

SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS



PRODUTO 13 RELATÓRIO DO WORKSHOP MANUAIS E GUIAS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS

CONTRATO Nº 051/ANA/2012

BRASÍLIA - DF
NOVEMBRO 2014



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

© Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial

SCN - Qd. 2, Lt. A, Ed. Corporate Financial Center, 7 andar
Brasília, DF - CEP: 70.712-900

Brasil

Tel: (55 61) 3329 1000

Fax: (55 61) 3329 1010

informacao@worldbank.org

The World Bank

1818 H Street, NW

Washington, DC 20433 USA

tel: (202) 473-1000

Internet: www.worldbank.org

Email: feedback@worldbank.org

Este relatório é um produto da equipe do Grupo Banco Mundial. As constatações, interpretações e conclusões expressas neste artigo não refletem necessariamente as opiniões dos Diretores Executivos do Banco Mundial nem tampouco dos governos que o representam.

O Banco Mundial não garante a exatidão dos dados incluídos neste trabalho. As fronteiras, cores, denominações e outras informações apresentadas em qualquer mapa deste trabalho não indicam qualquer juízo por parte do Banco Mundial a respeito da situação legal de qualquer território ou o endosso ou aceitação de tais fronteiras.

Conforme o Contrato nº 051 ANA/2012, os direitos de propriedade intelectual da ANA em quaisquer relatórios, estudos, análises ou outros documentos pré-existentes usados pelo BANCO em conexão com os Serviços de Assessoria devem permanecer com a ANA. Os direitos de propriedade intelectual em materiais novos preparados pelo BANCO em conexão com os Serviços de Assessoria devem pertencer a cada uma das partes, desde que, no entanto, ambas as partes tenham o direito universal, não exclusivo, perpétuo e livre de direitos autorais para usar, copiar, exibir, distribuir, publicar e criar trabalhos derivados do todo ou parte desses materiais e incorporar tais informações em suas respectivas pesquisas, documentos, publicações, web sites, e outras mídias sem o consentimento da outra parte, sujeito, porém, as limitações à divulgação de informações confidenciais e quaisquer direitos de terceiros.

Fica expressamente acordado que o uso pelo banco dos direitos de propriedade intelectual referidos no parágrafo anterior, dentro do território brasileiro, precisará de prévia autorização da ANA.

Foto da Capa: Açude Marechal Dutra (Gargalheiras) – Rio Grande do Norte.

Autor: Marcus Fuckner.

PRODUTO 13
RELATÓRIO WORKSHOP
MANUAIS E GUIAS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS

CONTRATO Nº 051/ANA/2012

SUMÁRIO

| | |
|--|----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 ABERTURA DO WORKSHOP..... | 2 |
| 3 APRESENTAÇÕES DOS GUIAS DO PRODUTO..... | 4 |
| 3.1 TOMO I - GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE) | 4 |
| 3.2 TOMO III - GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM | 4 |
| 3.3 TOMO IV- TERMOS DE REFERENCIA (ANEXOS I E IV)..... | 4 |
| 3.4 DISCUSSÃO | 5 |
| 4 APRESENTAÇÕES DO MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES DO PRODUTO 8..... | 7 |
| 4.1 TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS..... | 7 |
| 4.2 TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS | 7 |
| 4.3 TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS..... | 7 |
| 4.4 DISCUSSÃO | 8 |
| 5 ENCERRAMENTO DO WORSHOP | 9 |

ANEXOS:

ANEXO 1 – Programa do Workshop – Carta Convite

ANEXO 2 – Lista de Participantes

ANEXO 3 – Apresentação: Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência - PAE

ANEXO 4 – Apresentação: Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragens

ANEXO 5 – Apresentação: Termos de Referência para Contratação de Serviços

ANEXO 6 – Apresentação: Manual de Orientação aos Empreendedores

ANEXO 7 – Acervo fotográfico

APRESENTAÇÃO

Este relatório foi produzido no âmbito do contrato entre o Banco Mundial e a Agência Nacional de Águas, tendo sido responsável pela elaboração deste relatório a seguinte equipe do Agrupamento COBA/LNEC: Ricardo Oliveira, Lúcia Almeida, Pedro Seco e Pinto (COBA S.A.), Eliane Portela e Teresa Viseu (LNEC). O trabalho foi desenvolvido sob a direção de Erwin De Nys (Especialista Sênior em Recursos Hídricos), Paula Freitas (Especialista em Recursos Hídricos) e Maria Inês Muanis Persechini (Especialista em Recursos Hídricos).

Gostaríamos de agradecer também aos nossos colegas do Banco Mundial, Carolina Abreu dos Santos, Carla Zardo e Vinícius Cruvinel, cujo apoio nos ajudaram a finalizar a edição e divulgação do documento.

SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS

MANUAIS E GUIAS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS

PRODUTO 13

CONTRATO Nº 051/ANA/2012

1 INTRODUÇÃO

1. Este documento apresenta o relato do 3º Workshop realizado no âmbito da Assistência Técnica que Banco Mundial presta à Agência Nacional de Águas (ANA) em segurança de barragens.
2. O Workshop **MANUAIS E GUIAS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS**, promovido pelo Banco Mundial e pela ANA, com o apoio de seus consultores, teve como objetivo apresentar à ANA, a alguns fiscalizadores da segurança de barragens em nível federal e empreendedores, o estágio de desenvolvimento desses produtos destinados a orientar os empreendedores na execução de suas tarefas relacionadas com a segurança de barragens. O programa do Workshop e a carta convite são apresentados no Anexo 1.
3. O Workshop realizou-se em Brasília no dia 12 de novembro de 2014 com apresentações feitas pela equipe de consultores do Agrupamento COBA/LNEC.
4. Estiveram representadas no Workshop as seguintes entidades: DNPM, CODEVASF, DNOCS, SABESP e CAESB. ANEEL e MI foram convidadas, mas não enviaram representantes. A lista de presença é apresentada no Anexo 2.
5. Pelo lado da ANA, participaram do Workshop: Rodrigo Flecha, Superintendente de Regulação; Ligia Araujo, Gerente de Regulação de Serviços Públicos e Segurança de Barragens; e os membros da equipe: Carlos Motta, Alexandre Anderáos, Fernanda Laus de Aquino e André Onzi. Do Banco Mundial, participaram: Paula Freitas, Coordenadora do Projeto; e Inês Persechini, Especialista em Recursos Hídricos. O Workshop contou também com a presença de consultores convidados do Banco Mundial: Gilberto Valente Canali, João Francisco Silveira e Orlando Vignoli Filho.

2 ABERTURA DO WORKSHOP

6. A abertura do Workshop foi feita pela Coordenadora do Projeto, Paula Freitas, do Banco Mundial que fez o enquadramento geral do projeto, tal como se apresenta na figura seguinte. Foi ressaltado que este Workshop teve um foco em um público menor do que os anteriores devido ao estágio atual de cada produto apresentado. No entanto, um Workshop Final está planejado para março de 2015, com participação ampla de fiscalizadores e empreendedores federais e estaduais, para apresentação de todos os produtos gerados pela Assistência Técnica.

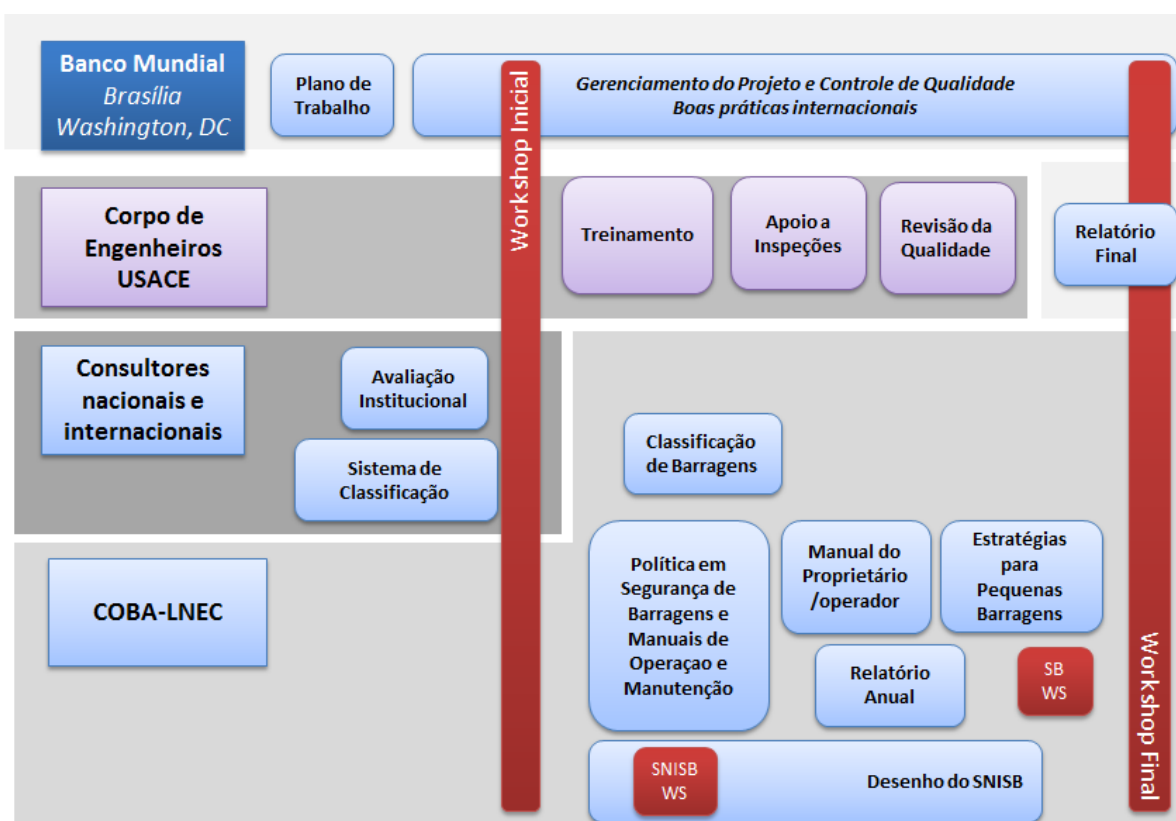


Figura 1 – Organização geral do trabalho

7. Em seguida, apresentou-se a agenda do workshop, destinado a apresentação e divulgação de cinco guias relacionados com o desenvolvimento do Produto 7: “Manual de políticas e práticas de segurança de barragens: Manual para empreendedores” e do Produto 8: “Manual de orientação para empreendedores”. No fluxograma seguinte ilustram-se os manuais e guias que constituem os referidos Produtos.

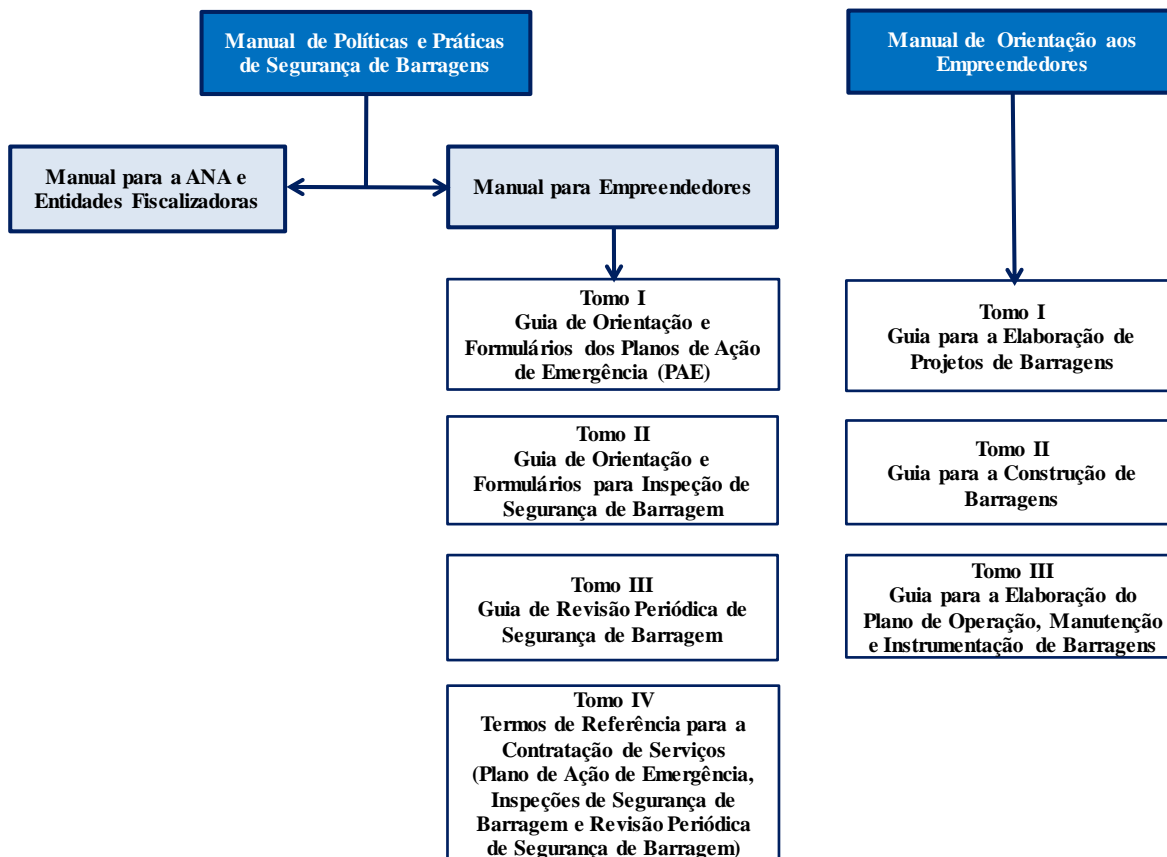


Figura 2 – Manuais e Guias correspondentes aos Produtos 7 e 8

8. Especificamente, o objetivo do Workshop consistiu na apresentação e divulgação do Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAE) e Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, assim como os respectivos Termos de Referência para a contratação desses serviços, integrados no Manual para Empreendedores do Produto 7, e dos Guias para a Elaboração de Projetos de Barragens, para a Construção de Barragens e para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação, integrados no Manual de Orientação aos Empreendedores do Produto 8.

9. Dando seguimento, Rodrigo Flecha, Superintendente de Regulação da ANA, deu as boas-vindas aos participantes do Workshop, salientando a importância do mesmo.

3 APRESENTAÇÕES DOS GUIAS DO PRODUTO 7

3.1 TOMO I - GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

10. A apresentação do “Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAE)” – Tomo I do Manual para Empreendedores, foi feita por Teresa Viseu (LNEC).
11. Foi destacado, desde a abrangência do PAE de uma barragem (Plano de emergência e Sistema de Aviso e Alerta), à sua estrutura e conteúdo nas diversas Seções e Anexos.
12. O Anexo 3 reproduz os *slides da* apresentação.

3.2 TOMO III - GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

13. Ricardo Oliveira (COBA) fez a apresentação do “Guia de Revisão Periódica de Segurança de barragem” – Tomo IV do Manual para Empreendedores.
14. Foram apresentados a estrutura e o conteúdo do guia, incluindo recomendações de procedimentos para a elaboração da Revisão Periódica, incluindo a elaboração de um relatório onde figurem conclusões dos estudos elaborados e recomendações para correção de eventuais anomalias encontradas.
15. Foi evidenciado que o guia aborda a atualização de diversos estudos tais como hidrológicos, geológicos, geotécnicos e sismológicos, e de comportamento estrutural da barragem, bem como a avaliação dos procedimentos de operação e manutenção.
16. O Anexo 4 reproduz os *slides da* apresentação.

3.3 TOMO IV- TERMOS DE REFERENCIA (ANEXOS I E IV)

17. Do “Tomo IV. Termos de Referência para a Contratação de Serviços”, Ricardo Oliveira apresentou os Termos de Referência (TdR) para a contratação da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e Teresa Viseu os TdR para a contratação do PAE.
18. Inicialmente, foi destacado que os modelos de TdR foram elaborados com o objetivo de apoiar os pequenos empreendedores privados, não tendo foco nos empreendedores públicos que obtêm experiência sobre contratação de serviços de consultoria.
19. Na apresentação foi destacado por Ricardo de Oliveira que os Termos de Referência para a contratação da Revisão Periódica de Segurança de Barragem contêm indicações, entre outras, sobre a área de abrangência, as atividades a serem desenvolvidas, os produtos esperados, a constituição da equipe técnica, assim como uma estimativa do número total de

dias úteis e o número de homens.dia para a execução dos serviços, em função do porte da barragem e da existência de elementos de projeto e de instrumentação instalada na obra.

20. Da parte correspondente aos Termos de Referência para a contratação do PAE, Teresa Viseu destacou também as atividades a serem desenvolvidas, os produtos esperados, a constituição da equipe técnica e apresentou uma estimativa do número de homens.dia para a elaboração do PAE, em função da extensão do vale a jusante, objeto do estudo.

21. O Anexo 5 reproduz os *slides* da apresentação.

3.4 DISCUSSÃO

22. A discussão contou com contribuições de diversos participantes no Workshop, apresentando-se, em seguida, uma síntese das questões formuladas, das correspondentes respostas e dos comentários emitidos.

Questão/Respostas/Comentários

23. Emilio Santos (CODEVASF) - felicitou os elementos do agrupamento COBA/LNEC e perguntou se, para além dos TdRs apresentados (Revisão periódica e PAE), estaria previsto o desenvolvimento dos TdR para o Plano de Segurança da Barragem.

