadas as instruções para a inspecção expedita da albufeira e espaços envolventes adjacentes:

- Verificar a existência de instalações e equipamentos flutuantes fixos ou móveis não associados à exploração da barragem e condicionamentos impostos à exploração da albufeira;
- Observação de materiais flutuantes móveis que podem obstruir a entrada do descarregador de cheias e ou as grelhas das descargas de fundo ou tomadas de água quando o nível da superfície da água for a destes órgãos;
- Identificar as instalações de extracção de água ou inertes nas margens adversas e ou diversas à utilização principal da albufeira;



- Inspeccionar os deslizamentos e zonas de potenciais deslizamentos nos taludes das margens da albufeira;
- Verificar a existência de manchas ou materiais que revelem descargas de substâncias poluentes e indagar a sua proveniência;
- Analisar a ocupação marginal da albufeira e a sua compatibilidade com o regime de exploração;
- Determinar a extensão e qualidade das vias de comunicação periféricas da albufeira;
- Identificar as povoações e actividades económicas directamente dependentes da água da albufeira;
- Detectar locais de erosão provocados a jusante pelas descargas da albufeira.



## PARTE 4 – INSTRUÇÕES PÓS INSPECÇÃO

### 4.1. Análise da Informação

Após a inspecção expedita e de volta ao gabinete, será necessário analisar a informação recolhida e, designadamente, avaliar os componentes da barragem e órgãos do ponto de vista da segurança. O objectivo é classificar cada componente e órgão de: sem riscos de segurança; com riscos médios; ou com riscos elevados. Essa classificação atenderá ao estado geral de conservação, risco de deteriorações identificadas, inoperacionalidade de órgãos e equipamentos e problemas de manutenção observados.

No limite, os riscos para a segurança da barragem podem resultar na:

- Rotura (Estado Limite Último);
- Perda de funcionalidade (Estado Limite de Utilização).

Na matriz da página seguinte são definidos riscos associados a algumas deteriorações e deficiências possíveis em barragens.

O galgamento de barragens, independentemente do tipo de barragem, pode causar perdas de funcionalidade e a deterioração dos seus componentes e órgãos, sendo, no caso de barragens de aterro, fonte de erosão externa progressiva do corpo da barragem que, no limite, pode conduzir à rotura da barragem.

A percolação de água excessiva, quer seja na fundação ou encontros, quer seja no corpo das barragens de aterro, pode originar a erosão interna dos solos (*piping*), que potencia condições de instabilidade dos taludes e a ocorrência de deslizamentos e escorregamentos de grandes massas nas barragens de aterro ou problemas nas fundações de barragens de betão sobre leitos móveis. Quando sem consequências tão graves, a percolação excessiva pode levar a perdas de funcionalidade, como a incapacidade de enchimento da albufeira.

A destabilização dos solos de barragens de aterro ou das fundações e encontros, indiciado pela existência de deslocamentos e fissuração no corpo da barragem, são indícios de rotura que afecta a segurança da barragem e, consequentemente, a possibilidade da sua utilização.

**Quadro 4.** Riscos de segurança associados a deteriorações e deficiências

<b>Deteriorações ou deficiências</b>	<b>Galgamento</b>	<b>Percolação de água excessiva</b>	<b>Incapacidade de enchimento da albufeira</b>	<b>Desestabilização de solos</b>
Obstrução ou entupimento do descarregador da cheia	Risco Elevado			
Deterioração do coroamento, com perda de cota	Risco Elevado ou médio			
Comporta do descarregador de cheia inoperacional e fechada	Risco elevado			
Ressurgências e zonas húmidas e amolecidas		Risco Elevado ou médio	Risco médio	
Equipamento da descarga de fundo inoperacional e aberta			Risco elevado	
Escoamento excessivo nos drenos ou galerias		Risco Elevado	Risco médio	
Fissuras e desalinhamentos				Risco Elevado
Fendas, assentamentos e desalinhamentos no coroamento de barragens de aterro				Risco Elevado

Com base nos dados e informações sobre a albufeira e espaços envolventes adjacentes e a jusante é possível analisar o estado de segurança em relação à qualidade dos meios aquáticos e dos riscos para as actividades deles dependentes e determinar os riscos para pessoas, bens e ambiente no território de influência da barragem e albufeira.

#### 4.2. Registo da Informação

A informação recolhida e avaliação do estado geral de conservação e segurança dos componentes e órgãos da barragem serão registadas em suporte informático que consubstancia toda a informação. Para esse efeito, deverá ser preenchida, para cada barragem, a Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras em formato Excel. Nos campos correspondentes às observações poderá ser registada toda a informação complementar ou clarificadora dos campos fixos preenchidos.

A informação deverá ainda ser registada na Base de Dados de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras, a desenvolver para englobar a informação de todas as barragens inventariadas.

