

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8. Análise do Plano de Segurança de Barragens




Elaborado: Rubem José Ramos Cardia

Projeção 8.1

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.1. REN N. 236/2017 (ANA) >

ANEXO II- Conteúdo Mínimo e Nível de Detalhamento do Plano de Segurança de Barragem

VOLUMES	CONTEUDO MÍNIMO
<p>Volume I</p> <p>Informações Gerais</p> <p>5; 7; 8.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Empreendedor; 2. Caracterização do empreendimento; 3. Características técnicas do Projeto e da Construção; 4. Indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes; 5. Estrutura organizacional, contatos dos responsáveis e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem; 6. Quando for o caso, indicação da entidade responsável pela regra operacional do reservatório; 7. Classificação da barragem quanto à Categoria de Risco e quanto ao Dano Potencial Associado.

Elaborado: Rubem José Ramos Cardia

Projeção 8.2

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.1. REN N. 236/2017 (ANA) >

<p>Volume II</p> <p>Documentação Técnica do Empreendimento</p> <p>5; 7; 8. / 1 a 3</p>	<ol style="list-style-type: none"> 8. Para barragens construídas antes de 21/09/2010: Projetos em nível básico e/ou executivo. Na inexistência desses projetos, estudos simplificados no que se refere a caracterização geotécnica do maciço, fundações e estruturas associadas, levantamento geométrico (topografia) e estudo hidrológico/hidráulico das estruturas de descarga. 1. Para barragens construídas após 21/09/2010: Projeto como construído (<i>As built</i>); 2. Manuais dos Equipamentos; 3. Licenças ambientais, outorgas e demais requerimentos legais.
<p>Volume III</p> <p>Planos e Procedimentos</p> <p>1 a 5</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regra operacional dos dispositivos de descarga; 2. Planejamento das manutenções; 3. Plano de monitoramento e instrumentação; 4. Planejamento das inspeções de segurança da barragem; 5. Cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos.
<p>Volume IV</p> <p>1 a 5</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registros de Operação; 2. Registros da Manutenção; 3. Registros de Monitoramento e Instrumentação;

Elaborado: Rubem José Ramos Cardia

Projeção 8.3

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos	
8.1. REN N. 236/2017 (ANA) >	
Registros e Controles 1 a 5.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Registros dos testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos; 5. Relatórios de Inspeções de Segurança de Barragens, devendo conter: <ol style="list-style-type: none"> a) Identificação do representante legal do empreendedor; b) Identificação do responsável técnico pela elaboração do Relatório e respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica; c) Ficha de inspeção visual preenchida, englobando todas as estruturas da barragem e a indicação de anomalias; d) Avaliação e registro, inclusive fotográfico, de todas as anomalias encontradas, avaliando suas causas, desenvolvimento e consequências para a segurança da barragem; e) Comparação com os resultados da Inspeção de Segurança Regular anterior; f) Avaliação das condições e dos registros da instrumentação existente; g) Classificação do NPGB (Normal, Atenção, Alerta ou Emergência); h) Assinatura do Responsável Técnico pela elaboração do Relatório; i) Ciente do representante legal do empreendedor.

Projeção 8.4

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos	
8.1. REN N. 236/2017 (ANA) >	
Volume V Revisão Periódica de Segurança da Barragem 1 a 11.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultado de Inspeção de Segurança Especial da barragem e de suas estruturas associadas; 2. Reavaliação do projeto existente com análise conclusiva da estabilidade da barragem, de acordo com os critérios de projeto aplicáveis à época da revisão; 3. Atualização das séries e estudos hidrológicos e confrontação desses estudos com a capacidade dos dispositivos de descarga existentes, se pertinente; 4. Reavaliação dos procedimentos de operação, manutenção, testes, instrumentação e monitoramento; 5. Reavaliação do Plano de Ação de Emergência- PAE, quando for o caso; 6. Revisão dos relatórios anteriores das Revisões Periódicas de Segurança de Barragem; 7. Considerações sobre eventual reavaliação da classificação quanto à Categoria de Risco e quanto ao Dano Potencial Associado; 8. Conclusões sobre a segurança da barragem; 9. Recomendações de melhorias a implementar para reforço da segurança da barragem; 10. Estimativa preliminar dos custos e prazos para implantação das recomendações;

Projeção 8.5

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos	
8.1. REN N. 236/2017 (ANA) >	
Volume VI 1 a 12	<ol style="list-style-type: none"> 11. Resumo Executivo, contendo: <ol style="list-style-type: none"> a) Identificação da barragem e empreendedor; b) Identificação do Responsável Técnico pela Revisão Periódica; c) Período de realização do trabalho; d) Listagem dos estudos realizados; e) Conclusões; f) Recomendações; g) Plano de ação de melhorias e cronograma de implantação das ações indicadas no trabalho.
Volume VI 1 a 12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação e objetivo do PAE; 2. Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação;