24. Paula Freitas (Banco Mundial) - afirmou que apesar de este produto não estar previsto no seu todo, existem constituintes do Plano de Segurança que fazem parte dos produtos agora apresentados.

25. Carlos Motta (ANA) - esclareceu que o conjunto dos TdRs a desenvolver contempla tudo o que está previsto no Plano de Segurança da Barragem.

26. Seguiu-se um período de debate onde intervieram Ligia Araújo (ANA), Alexandre Anderáos (ANA), Teresa Viseu (LNEC) e Ricardo Oliveira (COBA).

27. Emilio Santos (CODEVASF) - alertou para o fato do cronograma apresentado nos TdR não se enquadrar na realidade brasileira, principalmente nas fases da contratação.

28. Ricardo Oliveira (COBA) - salientou que os elementos apresentados são estimativas, essencialmente para empreendedores privados, podendo os prazos dos procedimentos administrativos ser significativamente dilatados em função dos normativos de quem realizada a concorrência.

29. Robeísia Holanda (DNOCS) - alertou para o fato de haver necessidade de uniformizar as resoluções da ANA e as respectivas exigências com as de outras entidades fiscalizadoras, nomeadamente as que existem a nível estadual.

30. Gilberto Canali (Banco Mundial) e Ligia Araujo (ANA) - salientaram que os produtos desenvolvidos procuram apresentar um ponto de partida a ser seguido pelos estados e possibilitando a padronização.

31. Wong Sui (SABESP) – salientou os seguintes aspectos:
- Um dos requisitos da Revisão Periódica é a realização da revisão das áreas de inundação, mas a resolução do PAE não foi ainda publicada;
 - Os prazos apresentados nos TdR parecerem-lhe reduzidos para realização dos estudos. Além disso, os custos unitários apresentados parecem estar abaixo da realidade de mercado, levando ao risco de ninguém concorrer.
32. Ricardo Oliveira (COBA) e Paula Freitas (Banco Mundial) - salientaram o fato de que os valores apresentados de homem.dia são indicativos, seguindo tabelas oficiais utilizadas no Brasil. No entanto, sabe-se que os valores unitários de mercado são muito variáveis, especialmente se tratando de mão de obra muito especializada, como é o caso.
33. Ana Teresa Ponte (DNOCS) – colocou a dificuldade de se achar no mercado profissionais competentes por preços adequados. João Francisco Silveira (Consultor Banco Mundial) e outros intervenientes, referindo sua experiência, comentaram que esse serviço não deve ser realizado por consultores individuais altamente especializados, mas sim por equipes multidisciplinares de técnicos qualificados que, em geral, utilizam tarifas unitárias menos elevadas.
34. Wong Sui (SABESP) - perguntou qual o nível de detalhe previsto para a revisão do estudo hidrológico.
35. Ricardo Oliveira (COBA) - respondeu que este deve ser o possibilitado pelo estado dos conhecimentos no momento da realização dos estudos.
36. Wong Sui (SABESP) - perguntou como fazer a revisão no caso de não haver projeto (existem, no parque das barragens brasileiras, estruturas com mais de 100 anos).
37. Ricardo Oliveira (COBA) - concordou com a dificuldade desta situação, salientando ser, neste caso, muito importante fazer uma inspeção de segurança rigorosa e detalhada. Salientou que os TdR foram desenvolvidos na perspectiva da existência de elementos de projeto para permitir uma comparação entre as revisões feitas em diversos períodos.
38. Joanes Cruz (DNPM) - opinou que a segunda revisão periódica deva ser menos onerosa do que a primeira.
39. Seguiram-se intervenções de Ricardo Oliveira (COBA) e de João Francisco Silveira (Consultor Banco Mundial) que salientaram que na maioria dos casos essa situação normalmente decorre da experiência acumulada e do melhor conhecimento das obras analisadas.
40. Patrícia Magalhães (CAESB) - salientou o problema dos prazos e dos orçamentos para contratações considerando preços baixos correrem o risco de ninguém concorrer ou a propostas com valores muito acima dos orçados que estariam sujeitas a embargos pelos

órgãos de controle. Alertou para a dificuldade decorrente da inexistência de documentos, nomeadamente de outorgas e projetos.

41. Lígia Araújo (ANA) - salientou o fato de o cronograma apresentado nos TdR serem sugestões essencialmente para a realização dos trabalhos pelo consultor e não para os empreendedores e sua tramitação interna.

4 APRESENTAÇÕES DO MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES DO PRODUTO 8

42. O Manual de Orientação aos Empreendedores é constituído por três tomos que foram objeto da apresentação e cujos *slides* são reproduzidos no Anexo 6.

4.1 TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

43. Lúcia Almeida fez a apresentação do “Tomo I – “Guia para a Elaboração de Projetos de Barragens” que contempla critérios de projetos das barragens e seus órgãos extravasores e de operação, reservatório e área a jusante, incluindo o plano de monitoramento e instrumentação e controle de segurança de barragens.

44. A estrutura do guia foi apresentada, fazendo-se referência ao conteúdo de cada capítulo.

4.2 TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

45. Ricardo Oliveira fez a apresentação do “Tomo II – Guia para a Construção de Barragens”, que contempla as atividades de construção de barragens, visando às condições de segurança das estruturas construídas.

46. A estrutura do guia foi apresentada, fazendo-se referência ao conteúdo de cada capítulo.

4.3 TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

47. Em seguida, Lúcia Almeida fez a apresentação do “Tomo III - Guia para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens”, que contempla instruções para elaboração dos Planos de Operação, de Manutenção das Estruturas e Equipamentos e de Monitoramento e Instrumentação de Segurança, integrados no Plano de Segurança da Barragem.

48. A estrutura do guia foi apresentada, fazendo-se referência ao conteúdo de cada capítulo.

4.4 DISCUSSÃO

49. Joanes Cruz (DNPM) - perguntou quando estariam os guias disponíveis.

50. Lígia Araujo (ANA) - informou que estes serão colocados no próximo ano no site da ANA para audiência pública, estando previsto um período de 60 dias para contribuições e discussão. Reforçou, ainda, que em março de 2015 ocorrerá o último workshop do projeto, onde se prevê que todos os guias estejam finalizados, podendo-se esperar que em maio de 2015 as respectivas versões finais sejam disponibilizadas no site da ANA.

51. Wong Sui (SABESP) – fez uma intervenção em que focou os seguintes aspectos:

- os elevados custos para o empreendedor quando uma barragem é classificada como de dano potencial alto, questão particularmente sensível no caso dos pequenos empreendedores;
- o fato de muitos fiscalizadores em nível estadual não estarem a promover a aplicação da Lei nº 12334/2010 (Lei de Segurança de Barragens) e das resoluções do CNRH.

52. Emilio Santos (CODEVASF) - partilhou as dificuldades que surgem das demandas burocráticas levantadas pela Lei e dos problemas dos pequenos empreendedores e mesmo dos maiores sem capacidade na implementação da Lei. Sugere que sejam desenvolvidas recomendações mais práticas e simplificadas para permitir uma implementação melhor da Lei.

53. Ricardo Oliveira (COBA) - salientou que, dado o universo das mais de 200 mil barragens brasileiras, grande parte de pequeno porte e pertencentes a empreendedores privados, se deve tentar fazer o melhor possível de acordo com os procedimentos existentes, sendo difícil cumprir completamente a Lei, nos prazos estabelecidos.

54. Paula Freitas (Banco Mundial) - salientou igualmente que as preocupações apresentadas são legítimas, devendo o processo de implementação da Lei ser evolutivo e gradual não só para os empreendedores como fiscalizadores.

55. Rodrigo Flecha (ANA) - afirmou que é importante pensar em disposições transitórias.

56. Teresa Viseu (LNEC) - referiu ser desejável na fase da implementação da Lei prestar atenção às dificuldades, devendo os fiscalizadores promover práticas que ajudem no campo os empreendedores a implementar a Lei.

57. Lígia Araújo (ANA) - salientou que esta prática é realizada pela ANA, nomeadamente permitindo a dilatação de alguns prazos para obrigações a que os empreendedores estão sujeitos.

58. Alexandre Anderáos (ANA) – salientou que os TdR que estão sendo elaborados são uma boa ferramenta de apoio aos empreendedores.

59. Emilio Santos (CODEVASF) – salientou a necessidade de “flexibilizar” a matriz de categoria de risco e de dano potencial associado que consta da resolução nº 91 da ANA, atendendo a que resultou na atribuição da classificação de risco e dano potencial maior a um número muito significativo de barragens de pequeno porte.

5 ENCERRAMENTO DO WORKSHOP

60. Paula Freitas (Banco Mundial) agradeceu a participação de todos, salientando o papel deste projeto que tem o objetivo criar ferramentas para ajudar fiscalizadores e empreendedores a dar resposta à Lei nº 12334/2010, contribuindo para o aumento da segurança das barragens no Brasil.

ANEXO 1 – Programa do Workshop – Carta Convite

04 de novembro de 2014

Assessoria Técnica Especializada em Segurança de Barragens
CONVITE: Workshop – Manuais e Guias sobre segurança de barragens destinados aos empreendedores
12 de novembro de 2014

Prezado/a Senhor/a,

O Banco Mundial, juntamente com a Agência Nacional de Águas (ANA), tem a honra em convidá-lo para o Workshop “*Manuais e Guias sobre Segurança de Barragens destinados aos Empreendedores*”. O evento ocorre no âmbito do contrato de assessoria técnica especializada, assinado entre o Banco Mundial e a ANA e tem como objetivo apresentar às entidades ANA, ANEEL, MI, DNPM, CODEVASF, DNOCS e CAESB o resultado deste esforço conjunto.

Os principais documentos apresentados serão os seguintes:

- 1) Plano de Ação de Emergência e documentos associados
- 2) Guia da Revisão Periódica e documentos associados
- 3) Guia de Projeto
- 4) Guia de Construção
- 5) Guia de Operação, Manutenção e Instrumentação.

O Workshop ocorrerá no Escritório do Banco Mundial, sito à SCN, Quadra 2, Lote A, Edifício Corporate Financial Center, 7º andar, sala 117, no dia 12 de novembro de 14 as 18 horas, e será conduzido por consultores especializados do Banco Mundial em parceria com COBA/LNEC de Portugal.

Sabendo que a sua experiência e conhecimento são fundamentais para o sucesso do evento, pedimos gentilmente que confirme a sua participação no citado evento, encaminhando um e-mail para Carolina Abreu (cdossantos@worldbank.org) e até 10 de novembro de 2014.

Atenciosamente,



Paula Freitas
Especialista em Recursos Hídricos
Departamento de Desenvolvimento Sustentável
Brasil

ANEXO 2 – Lista de Participantes



Lista de Presença: 12/11/2014 (tarde) Workshop – Manuais e Guias sobre Segurança de Barragens destinados aos empreendedores

| | NAME / NOME | INSTITUTION / INSTITUIÇÃO | TELEPHONE / TELEFONE | E-MAIL | SIGNATURE/ ASSINATURA |
|----|--------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 01 | Alexandre Andriaci | ANA | 61 8175 5448 | alexandre.andriaci@ana.gov.br | |
| 02 | Ana Taura Franco Gont | DNOCS | (81) 8870-7969 | ana.taura@dnocs.gov.br | |
| 03 | Neila Margarita Padua | DNOCS | 85 33915257 | Neila.conceicao@dnocs.gov.br | |
| 04 | Rodrigo Flecha | ANA | (61) 2095250 | rodrigo.flecha@ana.gov.br | |
| 05 | JORGE SILVEIRA S. MUNDUR | | (61) 3376-594 | | |
| 06 | DILANE VICINI CONSULT | | 31 9950 9465 | ORLANDO.VICINI@pdam.com.br | |
| 07 | ANDRÉ ONZI | ANA | 2109-5500 | ANDRE.ONZI@ANA.GOV.BR | |
| 08 | CARLOS MOTA NUNES | ANA | 2109-5361 | CARLOS.MOTTA@ANA.GOV.BR | |
| 09 | Wong Sui Tung | Sabesp | (11) 5683-3268 | wtung@sabesp.com.br | |
| 10 | MONICA MILFONT | CAESB | (61) 3213 7352 | monicamilton@caesb.df.gov.br | |
| 11 | Patricia Magalhães | Caesb | 3213 7352 | patriciamagalhaes@caesb.df.gov.br | |
| 12 | ELONIDE FRANÇA | CAESB | (61) 3213 7352 | eloneidefranca@caesb.df.gov.br | |

| | | | | | |
|----|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|----------|
| 13 | Lidia APOUJO | ANA | 61-21095589 | lidia.apoujo@ana.gov.br | Janay |
| 14 | Joviano M. Fonseca | CAESB | 61-33258202 | joviano@caesb.df.gov.br | JF |
| 15 | James Cruz | DNTM | 61-33286924 | james.cruz@dntm.gov.br | JF |
| 16 | Robésia Holanda | DNOCS | 85-33415230 | robessia@gmail.com | Robinh |
| 17 | Gilberto V. Cavali | ConsulTor | 48-99448146 | gucavali@vtl.com.br | gucavali |
| 18 | Eliane Pestilo | INFC | 351-21843411 | eliane@infocpt | EST |
| 19 | Emilio Santos | CODEVASF | (61) 20284389 | EMILIO.SANTOS@CODEVASF.GOV.BR | ZZZ |
| 20 | Wesley D. Rodrigues | CODEVASF | (61) 2028-4314 | wesley.d.rodrigues@gmail.com | Wesley |
| 21 | Pedro Sego G. Pereira | COBA | 351 918134047 | sp@coba.pt | SJL |
| 22 | Lucia Almida | COBA | 351 936786654 | lfa@coba.pt | LUCIA |
| 23 | Fernanda Y. Isem | INFC | 35121443771 | fernanda@infocpt | RZ |
| 24 | M ^{rs} Jân M. Beneditini | BANCO MUNDIAL | 3329 1065 61) 35075771 | janm@worldbank.org | JF |
| 25 | Paula Freitas | Banco Mundial | 61-33291039 | pfreitas@worldbank.org | JF |
| 26 | Ricardo Oliveira | COBA | 351-91972197 | ricardo.oliveira@coba.pt | JF |
| 27 | | | | | |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | | | | | |

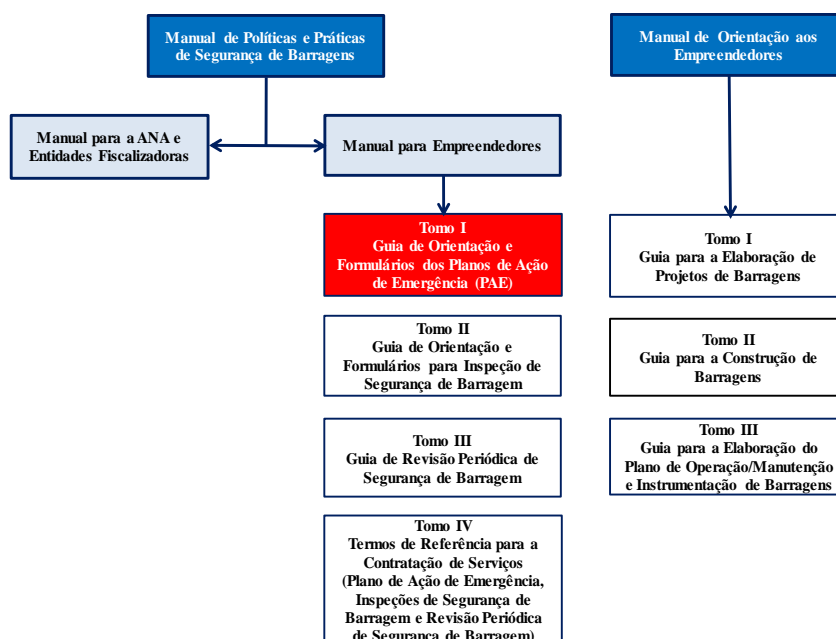
ANEXO 3 – Apresentação: Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de
Emergência – PAE

GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Guia do PAE

> Apresentação geral



Guia do PAE



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

> O que foi desenvolvido?

- > O Guia do Plano de Ação de Emergência (PAE)
- > O template do Guia do PAE
- > Os Termos de referência para orientar os empreendedores

> A quem interessa?

- > O Guia do PAE interessa às entidades responsáveis pela elaboração de PAE de barragens e genericamente a todas as entidades diretamente ligadas à área de Segurança de Barragens

Guia do PAE

> Qual a abrangência do PAE de uma barragem?

- > BARRAGEM
- > VALE A JUSANTE
- > ZONA DE AUTOSALVAMENTO
 - > Obriga à modelagem da cheia de ruptura
 - > Pode implicar o projeto de um sistema de alerta à população

ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)



Corresponde à zona próxima da barragem em que o aviso à população é da responsabilidade do empreendedor (10 km ou 0.5 horas)

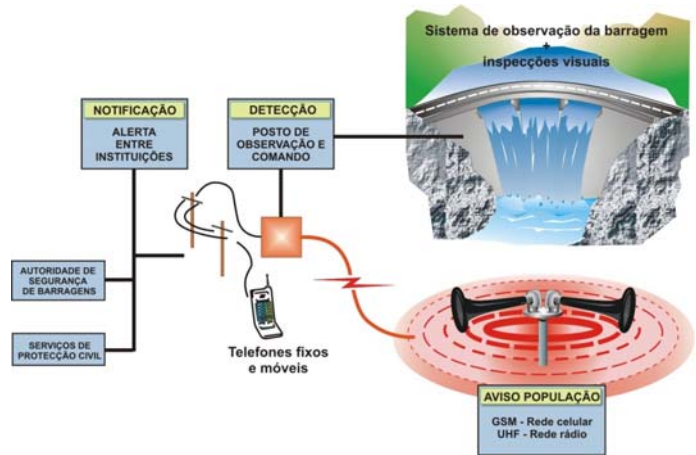
Guia do PAE

> Qual a abrangência do PAE de uma barragem?