Complementarmente, e para fechar o processo de inspeção, deverá ser redigido um Relatório de Inspeção da barragem inventariada, que aborde, no mínimos, os seguintes temas:

- Identificação da barragem e titular;
- Identificação do responsável técnico e verificação da capacidade para lidar com barragens;
- Avaliação de anomalias, identificando mau funcionamento, defeitos na construção ou indícios de deterioração;
- Fotografias das anomalias consideradas médias ou grandes;
- Tamanho e nível de perigo de cada anomalia identificada na ficha de inspeção;
- Comparação com os resultados da inspeção de segurança regular anterior, quando se aplique;
- Indicar a necessidade de reparos, manutenções ou inspeções regulares e especiais, recomendando os serviços necessários;
- Classificação do nível de perigo da barragem em normal, alerta ou emergência;





## BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO DA ÁGUA (2001) – *Curso de Exploração e Segurança de Barragens*, Lisboa.

MARANHA DAS NEVES, E.; CALDEIRA, L.; PINHEIRO, A. (2015) – *Projecto, Construção e Observação de Pequenas Barragens de Aterro*. Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia. IST Press, Lisboa.

QUINTELA (1990) – *Textos das Lições da Disciplina de Estruturas Hidráulicas*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

TAVEIRA PINTO, F.; PROENÇA, M<sup>a</sup> FERNANDA (2012) – *Aproveitamentos Hidráulicos e Obras Fluviais, Aula 2*. Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

COMISSÃO NACIONAL PORTUGUESA DE GRANDES BARRAGENS –  
[http://cnpgb.apambiente.pt/gr\\_barragens/gbportugal/](http://cnpgb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/)





## ANEXO





## Anexo 1 – Fichas de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

---

**A. DADOS GERAIS**

**Dono de Obra:** \_\_\_\_\_ **Técnicos responsáveis pela inspeção:** \_\_\_\_\_

**Promotor:** \_\_\_\_\_ **Data da reunião com Entidade Gestora:** \_\_\_\_\_

**Construtor:** \_\_\_\_\_ **Data da inspeção:** \_\_\_\_\_

**Entidade Gestora** \_\_\_\_\_

**Estado:**  Exploração  Construção  Reabilitação  Abandono

Observações: \_\_\_\_\_

**Período de construção / reabilitação:** Início: aa/ mm/ dd Fim: aa/ mm/ dd

Construção: \_\_\_\_\_

Reabilitação: \_\_\_\_\_

**Usos:**

Água:  Abastecimento  Aquicultura  Irrigação e/ou Agro-pecuária  Navegação

Produção de Energia  Recreio  Controlo de cheias  Outro

Barragem:  Rodoviária - Estrada  Caminho pedonal  Posto de observação  Outro

Rodoviária - Ponte  Eclusa  Miradouro

**Tipo de aproveitamento:**  Fio de água  Albufeira  Albufeira com bombeamento

**Localização:**

Curso de água: \_\_\_\_\_

Bacia hidrográfica: \_\_\_\_\_

Unidade hidrográfica:

Alto Cunene  Alto Cuanza  Baixo Cunene  Baixo Cuanza  Bingo  Cabinda

Catumbela  Centro - Oeste  Coporolo  Cuando  Cuango  Cubango

Cuvelai  Dande  Kassai  Longa  Médio Cunene  Médio Cuanza

Noroeste  Queve  Sudoeste  Zambeze

Povoação mais próxima: \_\_\_\_\_

Municipalidade: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

**Coordenadas:**

Longitude: \_\_\_\_\_

Latitude: \_\_\_\_\_

Extracto cartográfico 1/50.000 ou Google Earth com localização da barragem

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**B. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS E DA BACIA HIDROGRÁFICA**

Área da bacia hidrográfica própria (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_ Caudal integral anual (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Altitude média (m): \_\_\_\_\_ Caudal de ponta de cheia (m<sup>3</sup>/s): \_\_\_\_\_  
 Declive médio (%): \_\_\_\_\_ Registos de caudais:  Sim  Não  
 Comprimento do curso de água principal (m): \_\_\_\_\_  
 Declive do curso de água principal (%): \_\_\_\_\_  
 Povoação a jusante junto às margens:  Sim  Não  
 Distância da povoação mais próxima:  < 1 km  <5 km  <10 km  <25 km  <50 km  
 Número de habitantes da povoação:  < 100  <500  <5000  <10000  <50000  <100000

**C. BARRAGEM**

**C1. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS**

**Tipo de barragem:**  Fixa  Móvel  Misto

**Registo de imagem:**

**Tipo estrutural:**  Betão  Alvenaria  
 Gravidade maciça  Contrafortes  
 Arco gravidade  Abóbodas múltiplas  
 Arco / Abóboda simples

**Dimensões e fundações:**

Altura máxima da fundação (m): \_\_\_\_\_  
 Máxima largura da base (m): \_\_\_\_\_  
 Largura máxima de fundação (m): \_\_\_\_\_  
 Volume total de betão (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Tipo de fundação:  
 Rocha  Solo arenoso  
 Solo argiloso  Solo siltoso

**Coroamento:**

Cota de coroamento (m): \_\_\_\_\_  
 Comprimento do coroamento (m): \_\_\_\_\_  
 Largura do coroamento (m): \_\_\_\_\_  
 Revestimento do coroamento: \_\_\_\_\_  
 Iluminação do coroamento: \_\_\_\_\_  
 Guardas do coroamento:  
 Sem guardas  Guardas a montante e a jusante  
 Guarda a montante  Guarda a jusante  
 Guarda contínua  Guarda descontinua