Elaborado: Ruben José Ramos Cardia

Projeção 8.6

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS NOVAS FAÇANHAS GOV. DO RIO GRANDE DO SUL EMPRESA PÚBLICA

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.1. F Plano de Ação de Emergência

1 a 12

3. Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo acessos à barragem e características hidrológicas, geológicas e sísmicas;

4. Recursos materiais e logísticos na barragem;

5. Classificação das situações de emergência em potencial conforme Nível de Resposta;

6. Procedimentos de notificação (incluindo o Fluxograma de Notificação) e Sistema de Alerta;

7. Responsabilidades no PAE (empresendedor, Coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil);

8. Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados;

9. Plano de Treinamento do PAE;

10. Meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situações de emergência em potencial;

11. Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação;

12. Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento.

Elaborado: Ruben José Ramos Cardia

FIM

Projeção 8.7

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS NOVAS FAÇANHAS GOV. DO RIO GRANDE DO SUL EMPRESA PÚBLICA

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.1. F Plano de Ação de Emergência

1 a 12

3. Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo acessos à barragem e características hidrológicas, geológicas e sísmicas;

4. Recursos materiais e logísticos na barragem;

5. Classificação das situações de emergência em potencial conforme Nível de Resposta;

6. Procedimentos de notificação (incluindo o Fluxograma de Notificação) e Sistema de Alerta;

7. Responsabilidades no PAE (empresendedor, Coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil);

8. Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados;

9. Plano de Treinamento do PAE;

10. Meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situações de emergência em potencial;

11. Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação;

12. Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento.

Elaborado: Ruben José Ramos Cardia

Projeção 8.8

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS NOVAS FAÇANHAS GOV. DO RIO GRANDE DO SUL EMPRESA PÚBLICA

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspecção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.2. ATIVIDADES FISCALIZAÇÃO DO PSB.

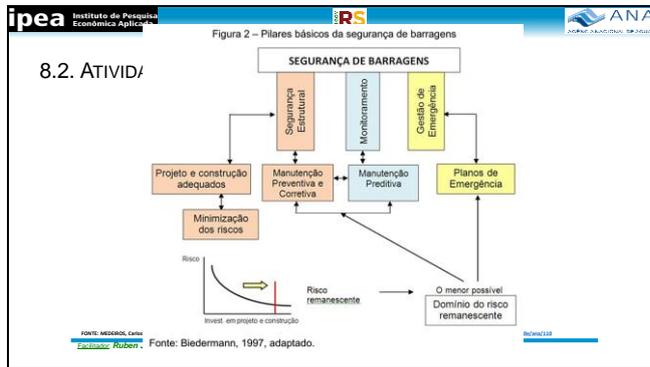
No caso das ações de fiscalização com o objetivo de verificar o cumprimento legal da PNSB, pode-se dividir em 2 etapas:

1. Documental: Trata-se de análise documental que será realizada no escritório do empreendedor e terá como objetivo verificar o atendimento dos requisitos dos normativos legais.
 - a. São documentos que devem ser verificados: Relatório de Inspeções, Planos de Segurança de Barragem, Plano de Ações e Emergência e Revisão periódica das barragens.
2. Vistoria *in loco*: consiste de vistoria na barragem com intuito de verificar as estruturas e as anomalias apontadas no relatório de inspeção.

Fonte: Marcelo Guillan Marques e Sérgio Toledo Salgado

Elaborado: Ruben José Ramos Cardia

Projeção 8.9



Projeção 8.16



Projeção 8.17

8.2. ATIVIDADES FISCALIZAÇÃO DO PSB.

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

Tabela 8 – Definição das consequências do risco hidrodinâmico

Parâmetro HxV (m ² /s)	Consequências
<0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 – 1	Adultos são arrastados
1 – 3	Danos de submersão em edifícios e estruturais em casas fracas
3 – 7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
> 7	Colapso de certos edifícios

Fonte: Synaven *et al.*, 2000 *apud* Balbi, 2008.