PLANO DE EMERGÊNCIA



SISTEMA DE AVISO E ALERTA

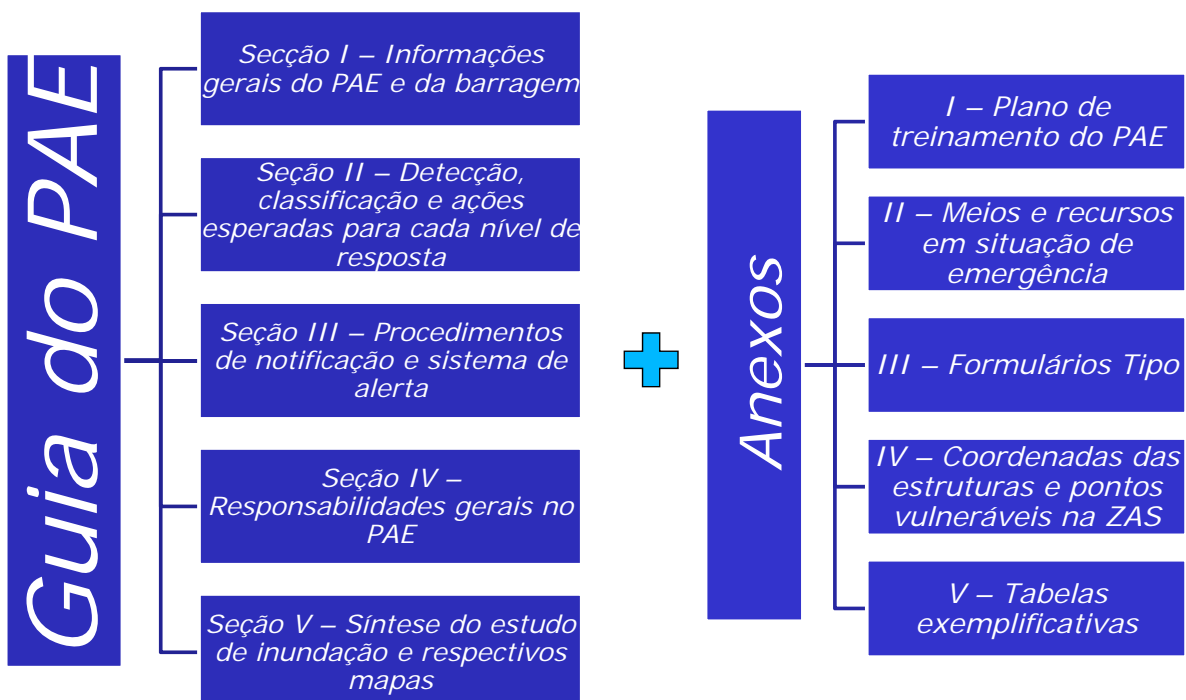


Filosofia: “PAR... mas evitar transformar-se numa vítima...”

Opções diversas: do simples (lista de contatos) aos complexo (sirenes)

Guia do PAE

> Qual o sumário do guia do PAE?



Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção I ?

> 1-INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

> 1.1 APRESENTAÇÃO DO PAE (Referência ao Anexo 1)

> 1.2 OBJETIVO DO PAE

> 1.3 CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção I ?

> 1.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

> Identificação e localização da barragem

> Descrição geral da barragem

> Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

> Reservatório

> Órgãos extravasores

> Instrumentação

> Acessos à barragem

Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção I ?

> 1.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

> *Sistemas de iluminação e alimentação de energia*

> *Sala de emergência*

> *Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência*

(Referência ao Anexo 2)

Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção II ?

> 2 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA - O PLANO DE AÇÃO

> 2.1 DETECÇÃO

> 2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

> 2.3 AÇÕES ESPERADAS

**Seção II
do PAE**



Guia do PAE

> Devem ser considerados os quatro níveis de resposta seguintes: normal, atenção, alerta e emergência

| Nível de Resposta | Situação |
|---------------------------------|--|
| VERDE (normal) | As anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo |
| AMARELO (atenção) | As anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas |
| LARANJA (alerta) | As anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representam risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema |
| VERMELHO (emergência) | As anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representam risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem |

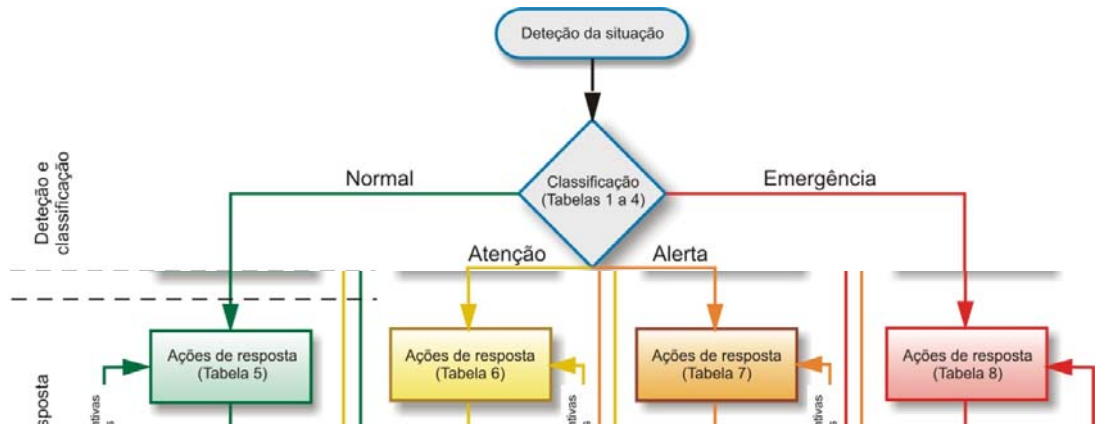
Guia do PAE

> Devem ser desenvolvidas tabelas para apoiar o processo de classificação baseadas em indicadores qualitativos e quantitativos (Tabelas 1 a 4 do Guia)

| Nível de Resposta | Situação |
|---------------------------------|--|
| VERDE (normal) | Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Z_{\min_{\text{verde}}}$ e $Z_{\max_{\text{verde}}}$ |
| AMARELO (atenção) | Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Z_{\min_{\text{amarelo}}}$ e $Z_{\max_{\text{amarelo}}}$ |
| LARANJA (alerta) | Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Z_{\min_{\text{laranja}}}$ e $Z_{\max_{\text{laranja}}}$ |
| VERMELHO (emergência) | Nível do reservatório na barragem superior à cota Z_{vermelho} |

Guia do PAE

> Para cada nível de resposta devem ser desenvolvidas tabelas com ações de resposta



Guia do PAE

> Para cada nível de resposta devem ser desenvolvidas tabelas com ações de resposta (Tabelas 5 a 8 do Guia)

Ações de resposta

Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência

Declara o nível de resposta Amarelo

Notifica os recursos internos para ficarem em estado de vigilância permanente

Notifica Empreendedor

Promove contato com as entidades externas: (INMET, INPE e CEMADEN)

Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem

Monitora as descargas para jusante da barragem

Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos

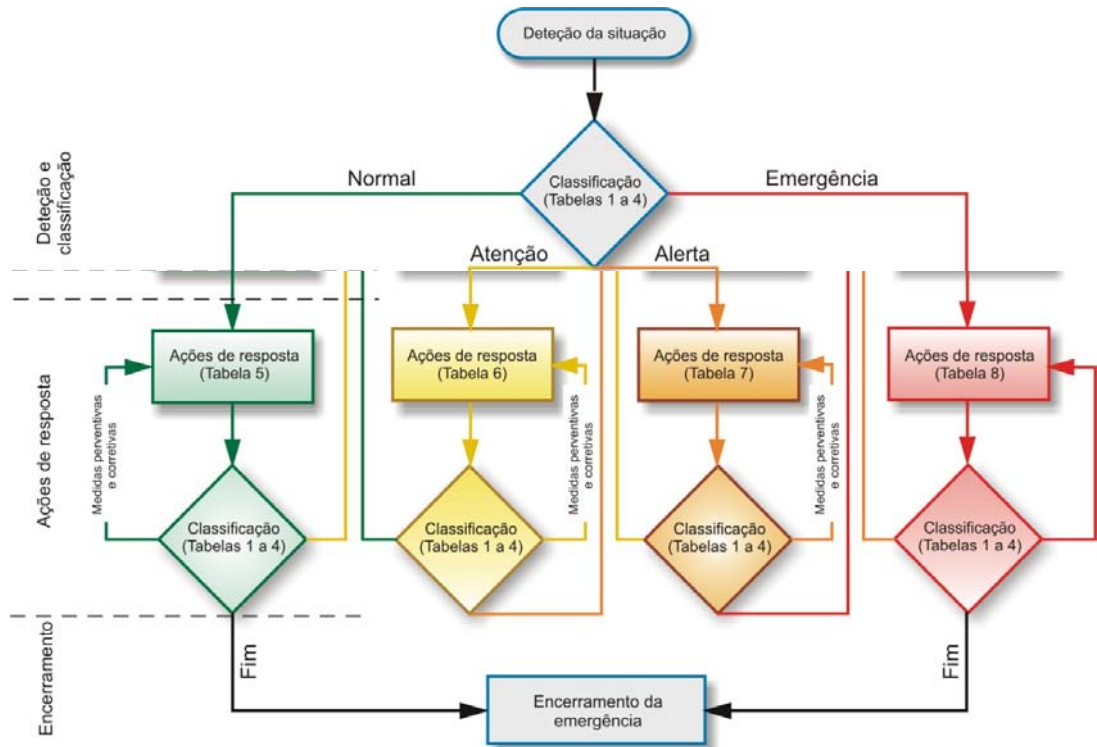
Implementa medidas preventivas e corretivas:

- realiza descargas, no caso de cheias
- controla o nível de água no reservatório ou baixa-o de forma a minimizar os danos
- promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão da situação e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento)

Alerta: aciona o sinal de alerta de descarga à população na ZAS

Guia do PAE

> Para cada nível de resposta devem ser desenvolvidas tabelas com ações de resposta



Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção III ?

> 3 PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

> 3.1 OBJETIVO

> 3.2 NOTIFICAÇÃO

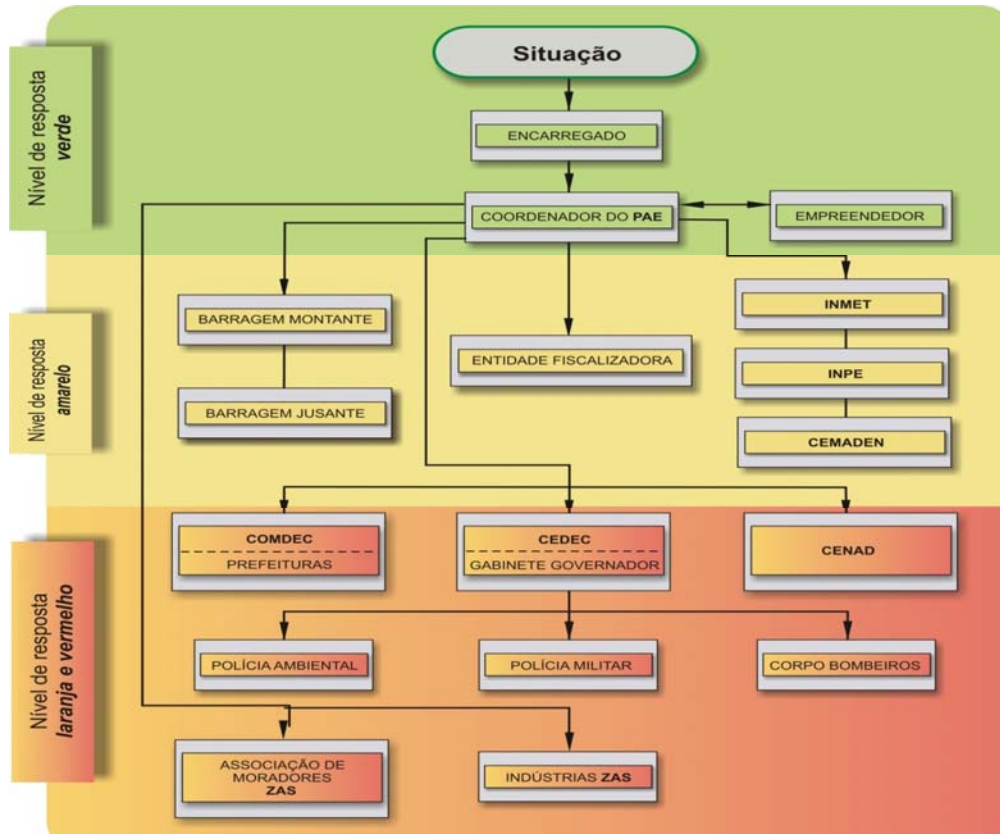
> 3.3 SISTEMA DE ALERTA

> 3.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO



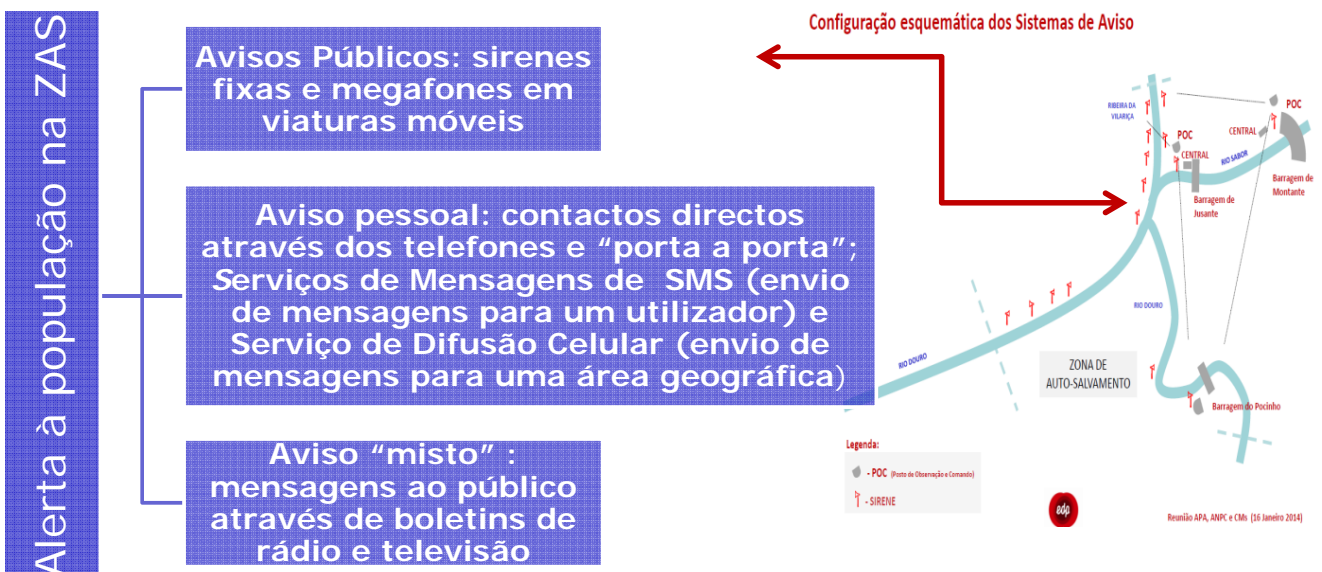
Guia do PAE

> Deve ser desenvolvido o fluxograma de notificação



Guia do PAE

> Deve ser justificada a necessidade de implementação de um sistema de alerta à população na ZAS



Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção IV ?

> 4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

> 4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

> 4.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

> 4.3 RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPA TÉCNICA DA BARRAGEM

> 4.3.1 Barragens com organização simples

> 4.3.2 Barragens com organização complexa

> 4.4 ENTIDADES FISCALIZADORAS

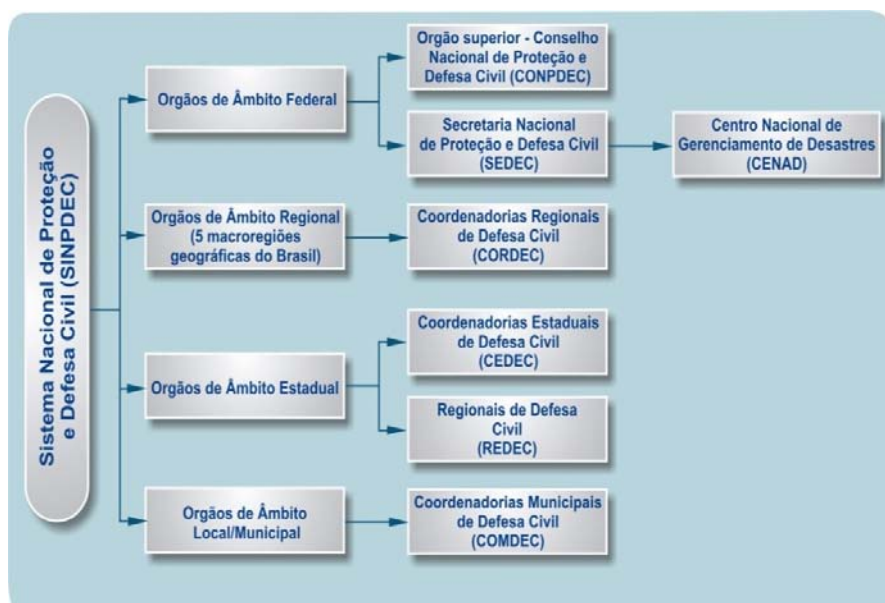
> 4.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Guia do PAE

> Devem ser identificadas as entidades a avisar no Sistema Nacional de Defesa e Proteção Civil (SINPDEC)

> Acidente de Impacto estadual - Coordenadorias Estaduais de defesa Civil (CEDEC) do Estado de.....