Foto

---

Planta

---

Perfil



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**C. BARRAGEM**

**C1. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS (continuação)**

**Paramento de montante:**

Declive:

Revestimento:

**Paramento de jusante:**

Declive:

Revestimento:

**C2. CONSERVAÇÃO**

**Coroamento:**

- Fissuração ou fendas do betão     Desalinhamento de blocos     Sistema de drenagem obstruído  
 Iluminação insuficiente     Tampas de caixas danificadas     Vegetação excessiva

Geral/outras:

**Paramento de montante:**

- Fissuração ou fendas do betão     Juntas de trabalho danificadas     Juntas de dilatação danificadas  
 Deterioração da superfície do betão     Vegetação em fendas

Geral/outras:

**Paramento de Jusante:**

- Fissuração ou fendas do betão     Juntas de trabalho danificadas     Juntas de dilatação danificadas  
 Deterioração da superfície do betão     Vegetação em fendas     Ressurgências  
 Depósitos de materiais dissolvidos

Geral/outras:

**Zona a jusante adjacente:**

- Fendas     Empolamentos     Ressurgências  
 Subsídências     Depressões     Vegetação excessiva

Geral/outras:

**C3. SEGURANÇA**

**Coroamento:**

- Sem riscos     Riscos médios     Com riscos elevados    Risco:

**Paramento de montante:**

- Sem riscos     Riscos médios     Com riscos elevados    Risco:

**Paramento de Jusante:**

- Sem riscos     Riscos médios     Com riscos elevados    Risco:

**Zona a jusante adjacente:**

- Sem riscos     Riscos médios     Com riscos elevados    Risco:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D1. CARACTERÍSTICAS**

**Descarregador de cheias:**

Tipo:  Sobre a barragem  Orifício  Canal  Poço  Galeria  Fusível

Controlo:  Descarga livre  Comporta

Descrição:

Cota de crista (m):

Caudal de dimensionamento (m<sup>3</sup>/s):

Equipamento:

Dissipação de energia:  Queda livre  Queda guiada  Obra de dissipação  Dissipação no leito  Degraus

**Bacia de dissipação:**

Tipo / descrição:

Comprimento (m):

Largura (m):

Altura (m):

**Descarga de fundo:**

Tipo / descrição:

Capacidade (m<sup>3</sup>/s):

Equipamento:

**Tomada de água:**

Tipo / descrição:

Equipamento:

**Estação elevatória:**

Existência:  Sim  Não

Estado de funcionamento:  Exploração  Construção  Reabilitação  Desactivada

Número de grupos:

Potência dos grupos:

Marca/modelo:

Tipo de grupo/voluta:

Tempo de funcionamento anual:

**Central hidroeléctrica:**

Tipo de central:  Pé de barragem  Subterrânea  Margem esquerda

Margem direita  Fio de água  Reversível

Estado de funcionamento:  Exploração  Construção  Reabilitação  Desactivada

Queda útil (m):

Nº. de grupos instalados:

Tipo de grupos:

Potência total instalada (MW):

Produção de energia - ano médio (GWh)

Tempo de funcionamento revertido anual:





**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D1. CARACTERÍSTICAS (continuação)**

**Galerias**

**Galeria geral de drenagem:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Galeria de acesso às válvulas da descarga de fundo:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Galeria de acesso à central hidroelétrica:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**D2. CONSERVAÇÃO**

**Descarregador de cheias:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Bacia de dissipação:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Observações:

**Descarga de fundo:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Tomada de água:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Estação elevatória:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Estado da instalação elétrica:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Central hidroelétrica:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado dos grupos:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Estado equipamento elétrico:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D2. CONSERVAÇÃO (continuação)**

**Galeria geral de drenagem:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Infiltrações:  Sim  Não

Observações:

**Galeria de acesso às válvulas de descarga de fundo:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Infiltrações:  Sim  Não

Observações:

**Galeria de acesso à central hidroelétrica:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Infiltrações:  Sim  Não

Observações:

**C3. SEGURANÇA**

**Descarregador de cheias:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Bacia de dissipação:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Descarga de fundo:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Tomada de água:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Estação elevatória:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Central hidroelétrica:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Tomada de água:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria geral de drenagem:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria de acesso às válvulas de descarga de fundo:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria de acesso à central hidroelétrica:**

Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**E. ALBUFEIRA**

**Características**

Nível de pleno armazenamento NPA (m):

Capacidade(m<sup>3</sup>):

Volume útil (m<sup>3</sup>):

Nível máxima de cheia NMC (m):

Nível mínimo de exploração NME (m):

Superfície inundada (ha):



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**E. ALBUFEIRA (continuação)**

**Utilizações:**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Navegação comercial     | <input type="checkbox"/> Pesca                        | <input type="checkbox"/> Recreio e lazer               |
| <input type="checkbox"/> Associação utilizadores | <input type="checkbox"/> Equipamentos marginais fixos | <input type="checkbox"/> Equipamentos marginais móveis |