Projeção 8.18

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

8.2. ATIVIDADES

Figura 1 – Ciclo de gerenciamento de riscos e emergências

Fonte: Nota do autor, Diego Antônio Fonseca Balbi

Projeção 8.19

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

8.2. ATIVIDADES

Tabela 1 – Níveis de segurança e situações em que são adotados

Nível de Perigo	Situações
VERDE	Probabilidade de acidente desprezível. Plano de Segurança de Barragem - monitoramento rotineiro e ações corretivas de distorções que não comprometam a segurança estrutural. Quando não forem encontradas anomalias ou as anomalias encontradas não comprometam a segurança de barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo. As previsões meteorológicas não indicam condições adversas.
AMARELO OU ATENÇÃO	Probabilidade de acidente baixa. Quando as anomalias encontradas não comprometam a segurança de barragem a curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas ao longo do tempo. Obrigatório um estado de prontidão de barragem onde sejam mantidas as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente. Controlar o movimento de reservatório disponível de avaliação técnico da situação. O plano de manutenção do PSE é aplicado integralmente, a menos que sejam necessárias deslocações preventivas ou o isolamento de reservatório. É conveniente testar os sistemas de comunicação neste momento.
LARANJA OU ALERTA	Probabilidade de acidente elevada. Condição operacional de alerta. "Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode ser de controle." A ruptura de barragem deve ser monitorada. Evacuação de reservatório. Estreitar-se que a segurança de não é quarta está governo ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e mobilização externos previstos no PSE. Haver a necessidade de evacuação interna. A Defesa Civil avalia a necessidade de evacuação externa.
VERMELHO OU EMERGÊNCIA	Acidente inevitável - catástrofe iminente. A ruptura é iminente, inevitável - já ocorreu ou já ocorreu. Evacuação de reservatório e ações emergenciais previstas no PSE são executadas imediatamente. Evacuação necessária.

Fonte: Adaptado de Balbi, 2008.

Projeção 8.20

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

8.2. ATIVIDADES FISCALIZAÇÃO DO PSB.

Inspecção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

Tabela 3 – Número esperado de vítimas em função do tempo de alerta

Tempo de aviso	Perda de vidas	Número esperado de vítimas (NEV)
0 a 15 minutos	Significativa	NEV = 50% do número de pessoas em risco
15 a 90 minutos	Potencialmente significativa	NEV = (número de pessoas em risco) ^{0,8}
Mais que 90 minutos	Perda de vidas virtualmente eliminada	NEV = 0,0002 x número de pessoas em risco

Fonte: USBR, 1999.

Tabela 6 – Nível de perigo para edificações

Nível	Classe	Inundação dinâmica (HxV)	Velocidade (V)
Reduzido	Verde	HxV < 3 m ³ /s	V < 2 m/s
Médio	Amarela	3 < HxV < 5 m ³ /s	2 < V < 4 m/s
Importante	Laranja	5 < HxV < 7 m ³ /s	4 < V < 5,5 m/s
Muito importante	Vermelha	HxV > 7 m ³ /s	V > 5,5 m/s

Fonte: VISEU, 2006.

Projeção 8.21

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

8.2. ATIVIDADES FISCALIZAÇÃO DO PSB.

Tabela 5 – Critérios para graduação do perigo para seres humanos

Nível	Classe	Inundação estática (H)	Inundação dinâmica (HxV)
Reduzido	Verde	H < 1 m	HxV < 0,5 m ² /s
Médio	Amarela	1 m < H < 3 m	0,5 < HxV < 0,75 m ² /s
Importante	Laranja	3 m < H < 6 m	0,75 < HxV < 1 m ² /s
Muito importante	Vermelha	H > 6 m	HxV > 1 m ² /s

Fonte: VISEU, 2006.

FONTE: MEDRADO, Carlos Henrique et al; Manual Técnico de Curso de Especialização em Segurança de Barragens (ESB), ACERVO ANA - <http://sistemas.ana.gov.br/controle/curso/ana/113>
Elaborado: Rubem José Ramos Cardia

Projeção 8.22

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

Figura 12 – Níveis de água de interesse para o planejamento da Defesa Civil

8.2. ATIV

N.A. 1 representa o nível d'água do rio confinado no canal principal e não indica uma contingência. O N.A. 2 representa o nível d'água que rotineiramente inunda a planície principal do rio, a qual, muitas vezes, é tomada pela ocupação humana, seja com construções fixas ou áreas de lazer. O N.A. 3 corresponde ao nível das cheias naturais de maior porte, como as com grandes tempos de retorno, ou as Cheias Máximas Prováveis (CMP). Nesses casos, mesmo onde existe um bom plano de uso e ocupação do solo, áreas com construções permanentes podem ser atingidas. O N.A. 4 representa uma cheia de ruptura cuja grande profundidade atingida é apenas uma de suas características peculiares.

FONTE: MEDRADO, Carlos Henrique et al; Manual Técnico de Curso de Especialização em Segurança de Barragens (ESB), ACERVO ANA - <http://sistemas.ana.gov.br/controle/curso/ana/113>
Elaborado: R

Projeção 8.23

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

RS

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos

Figura 16 – Processo de evacuação

8.2. ATIV

Fonte: EMA, 1999b.

FONTE: MEDRADO, Carlos Henrique et al; Manual Técnico de Curso de Especialização em Segurança de Barragens (ESB), ACERVO ANA - <http://sistemas.ana.gov.br/controle/curso/ana/113>
Elaborado: Rubem José Ramos Cardia

Projeção 8.24