> Acidente de Impacto municipal – Comissões Municipais de defesa Civil (COMDEC) dos municípios de.....



Guia do PAE

> Qual o sumário da Seção V ?

> 5. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA

> 5.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

> 5.1.1 Modelos hidrodinâmicos

> 5.1.2 Metodologia simplificada

> 5.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM

> 5.2.1 Brecha de ruptura

> 5.2.2 Cenários a simular

> 5.2.3 Extensão do cálculo

> 5.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS

VULNERÁVEIS

> 5.3.1 Caracterização do vale a jusante

> 5.3.2 Mapa de inundação

> 5.3.3 Caracterização da Zona de Autossalvamento

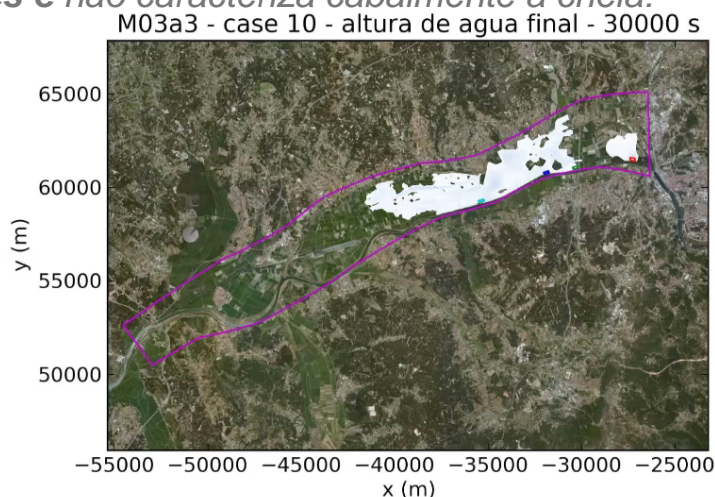
Guia do PAE

> Deve ser realizada a modelagem das cheias e apresentados os respectivos mapas

> **O mapeamento deve ser feito com base em simulações da cheia induzida, reservando os métodos simplificados para barragens de pequeno porte**

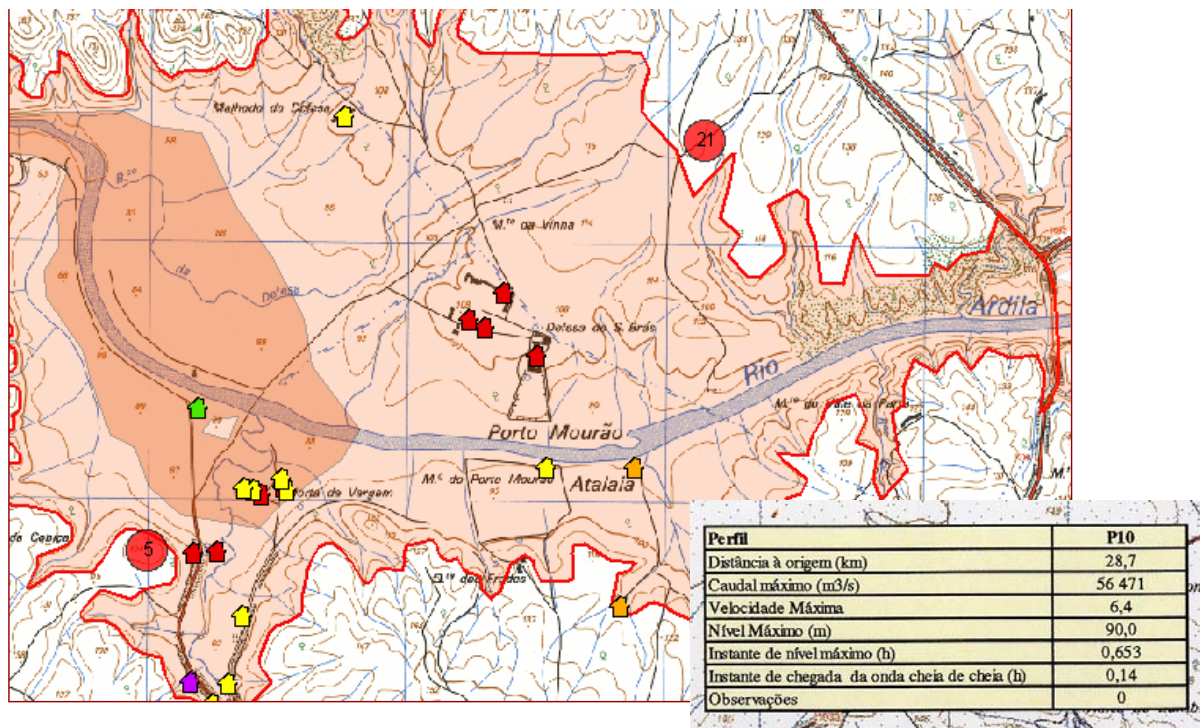
> **Abordagem simplificada conduz a mapas de inundação mais abrangentes e conservadores e não caracteriza cabalmente a cheia:**

- tempo de chegada – ideia à defesa civil do tempo disponível e para definição da ZAS
- velocidade do fluxo – ideia do poder destrutivo da cheia



Guia do PAE

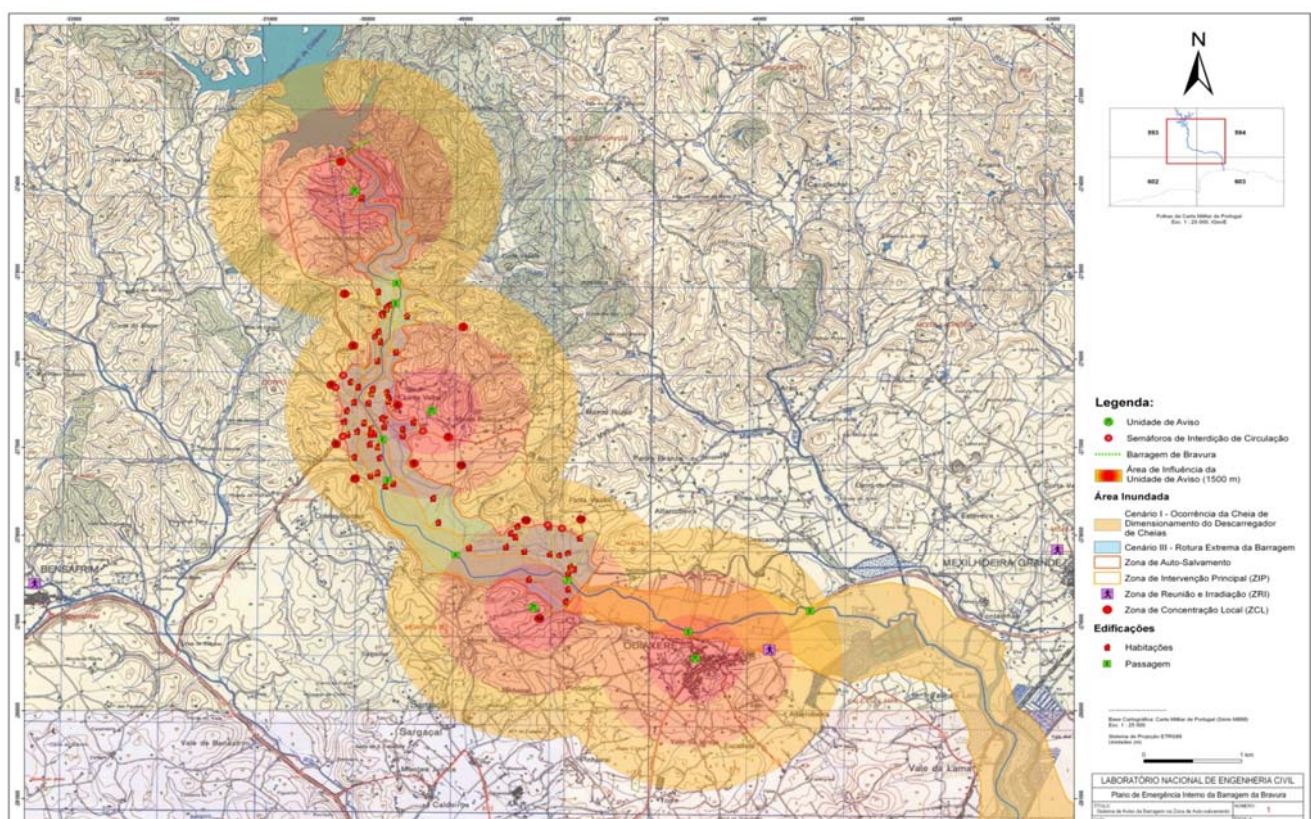
> Devem ser apresentadas as características das cheias induzidas



LNEC | 23

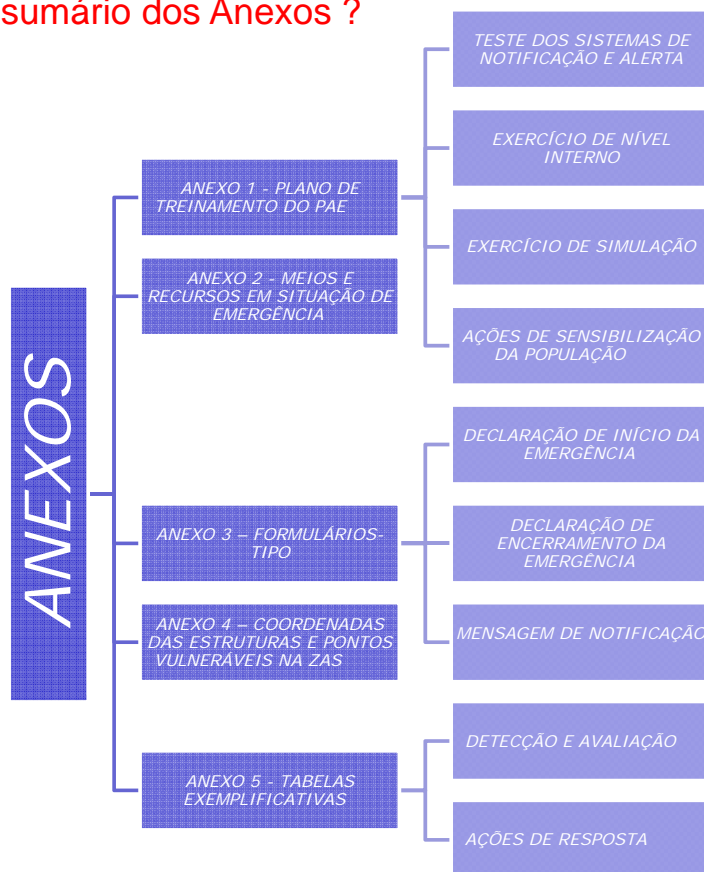
Guia do PAE

> Deve ser caracterizada a ZAS com lista das coordenadas de localização das estruturas e pontos vulneráveis



PAE

> Qual o sumário dos Anexos ?



Não vá buscar os seus filhos à escola
a escola ocupa-se deles



GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Muito obrigada



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

PAE

> Estimativa de custos

| ATIVIDADES | MESES | | | dias 100% afectação | | | | |
|--|-------|---|---|---------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2 | 3 | 4 | Hidráulico | Estud. / Geotéc. | Eléct. | SIG | Total |
| 1.1 - Inspeção à barragem e critérios para detecção de situações de emergência | █ | | | 5 | 5 | | | 10 |
| 1.2 - Estudo de inundação e de simulação das cheias induzidas pela ruptura e de dimensionamento do vertedouro | | █ | | 10 | | | 5 | 15 |
| 1.3 - Inspeção, caracterização do vale a jusante e levantamento das coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS | | | █ | 5 | | | 10 | 15 |
| 1.4 - Definição das responsabilidades gerais no PAE e das ações de resposta e dos procedimentos preventivos e corretivos | | | █ | 5 | | | | 5 |
| 1.5 - Procedimentos de notificação e sistema de alerta | | | █ | | | 10 | | 10 |
| 1.6 - Edição do documento incluindo plano de treinamento do PAE | | █ | █ | 5 | 2 | 1 | 2 | 10 |
| Total | | | | 30 | 7 | 11 | 17 | 65 |

| Custos mão-de-obra BRASIL | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Custo | (8horas) | (20dias) | (/3) |
| reais/hora | reais/dia | reais/mês | euros/mês |
| 220 | 1760 | 35200 | 11733.33 |

| dias | Duração estudo | homensxdia | reais/dia | Custo de mão de obra |
|------|----------------|------------|-----------|----------------------|
| | | | | € |
| 35 | 1.86 | 1760 | 114400 | |

Duração total do estudo segundo o cronograma é 1. 1.75

Isto vem do cronograma!!!

Mês tem 20 dias Úteis!!!

PAE

> Estimativa de custos

| Extensão | Dias n° | Mão-obra reais | Outros (20%) Custos | Total Reais |
|------------|---------|----------------|---------------------|-------------|
| <20 km | 30 | 52800 | 10560 | 63360 |
| 20 a 50 km | 65 | 114400 | 22880 | 137280 |
| >50 km | 105 | 184800 | 36960 | 221760 |

Notas:

1 - 1 mês com 20 dias úteis de trabalho

2 - 8 horas de trabalho por dia

3 - As atividades são realizadas por engenheiros com 5 a 15 anos de experiência (220 reais/dia)

Guia do PAE

> Qual a extensão da área inundada para jusante?

- > O grau de amortecimento da onda de ruptura à medida que esta se propaga ao longo do vale para jusante depende: i) volume de água armazenado no reservatório; ii) características do próprio vale em termos de geometria; iii) da existência de zonas de armazenamento; iv) existência de obras transversais, como pontes ou barragens no percurso da onda, entre outros
- > Graham (1999) e Queensland (2012) feitos a partir da análise de casos reais de rupturas, o volume máximo armazenado no reservatório foi considerado como o fator com principal na determinação da distância a jusante até onde se fazem sentir os efeitos da onda de ruptura

Guia do PAE

> Qual a extensão da área inundada para jusante (produto 4 e 6)?

Quadro 1 – Relação volume do reservatório vs. distância máxima para jusante recomendados (Tabelas 26 e 27 do Produto 4)

| Volume armazenado (hm ³) | Distância total para jusante (km) |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ≤ 5 | até 10 |
| 5 – 75 | 10 – 25 |
| 75 – 200 | 25 – 50 |
| ≥ 200 | 50 - 100 |

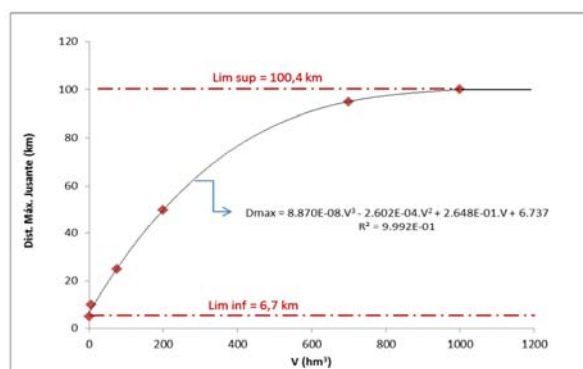


Figura 1 - Relação Volume Armazenado (hm³)/ Distância Máxima para jusante (km)

ANEXO 4 – Apresentação: Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragens

SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS



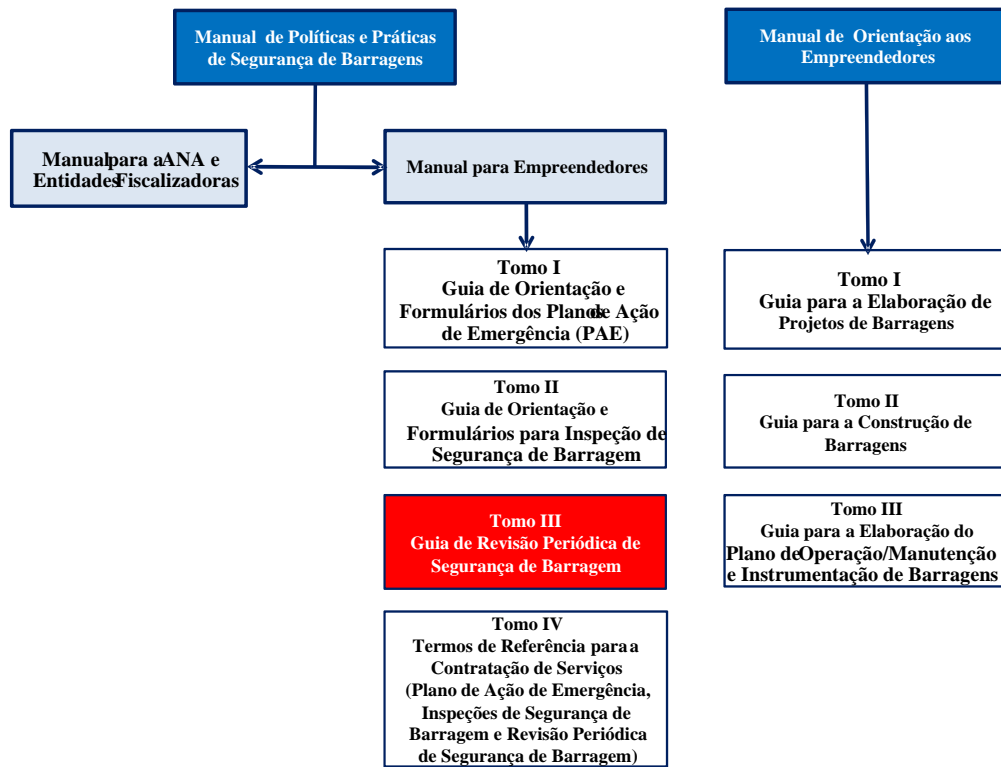
PRODUTO 7

MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

MANUAL PARA EMPREENDEDORES

TOMO III

GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM



TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA - Esclarecimentos ao leitor

O que é uma Revisão Periódica de Segurança de Barragem

Faz parte integrante do Plano de Segurança da Barragem e consiste num conjunto de operações com o objetivo de verificar o estado geral da barragem face aos conhecimentos atuais, visando respeitar o artº 10º de Lei 12,334/2010.