**Exploração e protecção:**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Plano de ordenamento          | <input type="checkbox"/> Plano de exploração      | <input type="checkbox"/> Registos de volumes     |
| <input type="checkbox"/> Registos de níveis            | <input type="checkbox"/> Vigilância               | <input type="checkbox"/> Controlo qualidade água |
| <input type="checkbox"/> Controlo qualidade ictiofauna | <input type="checkbox"/> Instabilidade de taludes | <input type="checkbox"/> Acessos estado adequado |

**Estado:**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Deslizamentos de terras | <input type="checkbox"/> Extração de água e/ou inertes | <input type="checkbox"/> Descargas de substâncias poluentes |
|--|--|---|

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

**F1. CARACTERÍSTICAS**

**Escala limnimétrica:**

Número:

Localização:

**Fios de prumo:**

Tipo:

Número:

Localização:

Bases de coordenómetro:

Cota:

**Extensómetro:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Bases de alongâmetros:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Rede de drenagem:**

Número de drenos:

Localização:

Bicas totalizadoras:

Bicas em ressurgências:

Localização:

**Piezómetros hidráulicos:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Piezómetros eléctricos:**

Tipo:

Número:

Localização:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

**F1. CARACTERÍSTICAS (continuação)**

**Nivelamento geométrico de precisão:**

Número de marcas:

Localização:

**Geodesia de posição:**

Número de alvos:

Número de pilares:

Localização:

**Estação hidrométrica:**

Tipo:  Convencional  Automática

Descrição:

Localização:

Longitude:

Latitude:

**Outros:**

Descrição:

Localização:

Descrição:

Localização:

**F2. CONSERVAÇÃO**

**Escala limnimétrica:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Fios de prumo:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Extensómetro:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Bases de alongâmetros:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Rede de drenagem:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Piezómetros hidráulicos:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ALVENARIA / BETÃO**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

**F2. CONSERVAÇÃO (continuação)**

**Piezómetros eléctricos:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Nivelamento geométrico de precisão:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Geodesia de posição:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Estação hidrométrica:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Outros:**

Equipamento:

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

Equipamento:

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**G. INFORMAÇÃO GERAL DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA**

Número de funcionários afectos à exploração:

Arquivo técnico:  Sim  Não

Projecto da barragem:  Sim  Não

Projecto de reabilitação:  Sim  Não

Plano de primeiro enchimento:  Sim  Não

Plano de observação:  Sim  Não

Sistema de observação da barragem:  Sim  Não

Sistema de monitorização da albufeira:  Sim  Não

Normas de exploração /  
procedimentos / regulamento:  Sim  Não

Relatórios de exploração / observação:  Sim  Não

Estudo de onda de cheia e/ou carta de risco de  
inundação:  Sim  Não

Plano de emergência e sistema de aviso:  Sim  Não

Modelo de gestão de aflúencias:  Sim  Não

Observações:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**A. DADOS GERAIS**

**Dono de Obra:**

**Técnicos responsáveis pela inspeção:**

**Promotor:**

**Data da reunião com Entidade Gestora:**

**Construtor:**

**Data da inspeção:**

**Entidade Gestora**

**Estado:**

- Exploração     
  Construção     
  Reabilitação     
  Abandono

Observações:

**Período de construção / reabilitação:**

Início: aa/ mm/ dd      Fim: aa/ mm/ dd

Construção:

Reabilitação:

**Usos:**

- Água:**     
  Abastecimento     
  Aquicultura     
  Irrigação e/ou Agro-pecuária     
  Navegação  
 Produção de Energia     
  Recreio     
  Controlo de cheias     
  Outro

- Barragem:**     
  Rodoviária - Estrada     
  Caminho pedonal     
  Posto de observação     
  Outro  
 Rodoviária - Ponte     
  Eclusa     
  Miradouro

**Tipo de aproveitamento:**

- Fio de água     
  Albufeira     
  Albufeira com bombeamento

**Localização:**

Curso de água:

Bacia hidrográfica:

Unidade hidrográfica:

- Alto Cunene     
  Alto Cuanza     
  Baixo Cunene     
  Baixo Cuanza     
  Bingo     
  Cabinda  
 Catumbela     
  Centro - Oeste     
  Coporolo     
  Cuando     
  Cuango     
  Cubango  
 Cuvelai     
  Dande     
  Kassai     
  Longa     
  Médio Cunene     
  Médio Cuanza  
 Noroeste     
  Queve     
  Sudoeste     
  Zambeze

Povoação mais próxima:

Municipalidade:

Província:

**Coordenadas:**

Longitude:

Latitude:

Extracto cartográfico 1/50.000 ou Google Earth com localização da barragem



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**B. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS E DA BACIA HIDROGRÁFICA**

Área da bacia hidrográfica própria (m<sup>2</sup>):  
Altitude média (m):  
Declive médio (%):  
Comprimento do curso de água principal (m):  
Declive do curso de água principal (%):  
Povoação a jusante junto às margens:  Sim  Não  
Distância da povoação mais próxima:  < 1 km  < 5 km  < 10 km  < 25 km  < 50 km  
Número de habitantes da povoação:  < 100  < 500  < 5000  < 10000  < 50000  < 100000