Para que serve

Para analisar o comportamento da barragem e recomendar medidas necessárias para as adequadas operações e segurança da barragem e estruturas associadas.

A quem se destina

A empreendedores públicos ou privados, a quem compete realizar a revisão periódica de segurança de suas barragens com uma periodicidade a definir em função da categoria de risco e do dano potencial.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA - Esclarecimentos ao leitor**O que é o Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem**

É um documento cuja finalidade é orientar os empreendedores na realização da Revisão Periódica de Segurança.

Qual o conteúdo do Guia

Contem considerações e recomendações de procedimentos para a elaboração da Revisão Periódica incluindo a elaboração de um relatório onde figurem conclusões dos estudos elaborados e recomendações para correção de eventuais anomalias encontradas.

O Guia aborda a atualização de diversos estudos tais como hidrológicos, geológicos, geotécnicos e sismológicos, e de comportamento estrutural da barragem, bem como a avaliação dos procedimentos de operação e manutenção.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA - Esclarecimentos ao leitor**Porte da Barragem**

As atividades a serem desenvolvidas na Revisão Periódica de Segurança são função do **porte da barragem**, que também define a composição das equipes de técnicos responsáveis pela sua realização

Para definição do porte da barragem o Guia utiliza o fator X que figura no Boletim da ICOLD nº 157.

$$X = H^2 \sqrt{V}$$

em que H é a altura da barragem em metros e V a capacidade do reservatório em hm³, de acordo com o quadro seguinte:

| <i>Porte da barragem</i> | <i>Fator X</i> |
|--------------------------|-----------------|
| <i>Pequeno</i> | $X < 200$ |
| <i>Médio</i> | $200 < X < 400$ |
| <i>Grande</i> | $X > 400$ |

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA – SUMÁRIO

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO
- 2 COLETA DE DOCUMENTAÇÃO DA BARRAGEM E DE DADOS BÁSICOS
- 3 INSPEÇÃO DETALHADA
- 4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS
- 5 ESTUDOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS E SISMOLÓGICOS
- 6 ESTUDOS DO COMPORTAMENTO DA FUNDAÇÃO E DO RESERVATÓRIO
- 7 OUTRAS ATIVIDADES COMUNS A TODAS AS OBRAS
- 8 AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS E DE OPERAÇÃO
- 9 ASPECTOS ESPECÍFICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE BARRAGENS DE TERRA E DE ENROCAMENTO
- 10 ASPECTOS ESPECÍFICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE BARRAGENS DE CONCRETO
- 11 REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM
- 12 REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS, EQUIPAMENTOS E REGISTROS DE INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO
- 13 REAVALIAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO
- 14 DOCUMENTOS RESULTANTES DA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM
- 15 EQUIPE
- 16 PERIODICIDADE
- 17 DATAS LIMITE

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

COLETA DE DOCUMENTAÇÃO DA BARRAGEM E DE DADOS BÁSICOS

O empreendedor deverá colocar à disposição da equipe de técnicos que realizará a revisão a documentação disponível, entre outra, a referente ao projeto, à construção e à operação/manutenção da barragem.

Visando a obtenção de dados básicos atualizados, tais como hidrológicos, geológicos e sismológicos, a equipe responsável pela revisão deverá solicitá-los às entidades competentes.

INSPEÇÃO DETALHADA

Após a análise da documentação existente, deve ser feita uma inspeção de segurança detalhada, abrangendo a barragem e seus órgãos extravasores e de operação, o reservatório e a área a jusante.

A inspeção tem como principal objetivo identificar eventuais anomalias que poderão interferir na segurança da barragem e proceder à leitura da instrumentação instalada, se for o caso.

No decorrer da inspeção pode considerar-se conveniente realizar trabalhos de campo simples, tais como poços, trincheiras, trados manuais, leituras de escalas limnométricas e medições de vazão.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

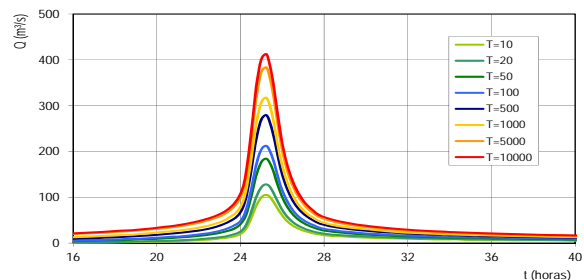
ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos originais devem ser objeto de revisão, incorporando novos dados básicos obtidos no período compreendido entre o projeto da barragem e a revisão periódica de segurança, assim como as possíveis variações das características hidrológicas ao longo do tempo (alterações de usos de água a montante, alterações climáticas, entre outros).

A revisão dos estudos hidrológicos deve ser também complementada com uma nova avaliação das áreas inundáveis e do tempo de propagação das cheias provocadas por um eventual rompimento da barragem, recorrendo-se a modelos hidrodinâmicos adequados. Esses estudos irão permitir reclassificar o dano potencial associado.

A revisão dos estudos hidrológicos permitirá obter, entre outros, hidrogramas das cheias naturais para vários períodos de recorrência, e atualização das regras de operação do reservatório.

As conclusões dos estudos hidrológicos devem incluir recomendações de natureza hidráulica visando à adequação dos aspectos relevantes para a segurança da barragem.



Hidrogramas de cheias afluentes a um local de barragem (COBA)

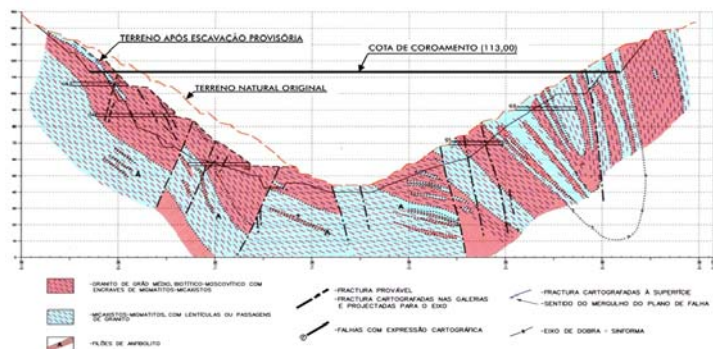
TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS E SISMOLÓGICOS

Deve fazer-se uma avaliação de caráter geral sobre eventual evolução das condições geológicas que possa afetar, em especial, o maciço de fundação da barragem.

Os estudos geológicos devem:

- Revisar os mapas geológicos, desenhos, seções tipo, programa de investigações realizado, classificação dos testemunhos das sondagens, interpretações geológicas que incluem os locais da barragem, os órgãos auxiliares e o reservatório;
- Dar atenção particular aos aspectos que influenciam o projeto, designadamente as zonas de cisalhamento, falhas, diaclases, cavernas, deslizamentos e os materiais de construção.



Seção geológica do maciço de fundação da barragem de Ribeiradio, Portugal (COBA)

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

Os estudos geotécnicos devem:

- Revisar os ensaios de laboratório e de campo executados no maciço de fundação e os relativos aos materiais de construção.
- Revisar os registros dos níveis de água antes e depois do enchimento do reservatório;
- Revisar os relatórios geotécnicos (dos preliminares aos da construção);
- Analisar a compatibilidade da caracterização geotécnica definida no projeto com a situação encontrada durante a construção da barragem;

Em conclusão, os estudos geológicos e geotécnicos devem possibilitar a avaliação do maciço de fundação e dos materiais de construção e recomendar uma investigação geotécnica complementar, se necessária.

Os estudos sísmológicos:

A maior parte dos projetos das barragens destinadas preferencialmente ao abastecimento de água e irrigação não contemplam quaisquer estudos sísmológicos atendendo a que o Brasil é um País em geral de baixa sismicidade.

No caso de existirem estudos sísmológicos os mesmos devem ser atualizados com base na informação disponível em centros especializados.

Os estudos sísmológicos devem conduzir à definição das ações sísmicas, em particular da intensidade, forma e duração das vibrações sísmicas no local da obra, havendo a considerar o sismo máximo de projeto (SMP).

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ESTUDOS DO COMPORTAMENTO DA FUNDAÇÃO E DO RESERVATÓRIO

Na fase de projeto, com base nos estudos geológicos e geotécnicos, são feitas recomendações de caráter geral para a definição da superfície de contato (interface) da barragem com o maciço de fundação e para os trabalhos de tratamento desses terrenos sempre que for necessário melhorar as suas condições de deformabilidade, resistência e permeabilidade.

O tratamento do maciço de fundação da barragem efetuado durante a construção deve ser analisado, procurando verificar a eficiência das cortinas de impermeabilização, dos sistemas de consolidação e de drenagem e das injeções de ligação.

No caso de se concluir pela necessidade de proceder ao reforço do tratamento da fundação, devem ser previstas correspondentes intervenções.

Em relação ao reservatório, os estudos do comportamento devem identificar:

- as formações mais permeáveis, solúveis ou erodíveis, e propor medidas para evitar ou diminuir perdas de água.
- analisar a estabilidade dos taludes do reservatório, propondo medidas para respetivo reforço, se necessário.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

OUTRAS ATIVIDADES COMUNS A TODAS AS OBRAS

Execução das seguintes atividades com base em elementos disponíveis:

- Análise do projeto, incluindo memória, especificações, desenhos do projeto e como construído, na primeira revisão e eventualmente nas revisões seguintes;
- Análise da geologia e da sismicidade do local da barragem e reservatório;
- Análise dos resultados de ensaios de laboratório;
- Análise das características do maciço de fundação e dos materiais da barragem e compatibilidade dos ensaios de campo e de laboratório;
- Análise de estabilidade, critérios e métodos de análise e comparação com o estado atual da arte.
- Análise das intervenções corretivas, durante a construção;
- Análise dos resultados dos ensaios do controle de construção; comparação com os valores de projeto;
- Análise da compatibilização dos aspectos construtivos com os métodos previstos no projeto;
- Análise de eventuais intervenções de manutenção da estrutura da barragem;
- Apreciação de fotografias da construção.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

AValiação DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS E DE OPERAÇÃO

A revisão deve abranger o vertedouro e descarga de fundo, com referência às características hidráulicas, às condições geológicas e geotécnicas, aos critérios de dimensionamento hidráulico e estrutural.

Deve igualmente abranger as propriedades dos materiais e as condições de fundação das respectivas estruturas.



Barragem de Iraí (Brasil).
(COBA)

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ASPECTOS ESPECÍFICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE BARRAGENS DE TERRA E DE ENROCAMENTO

Além dos aspectos gerais comuns às diferentes estruturas, deverá ser feita uma avaliação específica das condições referentes às barragens de aterro com base na existência de elementos de projeto, no que se prende com:

- Propriedades dos materiais do aterro. Colocação. Ensaios de controle.
- Fundações. Superfície de fundação e tratamentos do terreno.
- Ligação do aterro às estruturas de concreto e ombreiras.
- Análises adicionais de verificação do projeto.



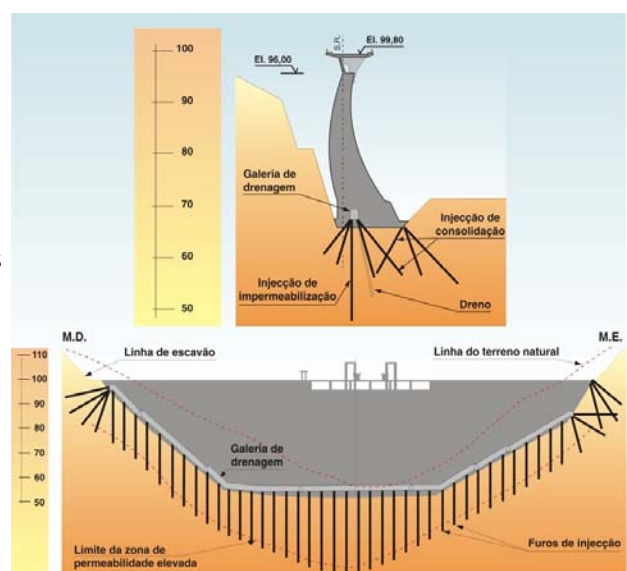
Barragem de Odelouca (Portugal).
(COBA)

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ASPECTOS ESPECÍFICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE BARRAGENS DE CONCRETO

Além dos aspectos gerais comuns às diferentes estruturas, deverá ser feita uma avaliação específica das condições referentes às barragens de concreto com base na existência de elementos de projeto, no que se prende com:

- Propriedades dos materiais constituintes do concreto. Colocação. Ensaios de controle.
- Fundações. Superfície de fundação e tratamentos do terreno.
- Ligação do concreto à fundação e às ombreiras.
- Análises adicionais de verificação do projeto.



Barragem do Funcho (Portugal).
Tratamento de fundação (COBA)

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

Avaliação dos seguintes itens **baseados na informação dos documentos de projeto e na experiência de operação ao longo da vida da obra**

- Plano e registros de operação.
- Área do reservatório e potencial ocorrência de deslizamentos e de sedimentação
- Critérios de primeiro enchimento e procedimentos de operação
- Barragens existentes a montante e a jusante
- Se o vertedouro tem capacidade, só por si, de descarga da cheia de projeto
- Capacidade da descarga de fundo de reduzir o volume armazenado numa situação de emergência
- Sistemas redundantes para operar as descargas de fundo e os vertedouros com comportas
- Funcionamento de equipamentos hidro e eletromecânicos
- Planejamento de manutenção.
- Sistemas de comunicação e sistemas de alarme.

Avaliação dos itens acima **à luz do estado atual da arte** e recomendações sobre eventuais correções com vista à segurança da barragem.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS, EQUIPAMENTOS E REGISTROS DE INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO

Deve ser realizada avaliação dos seguintes itens, baseada na informação existente nos documentos de projeto, nos documentos produzidos durante a construção e nos relatórios de inspeções de segurança:

- Plano de monitoramento e instrumentação
- Revisão da instrumentação e do monitoramento da barragem e da fundação;
- Análise dos registros dos instrumentos e sua interpretação;

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

REAVALIAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO

A Resolução nº 143 do CNRH, de 10 de Julho de 2012 estabelece os critérios gerais de classificação das barragens por categoria de risco e dano potencial associado, com base no art.º. 7º da Lei nº 12.334.

Para a categoria de risco os seguintes parâmetros devem ser reavaliados:

- i) características técnicas da barragem, ii) do estado de conservação da barragem e,
- iii) Plano de Segurança da Barragem.

Para o Dano Potencial Associado devem ser reavaliadas as condições de jusante voltadas para perdas de vidas humanas e impactos econômicos e ambientais.

O empreendedor poderá solicitar revisão da classificação efetuada pela respectiva entidade fiscalizadora, devendo, para tanto, apresentar estudo que comprove essa necessidade.

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

DOCUMENTOS RESULTANTES DA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

Relatório Final do estudo e o correspondente **Resumo Executivo**.

O conteúdo do Relatório Final deverá seguir modelo utilizado pela respectiva entidade fiscalizadora. A título de exemplo, o conteúdo abaixo indicado figura na Resolução da ANA nº 91/2012:

1. Resultado da inspeção detalhada e adequada do local da barragem e de suas estruturas associadas;
2. Reavaliação do projeto existente, de acordo com os critérios de projeto aplicáveis à época da revisão;
3. Reavaliação da categoria de risco e dano potencial associado;
4. Atualização das séries e estudos hidrológicos e confrontação desses estudos com a capacidade dos dispositivos de descarga existentes;
5. Reavaliação dos procedimentos de operação, manutenção, testes, instrumentação e monitoramento;
6. Reavaliação do Plano de Ação de Emergência-PAE, quando for o caso;
7. Revisão dos relatórios das anteriores revisões periódicas de segurança de barragem;
8. Conclusões sobre a segurança da barragem;
9. Recomendações de melhorias a implementar para reforço da segurança da barragem.