Caudal integral anual (m<sup>3</sup>):  
Caudal de ponta de cheia (m<sup>3</sup>/s):  
Registos de caudais:  Sim  Não

**C. BARRAGEM**

**C1. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS**

**Tipo estrutural:**  Terra  Enrocamento  
 Mista  Perfil homogéneo  
 Perfil zonado

**Registo de imagem:**

Foto

Planta

Perfil

**Dimensões e fundações:**

Altura máxima da fundação (m):  
Altura máxima acima do leito da ribeira (m):  
Máxima largura da base (m):  
Cota do coroamento do núcleo (m):  
Largura do coroamento do núcleo (m):  
Máxima largura do coroamento do núcleo (m):  
Volume total (m<sup>3</sup>):  
Tipo de fundação:  
 Rocha  Solo arenoso  
 Solo argiloso  Solo siltoso

**Coroamento:**

Cota de coroamento (m):  
Comprimento do coroamento (m):  
Largura do coroamento (m):  
Revestimento do coroamento:  
Iluminação do coroamento:  
Guardas do coroamento:  
 Sem guardas  Guardas a montante e a jusante  
 Guarda a montante  Guarda a jusante  
 Guarda contínua  Guarda descontinua

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**C. BARRAGEM**

**C1. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS (continuação)**

**Paramento de montante:**

Declive:

Revestimento:

**Paramento de jusante:**

Declive:

Revestimento:

Número de banquetas de paramento de jusante:

**Núcleo**

Declive a montante:

Declive a jusante

**Dispositivos de controlo de percolação:**

- Dreno de pé de jusante       Núcleo de controlo de percolação       Tapete drenante  
 Dreno vertical ou inclinado       Corta-águas       Poços de alívio  
 Impermeabilização no paramento de montante

**C2. CONSERVAÇÃO**

**Coroamento:**

- Sulcos/fendas ou abatimentos       Depressões ou desalinhamento       Sistema de drenagem obstruído  
 Iluminação insuficiente       Tampas de caixas danificadas       Vegetação excessiva

Geral/outras:

**Paramento de montante:**

- Deslocamentos ou perdas de blocos       Vazios ou depressões       Erosões ou fendas  
 Escorregamentos ou subsidências       Vegetação excessiva

Geral/outras:

**Paramento de Jusante:**

- Movimento de talude / escarpas       Vazios ou depressões       Erosões ou fendas  
 Escorregamentos ou subsidências       Arrastamentos de finos       Ressurgências e zonas húmidas  
 Perfurações de animais       Vegetação excessiva  
 Desnívelamento ou desalinhamento nas banquetas

Geral/outras:

**Pé de talude de jusante:**

- Fendas       Empolamentos       Ressurgências  
 Subsidências       Depressões       Vegetação excessiva

Geral/outras:





**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**C. BARRAGEM (continuação)**

**C3. SEGURANÇA**

**Coroamento:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados **Risco:**

**Paramento de montante:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados **Risco:**

**Paramento de Jusante:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados **Risco:**

**Pé de talude de jusante:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados **Risco:**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D1. CARACTERÍSTICAS**

**Descarregador de cheias:**

Tipo:  Sobre a barragem  Orifício  Canal  Poço  Galeria  Fusível

Controlo:  Descarga livre  Comporta

Descrição:

Cota de crista (m):

Caudal de dimensionamento (m<sup>3</sup>/s):

Equipamento:

Dissipação de energia:  Queda livre  Queda guiada  Obra de dissipação  Dissipação no leito  Degraus

**Bacia de dissipação:**

Tipo / descrição:

Comprimento (m):

Largura (m):

Altura (m):

**Descarga de fundo:**

Tipo / descrição:

Capacidade (m<sup>3</sup>/s):

Equipamento:

**Tomada de água:**

Tipo / descrição:

Equipamento:

**Estação elevatória:**

Existência:  Sim  Não

Estado de funcionamento:  Exploração  Construção  Reabilitação  Desactivada

Número de grupos:

Potência dos grupos:

Marca/modelo:

Tipo de grupo/voluta:

Tempo de funcionamento anual:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D1. CARACTERÍSTICAS (continuação)**

**Central hidroeléctrica:**

Tipo de central:  Pé de barragem  Subterrânea  Margem esquerda  
 Margem direita  Fio de água  Reversível

Estado de funcionamento:  Exploração  Construção  Reabilitação  Desactivada

Queda útil (m):

Nº. de grupos instalados:

Tipo de grupos:

Potência total instalada (MW):

Produção de energia - ano médio (GWh)

Tempo de funcionamento revertido anual:

**Galerias**

**Galeria longitudinal:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Galeria transversal:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Poço de bombagem:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Galeria de acesso às válvulas de descarga de fundo:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**Galeria de acesso à central hidroeléctrica:**

Existência:  Sim  Não

Descrição:

**D2. CONSERVAÇÃO**

**Descarregador de cheias:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Infiltrações (túnel):  Sim  Não

Observações:

**Bacia de dissipação:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Observações:



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D2. CONSERVAÇÃO (continuação)**

**Descarga de fundo:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Infiltrações:  Sim  Não  
Observações:

**Tomada de água:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Infiltrações:  Sim  Não  
Observações:

**Estação elevatória:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Estado da instalação eléctrica:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Observações:

**Central hidroeléctrica:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Estado dos grupos:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Estado equipamento eléctrico:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Observações:

**Galeria longitudinal:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Infiltrações:  Sim  Não  
Observações:

**Galeria transversal:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Infiltrações:  Sim  Não  
Observações:

**Poço de bombagem:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Estado da instalação eléctrica:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional  
Observações:

**Galeria de acesso às válvulas de descarga de fundo:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  
Infiltrações:  Sim  Não  
Observações:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**D. ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E DE SEGURANÇA**

**D2. CONSERVAÇÃO (continuação)**

**Galeria de acesso à central hidroelétrica:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau

Infiltrações:  Sim  Não

Observações:

**C3. SEGURANÇA**

**Descarregador de cheias:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Bacia de dissipação:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Descarga de fundo:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Tomada de água:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Estação elevatória:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Central hidroelétrica:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria longitudinal:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria transversal:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Poço de bombagem:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria de acesso às válvulas da descarga de fundo:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**Galeria de acesso à central hidroelétrica:**  Sem riscos  Riscos médios  Com riscos elevados Risco:

**E. ALBUFEIRA**

**Características:**

Nível de pleno armazenamento NPA (m):

Capacidade(m<sup>3</sup>):

Volume útil (m<sup>3</sup>):

Nível máxima de cheia NMC (m):

Nível mínimo de exploração NME (m):

Superfície inundada (ha):

**Utilizações:**

Navegação comercial  Pesca  Recreio e lazer

Associação utilizadores  Equipamentos marginais fixos  Equipamentos marginais móveis



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**E. ALBUFEIRA (continuação)**

**Exploração e protecção:**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Plano de ordenamento          | <input type="checkbox"/> Plano de exploração      | <input type="checkbox"/> Registos de volumes     |
| <input type="checkbox"/> Registos de níveis            | <input type="checkbox"/> Vigilância               | <input type="checkbox"/> Controlo qualidade água |
| <input type="checkbox"/> Controlo qualidade ictiofauna | <input type="checkbox"/> Instabilidade de taludes | <input type="checkbox"/> Acessos estado adequado |

**Estado:**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Deslizamentos de terras | <input type="checkbox"/> Extracção de água e/ou inertes | <input type="checkbox"/> Descargas de substâncias poluentes |
|--|---|---|

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

**F1. CARACTERÍSTICAS**

**Escala limnimétrica:**

Número:

Localização:

**Inclinómetros:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Fios extensométricos**

Tipo:

Número:

Localização:

**Rede de drenagem:**

Número de drenos:

Localização:

Bicas totalizadoras:

Bicas em ressurgências:

Localização:

**Baterias de assentamento:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Piezómetros hidráulicos:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Piezómetros eléctricos:**

Tipo:

Número:

Localização:

**Marcas superficiais:**

Tipo:

Número:

Localização:

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

---

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

---

**F1. CARACTERÍSTICAS (continuação)**

**Geodesia de posição:**

Número de alvos: \_\_\_\_\_

Número de pilares: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

**Estação hidrométrica:**

Tipo:  Convencional  Automática

Descrição: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

Longitude: \_\_\_\_\_

Latitude: \_\_\_\_\_

**Outros:**

Descrição: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

Descrição: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

**F2. CONSERVAÇÃO**

**Escala limnimétrica:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Inclinómetros:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Fios extensométricos**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Rede de drenagem:**

Estado geral:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Marcas superficiais:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Baterias de assentamento:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_

**Piezómetros hidráulicos:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações: \_\_\_\_\_



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS E ALBUFEIRAS**

**BARRAGENS DE ENRROCAMENTO / TERRA**

**BARRAGEM DE \_\_\_\_\_**

**F. EQUIPAMENTOS DE OBSERVAÇÃO**

**F2. CONSERVAÇÃO (continuação)**

**Piezómetros eléctricos:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Geodesia de posição:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Estação hidrométrica:**

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**Outros:**

Equipamento:

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

Equipamento:

Estado equipamento:  Bom  Razoável  Mau  Inoperacional

Observações:

**G. INFORMAÇÃO GERAL DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA**

Número de funcionários afectos à exploração:

Arquivo técnico:  Sim  Não

Projecto da barragem:  Sim  Não

Projecto de reabilitação:  Sim  Não

Plano de primeiro enchimento:  Sim  Não

Plano de observação:  Sim  Não

Sistema de observação da barragem:  Sim  Não

Sistema de monitorização da albufeira:  Sim  Não

Normas de exploração /  
procedimentos / regulamento:  Sim  Não

Relatórios de exploração / observação:  Sim  Não

Estudo de onda de cheia e/ou carta de risco de  
inundação:  Sim  Não

Plano de emergência e sistema de aviso:  Sim  Não

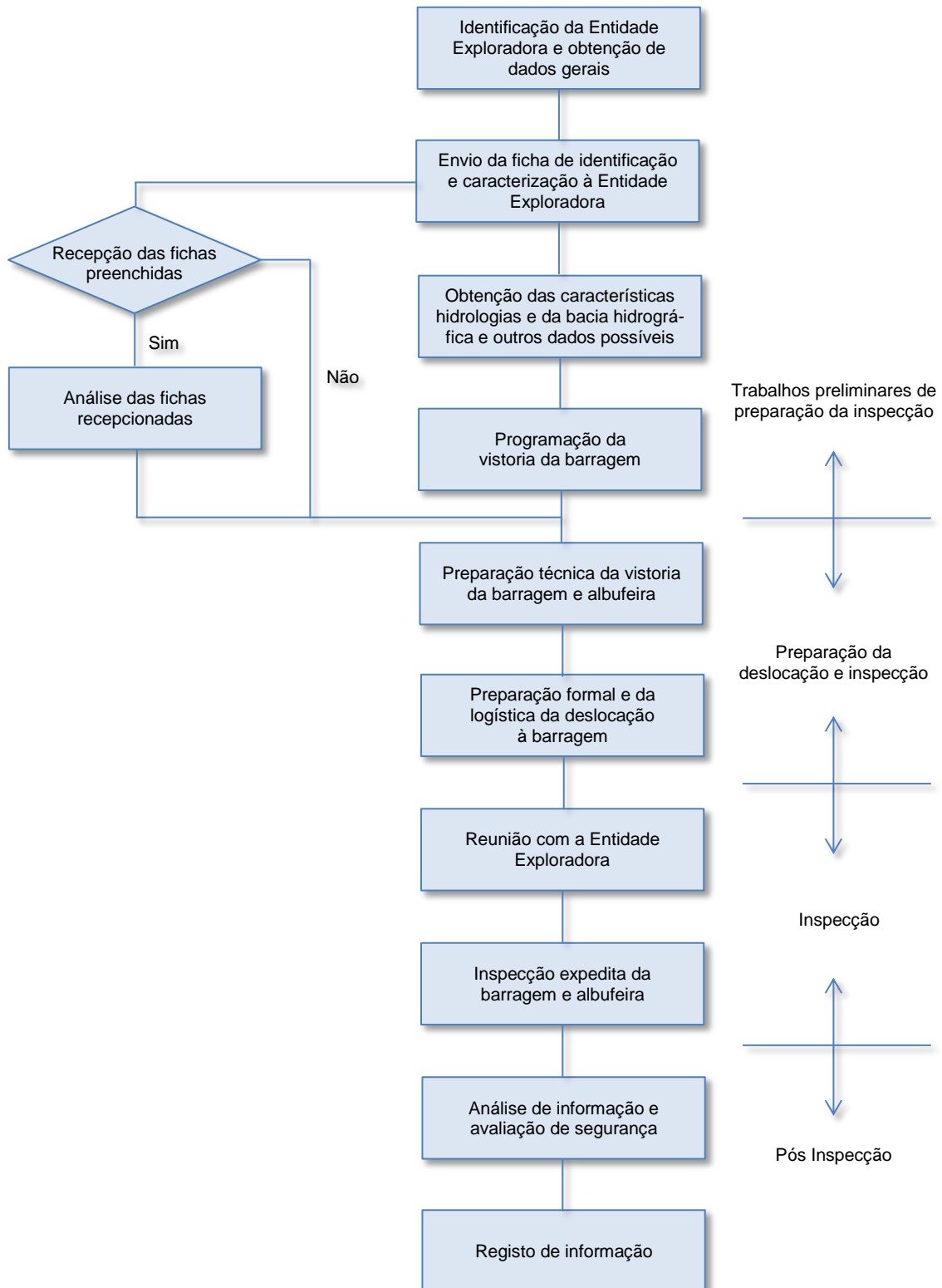
Modelo de gestão de aflúencias:  Sim  Não

Observações:





## Anexo 2 – Fluxograma do Processo





### Anexo 3 – Checklist de tarefas a realizar

Nº	TAREFA A REALIZAR	VERIFI- CAÇÃO	PEN- DENTE	OBSERVAÇÃO/PENDENTES
PRÉ-INSPECÇÃO				
1	Identificar dados gerais da barragem e albufeira			
2	Endereçar Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras à entidade gestora da barragem e solicitar elementos complementares			
3	Identificar características hidrológicas e da bacia hidrográfica			
4	Receber Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras preenchida pela entidade gestora e elementos complementares			
5	Verificar Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras preenchida pela entidade gestora			
6	Agendar reunião e inspecção da barragem e albufeira com a entidade gestora			
7	Efectuar trabalho de pesquisa de informação possível para obviar a falta de recepção da Ficha de Identificação e Caracterização de Barragens e Albufeiras preenchida pela entidade gestora			
8	Preparar logística da viagem como bilhetes, alojamento, mobilidade e comunicações			
9	Preparar itinerário das deslocações e acautelar a autonomia das deslocações			
10	Criar <i>dossier</i> técnico em papel			
11	Providenciar equipamentos de registo, inspecção e segurança			
12	Salvaguardar vestuário adequado e repelente			
13	Acautelar documentos pessoais (identificação, vacinas e condução) e da viatura (caso se aplique)			
14	Verificar, antes da partida, a posse de todos os documentos, equipamentos e meios providenciados em resposta aos itens 6 a 13			