O Resumo Executivo deverá incluir informação simplificada dos aspectos acima listados

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

EQUIPE

A revisão periódica de segurança da barragem deve ser conduzida por equipe multidisciplinar, com competência nas diversas áreas que envolvem a segurança da barragem, designadamente hidrologia, hidráulica, geologia, geotecnia, estruturas e tecnologia de concreto. As boas práticas recomendam que a equipe seja externa ao empreendedor e contratada para esse fim.

O dimensionamento da equipe deve ser feito em função do porte e do tipo da barragem, como mostrado no quadro seguinte

| Porte | Fator X | Barragens de aterro | Barragens de concreto |
|---------|-----------------|---|---|
| Pequeno | $X < 200$ | Eng ^o . Geotécnico, Eng ^o Hidráulico, Topógrafo, Inspetor de campo | Eng ^o . Estrutural, Eng ^o Hidráulico, Topógrafo, Inspetor de campo |
| Médio | $200 < X < 400$ | Eng ^o . Geotécnico, Eng ^o Hidráulico, Geólogo, Eng ^o . Mecânico, Topógrafo, Inspetor de campo | Eng ^o . Estrutural, Eng ^o Hidráulico, Geólogo, Eng ^o Mecânico, Topógrafo, Inspetor de campo |
| Grande | $X > 400$ | Devem integrar todos os profissionais que compo | |

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

PERIODICIDADE

A periodicidade mínima da Revisão Periódica de Segurança é definida pela entidade fiscalizadora.

A matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado que se apresenta está estabelecida na Resolução da ANA nº 91, de 02 de Abril de 2012, bem como a periodicidade recomendada na mesma Resolução.

| CATEGORIA DE RISCO | DANO POTENCIAL ASSOCIADO | | | CLASSE | PERIODICIDADE |
|--------------------|--------------------------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | ALTO | MÉDIO | BAIXO | | |
| ALTO | A | B | C | A | a cada 5 (cinco) anos |
| MÉDIO | A | C | D | B | a cada 5 (cinco) anos |
| BAIXO | A | C | E | C | a cada 7 (sete) anos |
| | | | | D | a cada 10 (dez) anos |
| | | | | E | a cada 10 (dez) anos |

TOMO III – GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**DATAS LIMITE**

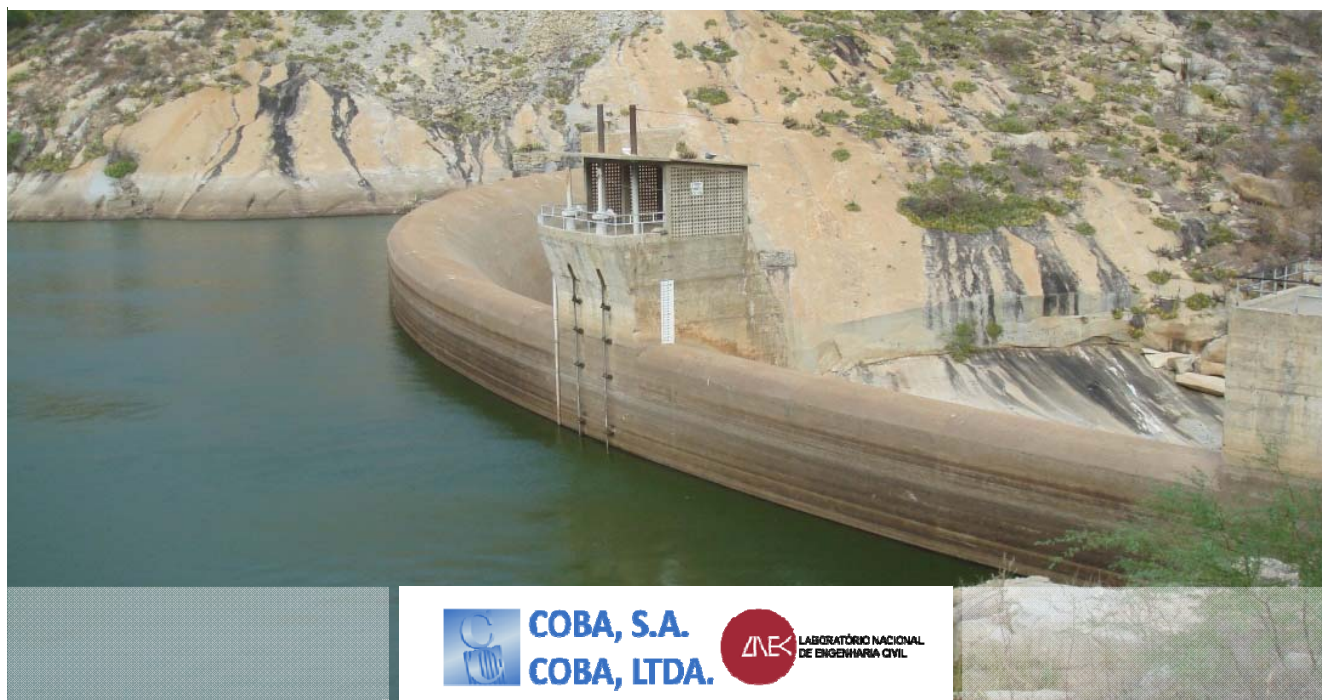
As datas limite de realização da Revisão Periódica de Segurança de Barragem são definidas pela entidade fiscalizadora.

No quadro seguinte apresenta-se a título de exemplo, o estabelecido na Resolução da ANA nº 91, de 02 de Abril de 2012 para a elaboração da Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

| Nº de Barragens por empreendedor | Prazos | |
|----------------------------------|---------------------------|---------|
| | Intermédios | Limites |
| 1 barragem | - | 1 ano |
| 2 barragens | - | 2 anos |
| 3 a 5 barragens | 3 barragens em até 2 anos | 5 anos |
| 6 a 10 | 4 barragens em até 3 anos | 7 anos |
| 11 a 20 | 6 barragens em até 3 anos | 10 anos |
| Mais de 20 | 7 barragens em até 4 anos | 12 anos |

ANEXO 5 – Apresentação: Termos de Referência para Contratação de Serviços

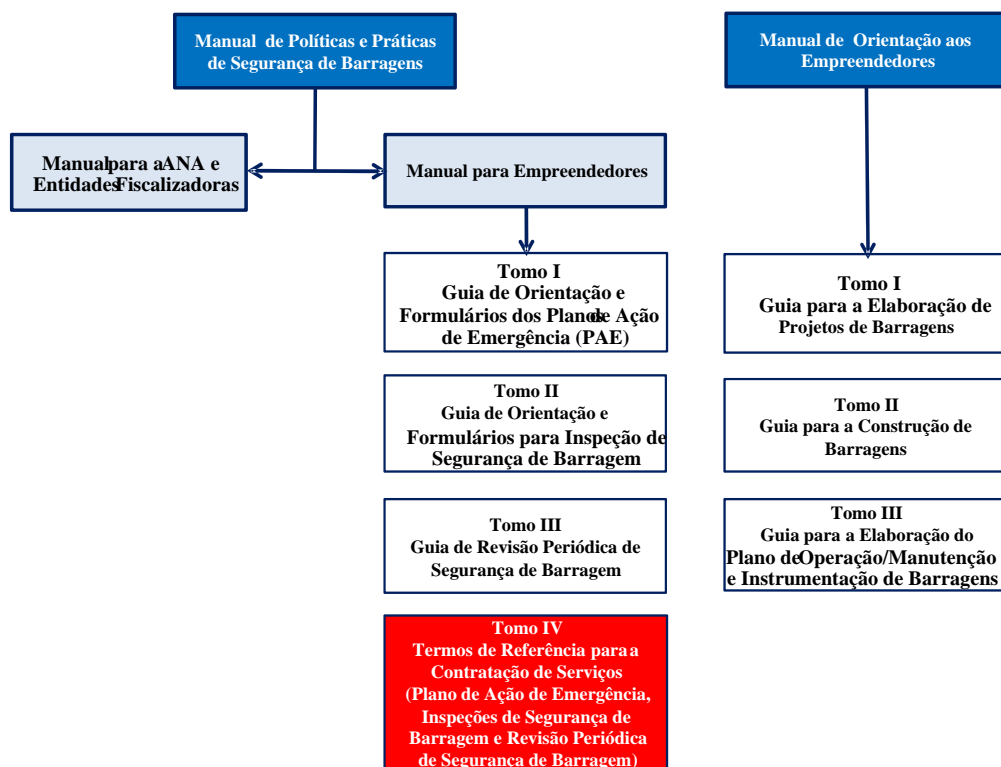
SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS



PRODUTO 7 **MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

MANUAL PARA EMPREENDEDORES

TOMO IV
TERMOS DE REFERÊNCIA
PARA A CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS
(PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA, INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE
BARRAGENS, E REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS)



TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA – ORIENTAÇÕES GERAIS

A QUEM SE DESTINAM

Destinam-se a orientar empreendedores públicos ou privados na contratação de serviços para a execução de Plano de Ação de Emergência, Inspeções de Segurança de Barragem e Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

EXPLICAÇÃO AO EMPREENDEDOR

Os serviços referidos enquadram-se na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), conforme estabelecido na Lei 12.334/2010.

Levando em consideração a abrangência de todos os Termos de Referência, os textos sugeridos deverão ser adaptados aos tipos de serviços requeridos, ao porte de cada barragem, ao tipo de empreendedor (público ou privado) e às especificidades de cada barragem.

DEFINIÇÕES

São estabelecidas definições para **Empreendedor**, **Proponente**, **Contratada**, **Porte da Barragem** e **Extensão do Vale a Jusante**.

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA – ORIENTAÇÕES GERAIS

CRONOGRAMA ESTIMADO

Apresenta-se um cronograma simplificado que inclui as atividades necessárias desde o preparo dos Termos de Referência até à finalização dos serviços, correspondente a uma barragem de porte médio e contemplando situação em que existem disponíveis elementos do projeto da barragem.

| ATIVIDADES | MESES | | |
|---|-------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| <i>1.1 Preparação dos TDR e solicitação de propostas</i> | █ | | |
| <i>1.2 Elaboração de propostas</i> | | █ | |
| <i>1.3 Análise das propostas e julgamento</i> | | | █ |
| <i>1.4 Contratação</i> | | | █ |
| <i>1.5 Execução das atividades objeto do contrato</i> | | | █ |
| <i>1.6 Elaboração do Relatório Final da Revisão Periódica</i> | | | █ |

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA – SUMÁRIO

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO
- 2 DO OBJETO
- 3 JUSTIFICATIVA
- 4 ÁREA DE ABRANGÊNCIA
- 5 ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS
- 6 PRODUTOS ESPERADOS
- 7 PRAZO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS
- 8 DA EQUIPE TÉCNICA
- 9 DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA
- 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS
- 11 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E ENTREGA DOS PRODUTOS
- 12 ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DOS TRABALHOS
- 13 DOS CRITÉRIOS DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS
- 14 DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES
- 15 DO PAGAMENTO
- 16 DO PRAZO DE ENTREGA
- 17 DA VIGÊNCIA DO CONTRATO (OU DURAÇÃO DOS SERVIÇOS)
- 18 DO LOCAL DE ENTREGA
- 19 DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

TOMO IV

ANEXO IV

TERMOS DE REFERÊNCIA

REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Barragem
Estruturas Associadas
Reservatório
Região a jusante

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

Coleta de documentação da barragem e de dados básicos
Inspeção detalhada do local da barragem e de suas estruturas associadas
Reavaliação do Projeto Existente
Atualização das séries e dos Estudos Hidrológicos
Reavaliação dos procedimentos de operação, manutenção e monitoramento
Reavaliação do PAE, quando for o caso
Análise dos Relatórios das revisões periódicas de segurança de barragem anteriores
Reavaliação da categoria de risco e dano potencial associado
Apresentação dos resultados de serviços de campo, caso tenham sido executados
Relatório Final

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**PRODUTOS ESPERADOS**

Relatório Final contemplando os produtos das atividades desenvolvidas conclusões sobre a Segurança da barragem, recomendações sobre as ações a implementar para garantir a Segurança da barragem e estimativa preliminar de custo para as melhorias necessárias.

NÚMERO DE DIAS PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DO CONTRATO

No quadro seguinte figura, a título indicativo, o número de dias úteis para a realização da Revisão Periódica de Segurança, para diversos tipos de barragem de pequeno, médio e grande porte.

| Barragem | Sem instrumentação | Com instrumentação |
|---------------|--------------------|--------------------|
| Pequeno porte | 12-15 dias | 15-20 dias |
| Médio porte | 20-25 dias | 30-40 dias |
| Grande porte | 30-40 dias | 40-60 dias |

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**EQUIPE TÉCNICA**

A Revisão Periódica de Segurança da Barragem deve ser conduzida por equipe especializada, com competência nas diversas disciplinas que envolvem a Segurança da barragem, designadamente hidrologia, hidráulica, geotecnia, estruturas, tecnologia de concreto e outras correlatas.

Cada proponente deverá apresentar relação de todos os profissionais de nível superior que irão compor a Equipe Chave e a Equipe Complementar e os profissionais de nível médio que irão compor a Equipe de Apoio.

DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA

Quando existentes no acervo do Empreendedor, os documentos listados a seguir devem estar disponíveis para consulta pelos proponentes:

- Projeto da barragem
- Documentação relativa à barragem, em particular plano de monitoramento, instrumentação e inspeção
- Relatórios de Revisão Periódica de Segurança anteriormente elaborados
- Planos de Operação e Manutenção da barragem
- Descrição de intervenções de reabilitação anteriormente realizadas
- PAE

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**CRITÉRIOS DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS**

Cabe ao Empreendedor utilizar os critérios que julgar mais convenientes.

Nos Termos de Referência apresenta-se sugestão de critérios para julgamento da proposta técnica e da proposta de preço.

MODELOS DA PROPOSTA

No Anexo 1 dos Termos de Referência apresenta-se sugestão de modelo de proposta a ser exigida dos proponentes, que inclua na proposta técnica, nomeadamente:

- Experiência da empresa
- Conhecimento do problema
- Relação de Equipe Técnica e Currículos
- Cronograma do Trabalho e Planejamento para os Produtos

e na proposta financeira, nomeadamente:

- Quantitativos e custos de pessoal
- Viagens, diárias e outras despesas

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**NÚMERO DE HOMENS.DIA PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

| <i>Barragem</i> | <i>Sem instrumentação</i> | | <i>Com instrumentação</i> | |
|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | <i>Técnico superior</i> | <i>Técnico médio</i> | <i>Técnico superior</i> | <i>Técnico médio</i> |
| <i>Pequeno porte</i> | 15 - 20 | 2 - 4 | 20 - 25 | 4 - 6 |
| <i>Médio porte</i> | 35 - 40 | 6 - 8 | 45 - 50 | 8 - 10 |
| <i>Grande porte</i> | 50 - 60 | 6 - 10 | 60 - 70 | 10-12 |

CUSTO TOTAL

O custo total estimativo da contratação corresponde à soma dos custos de mão-de-obra, despesas gerais, serviços de campo (se for o caso) e deve incorporar também encargos sociais (caso a tabela utilizada para consulta de valores de homem.dia apresente os valores sem encargos), impostos, despesas administrativas e percentual de lucro da contratada.

TOMO IV

ANEXO I

TERMOS DE REFERÊNCIA

ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

DA ABRANGÊNCIA

Barragem (com destaque para os órgãos de descarga e incluindo reservatório, instalações e acessos)

Cheia induzida pela ruptura da barragem

Vale a jusante (incluindo a zona de autossalvamento)

Sistema de Notificação e Alerta

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

1. Inspeção e caracterização da barragem; identificação dos meios e recursos em situação de emergência; desenvolvimento de critérios para detecção de situações de emergência
2. Estudo de inundação e de simulação das cheias induzidas pela ruptura e de dimensionamento do vertedouro
3. Inspeção e caracterização do vale a jusante; levantamento das coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS
4. Definição das responsabilidades gerais no PAE e das ações de resposta e dos procedimentos preventivos e corretivos
5. Procedimentos de notificação e sistema de alerta
6. Edição do documento, incluindo plano de treinamento do PAE

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

PRODUTOS ESPERADOS

Volume Geral do PAE contemplando a identificação dos diversos agentes e respectivas responsabilidades no PAE, uma parte relativa à caracterização geral da barragem e do PAE, ferramentas para identificar e lidar com situações de emergência, procedimentos e meios de notificação entre agências e alerta da população bem como a abordagem para mapear as áreas de risco a jusante e os resultados dos estudos de ruptura da barragem.

Conjunto de anexos, os quais devem abordar as seguintes matérias:

- a) Anexo 1 – Plano de treinamento do PAE
- b) Anexo 2 – Meios e recursos em situação de emergência
- c) Anexo 3 – Formulários direcionados para o PAE
- d) Anexo 4 – Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

EQUIPE TÉCNICA

O PAE deverá ser elaborado por uma equipe pluridisciplinar, com competências em diversas disciplinas que envolvem o risco em barragens, designadamente:

- Hidráulica e/ou hidrologia
- Estruturas e/ou geotecnia
- Electrotecnica e/ou sistemas de comunicações
- Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e outras correlatas.

DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA

Quando existentes no acervo do Empreendedor, devem ser disponibilizados:

- 1. Documento de definição da classe da barragem
- 2. Projeto da barragem
- 3. Documentação relativa à barragem, em particular, plano de monitoramento e instrumentação e registros da instrumentação e relatórios de inspeção de segurança
- 4. Relatórios de Revisão Periódica de Segurança de Barragem
- 5. Planos de operação e manutenção da barragem
- 6. Descrição de intervenções de reabilitação anteriormente realizadas

TOMO IV – TERMOS DE REFERÊNCIA DOS PLANOS DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

NÚMERO DE HOMENS.DIA PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

No quadro seguinte figura, a título indicativo, o número de dias úteis para a elaboração do PAE, para diversas extensões do vale a jusante: pequena, média e grande (em km).

| Atividades | L < 20 km | 20 km < L < 50 km | L > 50 km |
|--|-----------|-------------------|-----------|
| 1. Caracterização da barragem e critérios para detecção de situações de emergência | 4 | 10 | 15 |
| 2. Simulação da cheia de ruptura e de dimensionamento do vertedouro | 6 | 15 | 20 |
| 3. Caracterização do vale a jusante e dos pontos vulneráveis na ZAS | 5 | 15 | 20 |
| 4. Responsabilidades gerais no PAE e procedimentos preventivos e corretivos | 5 | 5 | 10 |
| 5. Procedimentos de notificação e sistema de alerta | 5 | 10 | 20 |

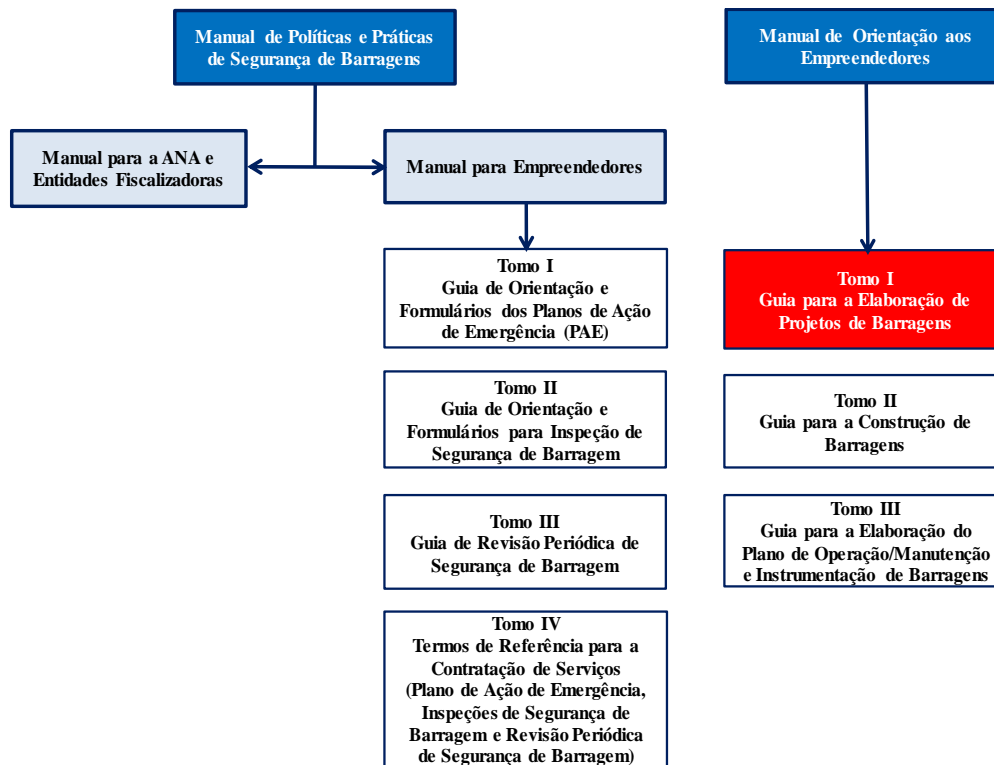
ANEXO 6 – Apresentação: Manual de Orientação aos Empreendedores

SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS



PRODUTO 8 MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

Workshop
Brasília, Novembro de 2014



MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

Com o objetivo de auxiliar o empreendedor na gestão da segurança da barragem, a **Lei Nº 12.334/2010** definiu, como um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens, o Plano de Segurança da Barragem

O **Plano de Segurança da Barragem** inclui todos os dados referentes ao empreendimento, desde o projeto como construído, aqueles necessários para a operação e manutenção da barragem.

MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

O Manual de Orientação aos Empreendedores pretende estabelecer orientações gerais quanto às metodologias e procedimentos a adotar pelos empreendedores, visando assegurar adequadas condições de segurança para suas barragens, desde as fases de projeto, de construção e primeiro enchimento, de operação e de descomissionamento (desativação).

O Manual aplica-se às barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, sendo constituído por três Tomos:

- Tomo I - Guia para a Elaboração de Projetos de Barragens
- Tomo II - Guia para a Construção de Barragens
- Tomo III - Guia para a Elaboração do Plano de Operação, manutenção e Instrumentação de Barragens

PRODUTO 8

MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

TOMO I

GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS



TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

O que é o Guia para Elaboração de Projetos de Barragens?

Guia que pretende auxiliar, do ponto de vista da segurança, na elaboração do projeto, nas suas diversas etapas, desde os estudos preliminares e de viabilidade, ao projeto final como construído.

A quem interessa?

Empreendedores, projetistas, responsáveis pela elaboração da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e, genericamente, a todas as entidades ligadas à Segurança de Barragens.

Quais os conteúdos deste Guia?

Critérios de projetos das barragens e seus órgãos extravasores e de operação, reservatório e área a jusante, incluindo o plano de monitoramento e instrumentação e controle de segurança da barragem.

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

Como está estruturado?

CAP. 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

CAP. 2 – ETAPAS DOS ESTUDOS E PROJETOS

CAP. 3 – ELEMENTOS E ESTUDOS GERAIS DOS PROJETOS

CAP. 4 – BARRAGENS DE ATERRO (TERRA E ENROCAMENTO)

CAP. 5 – BARRAGENS E OUTRAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

CAP. 6 – ÓRGÃOS EXTRAVASORES E DE OPERAÇÃO

CAP. 7 – RESERVATÓRIO E ÁREA A JUSANTE

CAP. 8 – CONTROLE DE SEGURANÇA

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 1 - DISPOSIÇÕES GERAIS

1 – ASPETOS ADMINISTRATIVOS (Responsável pela elaboração dos projectos; Painel de especialistas; Normas técnicas)

2 – ASPETOS GERAIS DA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS (Estruturas, Critérios de projeto, Situações de dimensionamento, Modelos e métodos de análise, Aspectos ambientais)

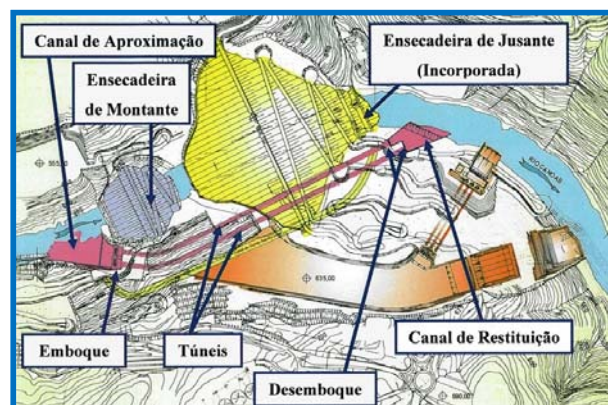
CAP. 2 – ETAPAS DOS ESTUDOS E PROJETOS

- 1 – ESTUDOS PRELIMINARES E DE VIABILIDADE
- 2 – PROJETO BÁSICO
- 3 – PROJETO EXECUTIVO
- 4 – PROJETO FINAL, COMO CONSTRUÍDO

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 3 – ELEMENTOS BASE E ESTUDOS GERAIS DO PROJETO

- 1 – ELEMENTOS GERAIS
- 2 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS - Objetivos, dados e metodologias de estudo
- 3 – ESTUDOS GEOLÓGICOS, HIDROGEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS
- 4 – ESTUDOS SISMOLÓGICOS
- 5 – BORDA LIVRE, NORMAL E MÍNIMA
- 6 – DESVIO DO RIO
- 7 – ESCAVAÇÕES
- 8 – TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES



Sistema de desvio do rio. Campos Novos (Rocha, 2006)

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 4 – BARRAGENS DE ATERRO

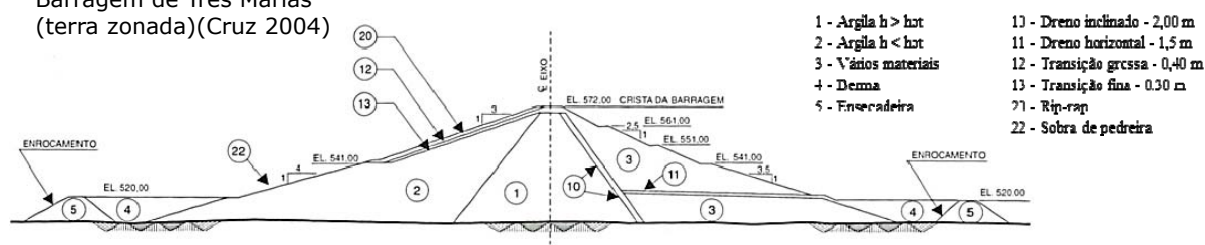
1 – ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES - Tipos principais, exemplos

2 – ESTUDOS DOS MATERIAIS - Materiais para aterros; Materiais para filtros, drenos e transições; Outros materiais; Ensaio; Aterros experimentais; Métodos construtivos

3 – ANÁLISES DE ESTABILIDADE E VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA - Critérios de projeto; Análises de percolação, de estabilidade e de tensões e deformações; Alguns aspectos construtivos

4 – BARRAGENS DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO - Enrocamentos, Zoneamento da seção transversal; Pormenores construtivos

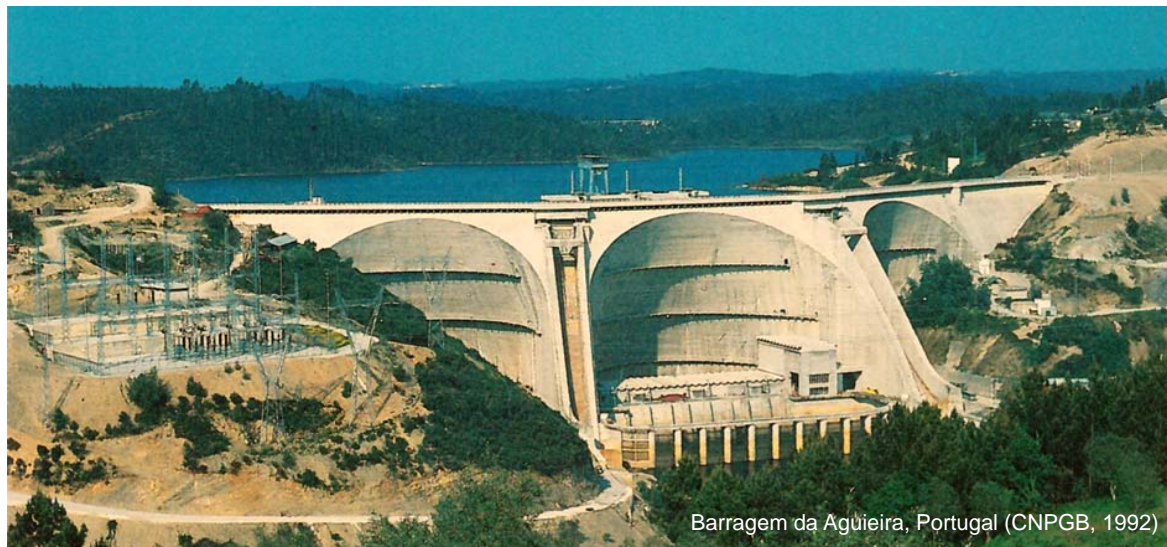
Barragem de Três Marias
(terra zonada)(Cruz 2004)



TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 5 – BARRAGENS E OUTRAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

1 – ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES - Tipos principais de barragens; Órgãos extravasores e de operação; Fundações



Barragem da Aguieira, Portugal (CNPGB, 1992)

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 5 – BARRAGENS E OUTRAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Continuação (1)

2 – ESTUDOS DOS MATERIAIS - Barragens (concreto massa, vibrado e CCR); Órgãos extravasores e de operação (concreto massa, armado e protendido); Equipamentos hidromecânicos (aço, outros materiais como dispositivos de vedação e aparelhos de apoio)

3 – CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO - Critérios de acidente e incidente (estados limites); Principais cenários associados aos maciços rochosos de fundação; Principais cenários associados ao concreto

4 – SITUAÇÕES DE PROJETO - Condições de carregamento; Modelos e métodos de análise matemáticos (elementos finitos e elementos discretos, modelos físicos)

5 – VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA - Barragens (concreto massa, segurança ao deslizamento, tombamento e flutuação; estudos térmicos; tensões e deformações); Outras estruturas de concreto armado e protendido

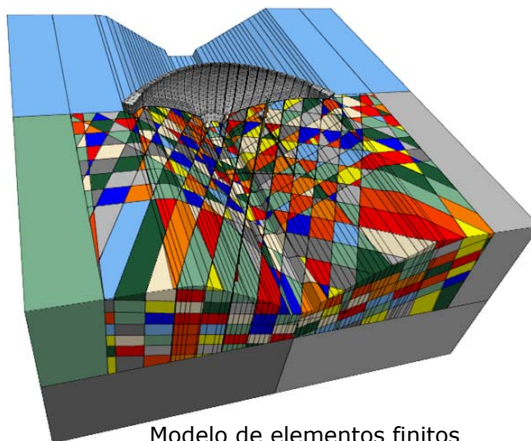
TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 5 – BARRAGENS E OUTRAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Continuação (2)



Modelo físico (LNEC) de barragem arco (EDP,EDIA)



Modelo de elementos finitos (barragem) e elementos discretos (fundação) (LNEC)

6 – ALGUMAS DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS - Armaduras, drenos, juntas, etc.

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 6 – ÓRGÃOS EXTRAVASORES E DE OPERAÇÃO

1 – VERTEDOURO - Objetivo e tipos; Aspectos do projeto (justificativa da solução; capacidade de descargas, comportas)

2 – DESCARREGADOR DE FUNDO - Objetivo e tipos; Aspectos de projeto (justificativa da solução, capacidade de descarga, formas de entrada, órgãos de proteção e obturação)

3 – ESTRUTURAS DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA - Tipos; Aspectos do projeto (justificativa da solução, proteção de erosões no concreto e no maciço rochoso)



Barragem de Itaipu. Vertedouro(SBB)

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 6 – ÓRGÃOS EXTRAVASORES E DE OPERAÇÃO

Continuação (1)

4 – TOMADAS DE ÁGUA - Tipos (através da barragem, em torre separada, em túnel ou canal); Aspectos do projeto (justificativa das soluções; exemplos)

5 – CIRCUITOS HIDRÁULICOS - Canal e conduto adutor; Chaminé de equilíbrio; Equipamentos de regulação de vazão e obturação; canal de fuga

6 – ALGUNS PROBLEMAS HIDRÁULICOS IMPORTANTES - Ondas estacionárias de frente abrupta; Emulsão de ar; Cenários de erosão por cavitação e abrasão



Tomada de água. Barragem de Lucrécia,
(SEMARH-RN)

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 7 – RESERVATÓRIO E ÁREA A JUSANTE

1 – ESTUDOS DE REMANSO

2 – ESTUDOS DE VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO - Assoreamento; Perda de capacidade do reservatório; navegação; dificuldades de operação; erosão nas turbinas

3 – QUALIDADE DA ÁGUA - Consumo humano e outras utilizações; Desmatamento do reservatório

4 – CADASTRO - Ocupação humana, rede de comunicações, equipamentos sociais, ocupação agrícola e industrial

5 – ÁREA INUNDÁVEL EM CASO DE RUPTURA E PLANEJAMENTO DE EMERGÊNCIA

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 8 – CONTROLE DE SEGURANÇA

1 – PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

- **Grandezas a serem monitoradas** – Ações estáticas e dinâmicas; Propriedades das estruturas e dos materiais; Efeitos (fluxos, subpressões, temperaturas, forças e deslocamentos aplicados; deslocamentos, movimentos de juntas, deformações e tensões; efeitos dinâmicos)
- **Barragens de aterro e de concreto** – Grandezas a monitorar
- **Seleção dos instrumentos de medição**
- **Elaboração do projeto de instrumentação** - Fase dos estudos de viabilidade e projeto básico; Fases do projeto executivo e de construção
- **Critérios de operação, processamento e análise de dados e resultados** - Frequências de leituras para barragens de aterro e de concreto; Leitura e validação dos dados; Processamento, apresentação e arquivo de dados e resultados
- **Manutenção de instrumentação**

TOMO I - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS

CAP. 8 – CONTROLE DE SEGURANÇA

Continuação (1)

2 – INSPEÇÕES DE SEGURANÇA - Regulares e Especiais

3 – ANÁLISE GLOBAL DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO E INSPEÇÃO
- Controle de segurança; Modelação do comportamento; Valores de referência para a instrumentação



PRODUTO 8 MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

TOMO II GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

O que é o Guia para a construção de Barragens?

É um Guia que pretende auxiliar na construção das barragens, de modo a assegurar a qualidade das obras, aspecto de influência marcante no seu comportamento futuro.

A quem interessa?

Empreendedores, empreiteiras, projetistas e responsáveis pela elaboração do Plano de Segurança da Barragem.

Quais os seus conteúdos?

As atividades de construção de barragens, visando às condições de segurança das estruturas construídas.

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

Como está estruturado?

CAP. 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

CAP. 2 – DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

CAP. 3 – BARRAGENS DE ATERRO (TERRA E ENROCAMENTO)

CAP. 4 - BARRAGENS DE CONCRETO

CAP. 5 – CONTROLE DE SEGURANÇA DURANTE A CONSTRUÇÃO

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

1 – ASPECTOS GERAIS

- Âmbito e objetivos, Painel de especialistas, Normas técnicas

2 – ORGANIZAÇÃO E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO (Empreendedor)

- **Empreiteira** - Programa de trabalhos (Conformidade com projeto, controle tecnológico e de segurança; aspetos ambientais)
- **Assistência técnica e supervisão** - Controle de qualidade; acompanhamento pelo autor do projeto (recomendável)
- **Estrutura organizacional do empreendedor** - Corpo técnico, responsável qualificado para Assistência Técnica e Supervisão e Responsável Técnico para a elaboração do Plano de Segurança da Barragem

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 2 – DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

1 - PLANO DE CONSTRUÇÃO

- **Projeto executivo**
- **Especificações técnicas**
- **Quantitativos**
- **Plano de trabalho (cronograma, controle e coordenação executiva)**
 - Sequência e tempo previsto das atividades, datas, interdependências
 - Condições meteorológicas e hidrológicas
 - Desvio do rio
 - Canteiro
 - Controle de segurança
 - Datas chave

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 2 – DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

Continuação (1)

2 – ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO COMUNS AOS DIVERSOS TIPOS DE BARRAGENS

- Materiais
- Locação da obra
- Canteiro, incluindo acessos e comunicações
- Jazidas e pedreiras
- Desvio do rio
- Escavações
- Desmatamento do reservatório
- Equipamentos hidro e eletromecânicos
- Instalações elétricas



Escavação a céu aberto (Cambambe, Angola)
(COBA, SA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – BARRAGENS DE ATERRO (TERRA E ENROCAMENTO)

1 – MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

- Materiais para aterro
- Filtros, drenos e transições
- Aterros experimentais
- Proteção dos taludes
- Elementos de vedação do aterro
(barragens de enrocamento
com face em concreto)

2 – FUNDAÇÕES E SEU TRATAMENTO

- Preparação da superfície de fundação
- Consolidação, impermeabilização e drenagem
- Controle do tratamento da fundação



Barragem de aterro com face em concreto e Plinto de fundação, COBA, SA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – BARRAGENS DE ATERRO (TERRA E ENROCAMENTO)

Continuação (1)

3 – CONSTRUÇÃO DOS ATERROS

- Técnicas de colocação do material e compactação

4 – CONTROLE DA CONSTRUÇÃO

- Controle tecnológico
- Ensaios e procedimentos de verificação mais frequentes

5- PROBLEMAS MAIS FREQUENTES

(em decorrência de falha na construção)



Aterro zonado - espalhamento e compactação (COBA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – BARRAGENS DE CONCRETO

1- MATERIAIS

- Agregados e granulometrias
- Cimentos, pozolanas e cinzas volantes
- Água
- Aditivos
- Aços



Barragem de Ribeiradio, Portugal (concreto convencional)(COBA, SA)

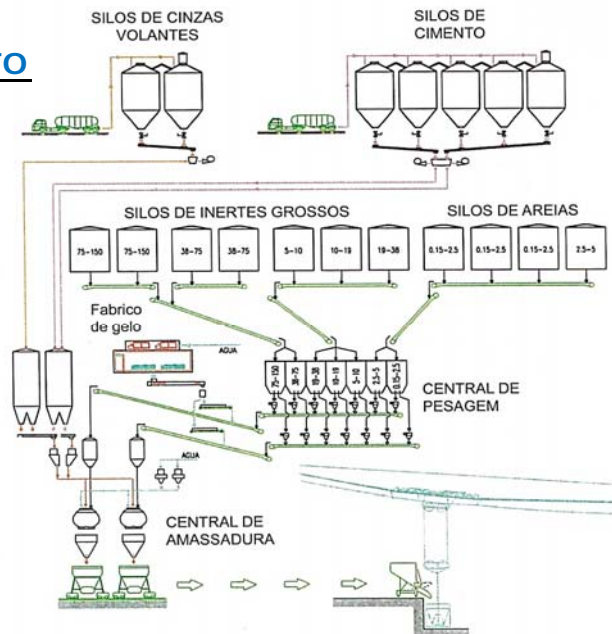
TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – BARRAGENS DE CONCRETO

Continuação (1)

2 – BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

- Composição
- Fabricação
- Transporte, lançamento e compactação
- Superfície de fundação e juntas de concretagem
- Fôrmas
- Juntas de contração e injeções
- Cura e desfôrma
- Colocação em tempo de chuva ou de frio
- Dissipação do calor de hidratação e refrigeração
- Plano de concretagem



Esquema de uma central de fabricação do concreto (EDIA, SA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – BARRAGENS DE CONCRETO

Continuação (2)

3- BARRAGENS DE CONCRETO COMPACTADO A ROLO (CCR)

- Composição
- Estocagem e transporte dos agregados
- Fabricação
- Transporte, colocação e compactação
- Controle de qualidade
- Bloco experimental
- Fundação e juntas de concretagem
- Plano de concretagem
- Concretagem em condições desfavoráveis
- Fôrmas
- Juntas de contração



Barragem Mamoeiro (CCR), CE (COBA, SA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – BARRAGENS DE CONCRETO

Continuação (3)

4- FUNDAÇÃO E SEU TRATAMENTO

- Consolidação, impermeabilização e drenagem
- Controle dos trabalhos de consolidação e impermeabilização

5 – PROBLEMAS MAIS FREQUENTES

(Em decorrência de falha na construção)



Barragem de Pedrógão, Portugal CCR (EDIA, SA)

TOMO II - GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 5 – CONTROLE DE SEGURANÇA DURANTE A CONSTRUÇÃO

1 – MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

- Adaptação do plano de monitoramento e instrumentação
- Instalação dos instrumentos
- Leitura, processamento e arquivamento de dados e resultados

2 – INSPEÇÕES DE SEGURANÇA

3 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4 – PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM



PRODUTO 8 MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES

TOMO III GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

O que é o Guia para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens?

Guia que pretende auxiliar a realização das atividades de operação, manutenção, monitoramento e instrumentação, com vista a assegurar as condições de segurança e operacionalidade das barragens ao longo da sua vida útil e mesmo após o seu descomissionamento (desativação).

A quem interessa?

Empreendedores e técnicos, contratados para elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que compõem as Equipes de Segurança da Barragem e, genericamente, a todas as entidades ligadas à Segurança de Barragens.

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

Quais os seus conteúdos?

Instruções para elaboração dos Planos de Operação, de Manutenção das Estruturas e Equipamentos e de Monitoramento e Instrumentação de Segurança, integrados no Plano de Segurança da Barragem.

Como está estruturado?

CAP. 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

CAP. 2 – PLANO DE OPERAÇÃO

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

CAP. 4 - PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

CAP. 5 – CONTROLE DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

- **Âmbito e objetivos**
- **Plano de Segurança da Barragem (Lei nº 12 334 /2010)**
 1. Identificação
 2. Dados técnicos do empreendimento
 3. Equipe de segurança (estrutura e qualificação técnica)
 4. Manuais de procedimentos (Guia de Inspeção) e relatórios de segurança
 5. Regras operacionais (dispositivos de descargas)
 6. Entorno das instalações (acesso, área resguardadas)
 7. Relatórios das inspeções
 8. Revisões Periódicas de segurança
 9. Plano de Ação de Emergência (PAE) (quando exigido)
- **Responsabilidades do empreendedor na fase de operação**

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 2 – PLANO DE OPERAÇÃO

1 - ASPECTOS GERAIS (ênfase na segurança)

- **Características do empreendimento**
Descrição do empreendimento (em especial dos órgãos extravasores e de operação);
Utilização principal e secundária
- **Regra operacional dos órgãos extravasores**
Procedimentos: operação normal; regime de cheia; situação de emergência
- **Regra operacional do reservatório**
Vazão mínima remanescente; Regime da operação; Problemas específicos (salinização ou eutrofização)
- **Registros de operação**
Níveis, fluxos afluentes e efluentes; Manobras dos órgãos extravasores; ocorrências significativas; Relatórios de operação

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 2 – PLANO DE OPERAÇÃO

Continuação (1)

2 - REGRAS OPERACIONAIS DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

- **Órgãos extravasores** – Vertedouro e descarregador de fundo
- **Vertedouro** – Assegurar a descarga da cheia de projeto sem necessidade de outros órgãos e com adequada dissipação de energia (minimizando efeitos erosivos nas estruturas e no maciço rochoso); Manobra local ou à distância; Fontes de energia, principal e auxiliar; Procedimentos para operação normal e em regime de cheia; Equipamentos e procedimentos de emergência
- **Descarregadores de fundo** – Vazão remanescente mínima (descarga de sedimentos finos; esvaziamento do reservatório)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 2 – PLANO DE OPERAÇÃO

Continuação (2)

3 - REGRAS OPERACIONAIS DO RESERVATÓRIO

- **Características da operação** - Cotas, capacidade, áreas inundadas, vazões; curvas de remanso a montante; vazão mínima remanescente
- **Controle da salinização e da eutrofização** - Qualidade da água e dos solos; comitês de usuários do reservatório
- **Medidas de proteção pública** - Delimitação e sinalização de áreas interditas a atividades de pesca, banhos, etc.

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

1 - ASPECTOS GERAIS

- **Planos de manutenção** - Barragens de aterro e de concreto, órgãos extravasores e de operação, reservatório; equipamentos
- **Registros de manutenção** - Relatórios de testes, alterações, modificações, ações de manutenção

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (1)

2 - MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS DE ATERRO

– **Principais anomalias** (Exemplos)

- Surgências
- Trincas e fissuras
- Instabilidade de taludes
- Depressões
- Erosões (chuva)
- Vegetação
- Buracos devidos a animais



Barragens de terra – piping (ADSO, 2008)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (2)

– **Ações de manutenção corrente** (Exemplos)

- Medidas corretivas: Talude de montante; Crista da barragem; Talude de jusante e área adjacente; Acessos (equipamento de operação e instrumentação)



Reposição de cobertura vegetal (Barragem de Aracoiaba, CE; (COBA)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (3)

3 - MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS E ESTRUTURAS DE CONCRETO

– **Principais anomalias** (Exemplos)

Movimentos diferenciais entre blocos; Surgências; Fendas e fissuras

Fissuras devidas a processos expansivos



Barragem do Alto Ceira, Portugal (Pedro, 2001)



Parede Interna de eclusa, Brasil (SBB)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (4)

– **Algumas ações de manutenção**

Tratamentos pontuais do concreto
(fissuras, fendas, delaminação
ou corrosão)

Tratamentos pontuais da fundação
(injeção, drenagem)

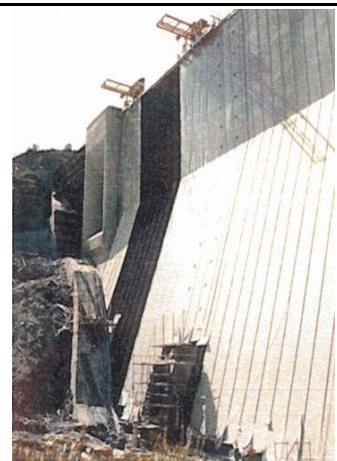
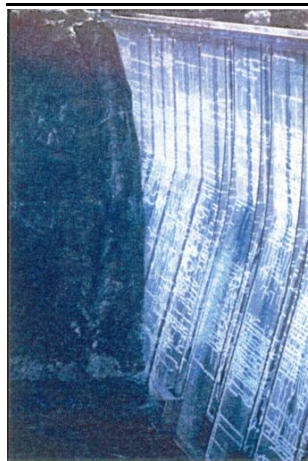
Substituição de elementos
danificados

(parapeitos, poços, etc.)

Desmatamento e vegetação
(pé de jusante, ombreiras)

Acessos

(equipamentos de operação e
instrumentação)



Barragem de Pracana. Fendas na face de montante e aplicação de geomembrana (Pedro, 2001)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (5)

4 - MANUTENÇÃO DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

– Principais anomalias hidráulico-operacionais

Erosões (abrasão e cavitação)

Obstrução do leito a jusante

Erosões no maciço rochoso devido à ação mecânica da água

*Erosão por abrasão e
cavitação em vertedouros
(CBDB)*



Barragem de Maribombo, SP/MP



Barragem de Porto Colombia, SP/MG

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (6)

– Algumas ações de manutenção corrente

Limpeza dos vertedouros

Recolocação de enrocamentos

Limpeza de vegetação

Tratamentos de zonas pontuais do concreto, fissuras, etc.

Drenagem superficial



Tratamento de juntas da soleira (Creager) de Jaburu I, CE (COBA)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (7)

5 - MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO

- **Plano de manutenção** - Manual O&M de cada equipamento: autoria (fornecimento), destinatários (equipes de O&M) e conteúdo
- **Estratégias de manutenção** - Manutenção corretiva, preventiva, preditiva e melhorativa ou engenharia de manutenção
- **Equipamento hidromecânico e eletromecânico** - Comportas (de serviço, de emergência e de manutenção); Conduitos (forçados, de descarga de fundo); Válvulas e outros
- **Ações de manutenção das comportas** - Comportas de manutenção (ensecadeiras); Comportas de serviço ou de emergência (Tabuleiro, peças fixas e acionamento; Comando, medições, sinalização e proteção; Grupos geradores de emergência)
- **Ensaio e testes do equipamento**

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (8)

6 - MANUTENÇÃO DO RESERVATÓRIO

- **Principais anomalias**
 - Instabilidade de taludes
 - Perdas de água excessivas
 - Assoreamento
 - Má qualidade da água



Assoreamento de reservatório , MG (SBB)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 3 – MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

Continuação (9)

6 - MANUTENÇÃO DO RESERVATÓRIO

– **Algumas ações de manutenção**

Abertura regular das comportas

(controle de assoreamento)

Retirada de materiais flutuantes

Controle do uso dos solos (salinização)

Revegetação ou corte de vegetação

no entorno



Retirada de material flutuante do reservatório (SBB)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

1 - DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

- **Grandezas a monitorar** – Propriedades das estruturas (deformabilidade, resistência, características hidráulicas e térmicas); Ações (precipitação, vazões, níveis da água, temperaturas); Efeitos (fluxos, subpressões, temperaturas, forças e deslocamentos aplicados; deslocamentos, movimentos de juntas, deformações e tensões; efeitos dinâmicos)
- **Seleção das grandezas a monitorar** – Nas barragens de aterro (terra/enrocamento, enrocamento com face de concreto, terra e terra com galeria de desvio); Nas barragens de concreto (gravidade maciça, gravidade aliviada ou contrafortes, arco, CCR)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

Continuação (1)

– Seleção dos instrumentos de medição

Comuns às diferentes barragens (níveis, temperaturas, precipitação);

Barragens de aterro (deslocamentos absolutos – métodos geodésicos, placas de recalque, inclinômetros, piezômetros, células de pressão total, medidores de vazão);

Barragens de concreto (deslocamentos absolutos – métodos geofísicos, pêndulos diretos e invertidos, extensômetros de fundação, medidores de juntas e fendas, piezômetros hidráulicos, medidores de vazão)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

Continuação (2)

– Exemplos (diversos dos diferentes instrumentos e sua colocação)



Placa de medidor de recalques (COBA)



Medidor de juntas triortogonal (SBB)

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 4 – MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

Continuação (3)

2 – UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

- **Leitura, processamento e registro dos dados**
- **Frequência de leitura recomendada dos instrumentos** – Barragens de aterro; Barragens e outras estruturas de concreto

3 – MANUTENÇÃO DOS INSTRUMENTOS

- **Barragens de aterro** – Marcos topográficos e de referência; Placas de recalque e inclinômetros; Piezômetros e células; Medidores de vazão
- **Barragens de concreto** – Marcos topográficos; Pêndulos; Medidores de junta; Instrumentos elétricos ou de corda vibrante embebidos no concreto; Piezômetros e drenos; Medidores de vazão

TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

CAP. 5 – CONTROLE DE SEGURANÇA

1 – ASPECTOS GERAIS

- **Atividades** – Inspeção de segurança regular e especial; Monitoramento e instrumentação (medição, validação dos dados); Processamento, análise, interpretação e arquivo de dados e resultados
- **Revisão Periódica de Segurança** – Modelação do comportamento e avaliação da segurança; valores de referência para a instrumentação
- **Plano de Segurança da Barragem**

2 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E QUALIFICAÇÃO DOS TÉCNICOS

- **Porte da barragem** – Pequeno, médio e grande; Barragens de aterro e concreto
- **Equipe de Segurança**
- **Equipe para Inspeção Especial**
- **Equipe para Revisão Periódica de Segurança**

3 – DESCOMISSIONAMENTO (DESATIVAÇÃO) DE BARRAGENS

SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ANEXO 7 – Acervo fotográfico