Nº	TAREFA REALIZADA	VERIFI- CAÇÃO	PEN- DENTE	OBSERVAÇÃO/PENDENTES
<b>REUNIÃO COM ENTIDADE EXPLORADORA</b>				
15	Identificar e/ou verificar características estruturais da barragem por consulta do projecto e em reunião com entidade exploradora			
16	Providenciar imagens da planta e perfil e fotografia da barragem baseados no projecto ou outra documentação detida pela entidade exploradora			
17	Analisar o estado de conservação de segurança e riscos associados da barragem em reunião com a entidade exploradora			
18	Identificar e/ou verificar as características dos órgãos de exploração e de segurança por consulta do projecto e em reunião com entidade exploradora			
19	Analisar o estado de conservação de segurança e riscos associados dos órgãos de exploração e de segurança e recolher informação sobre acidentes, incidentes ou avarias em reunião com entidade exploradora			
20	Identificar e/ou verificar características, utilizações e informação da exploração e estado da albufeira em reunião com entidade exploradora			
21	Identificar e/ou verificar características dos equipamentos de observação por consulta do projecto e em reunião com entidade exploradora			
22	Analisar o estado de conservação dos equipamentos de observação e recolher informação sobre avarias em reunião com entidade exploradora			
23	Recolher e/ou verificar informação geral sobre a exploração e segurança em reunião com entidade exploradora			
24	Preparar inspecção da barragem com os responsáveis da entidade exploradora, garantindo o acesso e vistoria de todas as partes e órgãos da barragem e das margens da albufeira			

Nº	TAREFA REALIZADA	VERIFI- CAÇÃO	PEN- DENTE	OBSERVAÇÃO/PENDENTES
<b>INSPECÇÃO</b>				
25	Percorrer e vistoriar de perto o coroamento			
26	Vistoriar de perto o paramento ou talude de montante			
27	Vistoriar de perto o paramento ou talude de montante, percorrendo os encontros e as banquetas nas barragens de aterro			
28	Percorrer e vistoriar de perto a zona e pé de talude de jusante			
29	Vistoriar de perto a bacia de dissipação de energia			
30	Vistoriar descarregador de cheia (estrutura, equipamento e instalação eléctrica)			
31	Vistoriar descarga de fundo (estrutura e equipamento)			
32	Vistoriar tomada de água (estrutura e equipamento)			
33	Vistoriar estação elevatória (estrutura, equipamento e instalação eléctrica)			
34	Vistoriar central hidroeléctrica (estrutura, equipamento e instalação eléctrica)			
35	Percorrer e vistoriar galeria geral de drenagem (barragem de alvenaria ou betão)			
36	Percorrer e vistoriar galeria e acesso às válvulas de descarga de fundo			
37	Percorrer e vistoriar galeria de acesso à central hidroeléctrica			
38	Percorrer e vistoriar galeria longitudinal (barragem de aterro)			
39	Percorrer e vistoriar galeria transversal (barragem de aterro)			
40	Vistoriar poço de bombagem (estrutura, equipamento e instalação eléctrica – barragem de aterro)			

Nº	TAREFA REALIZADA	VERIFI- CAÇÃO	PEN- DENTE	OBSERVAÇÃO/PENDENTES
INSPECÇÃO (continuação)				
41	Vistoriar escala limnimétrica			
42	Vistoriar fios de prumo (barragem de alvenaria ou betão)			
43	Vistoriar inclinómetro (barragem de aterro)			
44	Vistoriar fios extensométricos (barragem de aterro)			
45	Vistoriar extensómetro (barragem de alvenaria ou betão)			
46	Vistoriar bases de alongâmetros			
47	Vistoriar rede de drenagem			
48	Vistoriar baterias de assentamento (barragem de aterro)			
49	Vistoriar piezómetros			
50	Vistoriar marcas superficiais (barragem de aterro)			
51	Vistoriar nivelamento geodésico de precisão (barragem de alvenaria ou betão)			
52	Vistoriar geodesia de posição			
53	Vistoriar estação hidrométrica			
54	Percorrer e observar a albufeira e suas margens			
55	Percorrer e vistoriar curso de água a jusante da barragem			
56	Vistoriar zonas marginais de povoações a jusante da barragem			





**INRH**

INSTITUTO NACIONAL  
DE RECURSOS HÍDRICOS

CONSÓRCIO



**simbiente**  
Engenharia e Gestão Ambiental

**ecosphere**  
consultores em ambiente e desenvolvimento,lda.

**SERVENG**

**CONTACTOS PARA COMUNICAÇÃO**

RUA TIPOGRAFIA MAMÃ TITA, 32, 3º ANDAR  
INGOMBOTA, LUANDA  
ANGOLA  
SERVENG@SERVENG.CO.AO  
TEL. +244 222 371 667